

## Inhaltsverzeichnis

1. FT8 .....	87
2. Benutzer:OE1VMC .....	19
3. FSK441 .....	36
4. FST4 .....	53
5. FT4 .....	70
6. JT4 .....	104
7. JT65 .....	121
8. JT6M .....	138
9. JT9 .....	155
10. Kategorie:Digitale Betriebsarten .....	172
11. Kategorie:Erde-Mond-Erde .....	192
12. MSK144 .....	210
13. QRA64 .....	227
14. WSPR .....	244

## FT8

[Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen](#)  
[VisuellWikitext](#)

### Version vom 15. August 2017, 23:55 Uhr (Quelltext anzeigen)

[OE1VMC](#) ([Diskussion](#) | [Beiträge](#))

(Die Seite wurde neu angelegt: „[Kategorie: Digitale\\_Betriebsarten](#) [Kategorie:Erde-Mond-Erde](#) == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 == FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr gee...“)

### Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 Uhr (Quelltext anzeigen)

[OE1VMC](#) ([Diskussion](#) | [Beiträge](#))

(Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe .[WSJT-X 2.6.1 Handbuch](#). Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.)

Markierung: [Visuelle Bearbeitung](#)

(89 dazwischenliegende Versionen von 3 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 1:

[[Kategorie:Digitale\_Betriebsarten]]

- [[Kategorie:**Erde-Mond-Erde**]]

- == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==

- FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten.

Zeile 1:

[[Kategorie:Digitale\_Betriebsarten]]

+ [[Kategorie:**Kurzwelle**]]

+ ==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 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe .<https://wsjt.sourceforge.io/wsitx-doc/wsitx-main-2.6.1.html> WSJT-X 2.6.1 Handbuch. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.**

+

- + **FT8 wurde entworfen für multi-hop** [[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E sporadic E](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.
- + **In diesen Situationen wünscht man sich ein schnelles QSO, das die minimal notwendigen QSO-Details für ein QSL austauscht.**
- +
- + **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
- + **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%20ANU%20NAU%20V3.pdf) **FT8 in Theorie und Praxis**] **</b>** von **Norbert Autenruber** [<http://www.qrz.com/db/OE4NAU> OE4NAU] und **Andreas Karner** [<http://www.qrz.com/db/OE3ANU> 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 [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) **WSJT**] v. 1.8.0 durch [[http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr) Joe Taylor] ([<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT]).

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-X**] v. 1.8.0 (**siehe** [[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-1.8.0_de.pdf)]

-	+ <b>deutschsprachiges Benutzerhandbuch</b> ) durch [ <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.">http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.</a> Joe Taylor], [ <a href="http://www.qrz.com/db/K1JT">http://www.qrz.com/db/K1JT</a> K1JT] und [ <a href="https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke">https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke</a> Steven J. Franke], [ <a href="https://www.qrz.com/db/K9AN">https://www.qrz.com/db/K9AN</a> K9AN].
- FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]].	+ FT8 verwendet denselben [ <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code">https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code</a> LDPC] (174,91)-Code wie [[FT4]]. Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-[[GFSK]]) bei $12000/1920 = 6,25$ Baud. Die Synchronisation verwendet $7 \times 7$ [ <a href="https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array">https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array</a> 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.
- Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung.	
- Details zur 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.	
	+ 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 ([http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8 DXpedition Mode.pdf FT8 DXpedition Mode], auch bekannt als "Fox and Hound" oder "F/H" Betrieb).

+ Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf The JT65 Communications Protocol]", der in der Zeitschrift [http://www.arrl.org/qex QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.

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

```
{| 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;"  474,200 kHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  160m
	+   style="text-align:right;"  1,840 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  80m
	+   style="text-align:right;"  3,573 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  60m
	+   style="text-align:right;"  5,357 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  40m
	+   style="text-align:right;"  7,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  630m	+   style="text-align:right;"  30m
-  style="text-align:right;"  474,200 kHz	+   style="text-align:right;"  10,136 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  160m	+   style="text-align:right;"  20m
-  style="text-align:right;"  1,838 MHz	+   style="text-align:right;"  14,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  80m	+   style="text-align:right;"  17m
-  style="text-align:right;"  3,574 MHz	+   style="text-align:right;"  18,100 MHz
	+  -

-	style="text-align:right;"   <b>60m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>15m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>5,357?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>40m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>12m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>7,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>24,915</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>30m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>10m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>10,136</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>28,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>20m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>6m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>14,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>50,313</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>17m</b>	+	style="text-align:right;"
-	style="text-align:right;"   <b>18,102?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>interkontinentale QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php 50,323</b> MHz]
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>15m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,100</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>12m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>24,915?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,154</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>10m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>2m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>28,074?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>144,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>6m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>1.25m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>50,274?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 222,174</b> MHz

-		-	
-	style="text-align:right;"   <b>2m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>70cm</b>
-	style="text-align:right;"   <b>144,489?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>432,174</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   70cm	+	style="text-align:right;"   70cm
-	style="text-align:right;"   432,000 MHz	+	style="text-align:right;"   432,500 MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   23cm	+	style="text-align:right;"   23cm
-	style="text-align:right;"   1296,000 MHz	+	style="text-align:right;"   1296,174 MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   13cm	+	style="text-align:right;"   13cm
-	style="text-align:right;"   <b>2301,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
		+	<b>QO-100 Satellit,</b>
			<b>Uplink: 2400,040</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   6cm	+	style="text-align:right;"   6cm
-	style="text-align:right;"   <b>5760,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   3cm	+	style="text-align:right;"   3cm
-	style="text-align:right;"   <b>10368,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   1,25cm	+	style="text-align:right;"   1,25cm
-	style="text-align:right;"   <b>24048,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
}		}	
Die PC-Uhr <b>muss</b> auf <b>2</b> Sekunden genau sein		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</b>	

-	+ <b>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).
- Der <b>JT65</b> Signalrapport für das S/N ist beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-30</b> und <b>-1</b> dB.	+ Der <b>FT8</b> Signalrapport für das S/N ist ( <b>wie der JT9 Signalrapport</b> ) beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-50</b> und <b>+49</b> dB ( <b>diese Angabe muss noch überprüft werden!</b> ).
- In aktuellen <b>JT65</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.6.0) ist die S/N Skala <b>nichtlinear verzerrt oberhalb</b> von <b>-10</b> dB.	+ In aktuellen <b>FT8</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.8.0) ist die S/N Skala <b>in guter Näherung linear, stellt aber keineswegs eine Präzisionsmessung dar.</b>
	+
	+ <b>Moduliert wird mit einer achtstufigen Frequenzumtastung (8-FSK), die Symbolrate entspricht dem Tonabstand von 5.86 Hz.</b>
	+ <b>Die Wellenform hat stetige Phasenübergänge und eine konstante Einhüllende, was die Verwendung von nichtlinearen HF-Endstufen erlaubt.</b>
	+ <b>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</b>
	+ <b>weniger als die Hälfte von QRA64.</b>
	+



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

+ | 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.

+

+ Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * \left[ \frac{2048}{12000} \right] = 13.48s$ .

+

+

+ Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [\[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code](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 *Franke-Taylor* Algorithmus dekodiert, der von [\[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke) Steven J. Franke], [\[https://www.qrz.com/db/K9AN](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](https://www.qrz.com/db)

+

/K1JT K1JT] in [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.

+

Vielleicht kann die Dekodierungsgrenze mittels a posteriori Dekodierung auf -24 dB ged rückt werden (Das ist noch unbekannt).

+

+

Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [https://wsit.sourceforge.io/ WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html AC4M Digital Radio Site], [https://wsit.sourceforge.io/wsitx.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].

+

+

FT8 und FT4 sind die Betriebsmodi des allerersten [[https://ww-digi.com World Wide Digi DX Contest ("WW Digi")]] 2019.

+

Bis WSJT-X Version 1.6.0 wird mit dem *Algebraic Soft-Decision* Algorithmus von [https://www.int.ei.tum.de/mitarbeiter/ehemalige-

Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[T9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]], [[FST4]] und [[WSPR]].

- **mitarbeiter/koetter/ Ralf Koetter] und [http://www.iacobsschool.ucsd.edu/faculty/faculty\_bios/index.sfe? fmp\_recid=76 Alexander Vardy] [http://dx.doi.org/10.1109/TIT.2003.819332 (2003)] dekodiert. Dieser Dekoder ist patentiert und nicht im Public Domain.**

+

**Beginnend mit WSJT-X Version 1.7.0 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. Joseph H. Taylor], [https://www.qrz.com/db/K1JT K1JT] in [http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor\_QEX\_2016.pdf QEX-2016] veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der bisherige und wurde nicht patentiert.**

- **JT65 wurde entwickelt und vorgestellt während 2003 für sehr schwache und langsam veränderliche Funkverbindungen, wie sie beispielsweise vorkommen im Zusammenhang mit Troposcatter und Erde-Mond-Erde Verbindungen. Die Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -25 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr nicht mehr wahrgenommen werden können.**

+

**Das [https://wsit.sourceforge.io/FT4\_FT8\_QEX.pdf FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [http://www.arrl.org/qex QEX Artikel] dokumentiert.**

**Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1it/wsit.html WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html**

- **AC4M Digital Radio Site**, [\[http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjitx.html WSJT-X\]](http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjitx.html) und [\[http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65 Signal Identification Wiki\]](http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65).

- **Siehe auch:** [\[\[JT4\]\]](#), [\[\[JT9\]\]](#), [\[\[JT6M\]\]](#), [\[\[QRA64\]\]](#), [\[\[FSK441\]\]](#) und [\[\[WSPR\]\]](#).

+ [https://www.q4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.q4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)

+ [\[\[Datei:FT8 Hinson tips for HF DXers.pdf|alternativtext=FT8 CC BY NG ZL2iFB|links|mini\]\]](#)

---

**Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 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 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [.WSJT-X 2.6.1 Handbuch](#). Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.

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 [7×7 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	474,200 kHz
160m	1,840 MHz
80m	3,573 MHz
60m	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 QO-100 Satellit, Uplink: 2400,040 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).

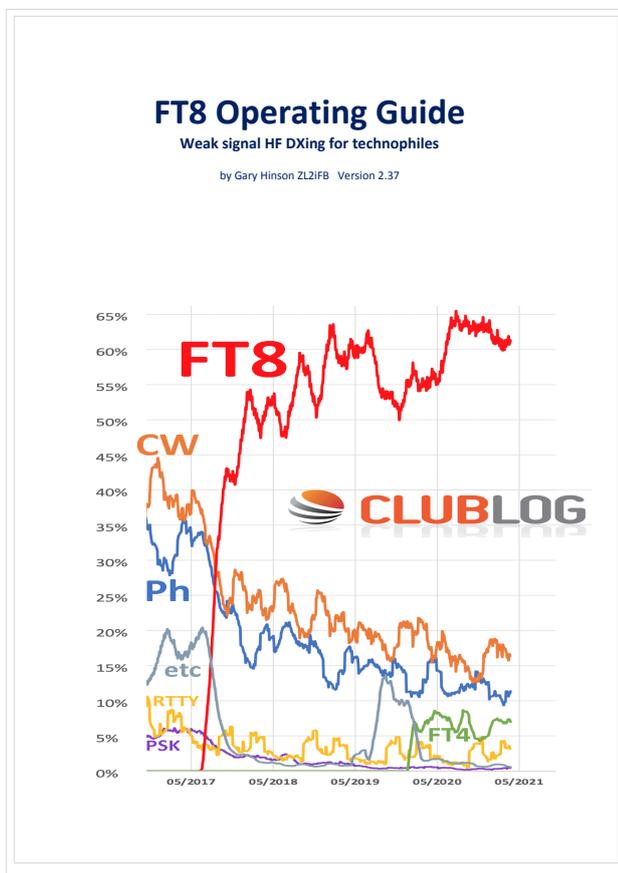
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#).

Das [FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll](#) wurde in einem [QEX Artikel](#) dokumentiert.

[https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)



## FT8: Unterschied zwischen den Versionen

[Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen](#)  
[VisuellWikitext](#)

### Version vom 15. August 2017, 23:55 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC ([Diskussion](#) | [Beiträge](#))

(Die Seite wurde neu angelegt: „[Kategorie: Digitale\\_Betriebsarten](#) [Kategorie:Erde-Mond-Erde](#) == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 == FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr gee...“)

### Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC ([Diskussion](#) | [Beiträge](#))

(Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe .[WSJT-X 2.6.1 Handbuch](#). Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.)

Markierung: [Visuelle Bearbeitung](#)

(89 dazwischenliegende Versionen von 3 Benutzern werden nicht angezeigt)

<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Erde-Mond-Erde</b>]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten.</div>	<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Kurzwelle</b>]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, <b>die seit Juli 2017 existiert und</b> die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten. <b>Diese Betriebsart wurde sehr rasch populär.</b></div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Die aktuelle Programmversion ist <b>WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024)</b>, siehe .<a href="#">[https://wsjt.sourceforge.io/wsitx-doc/wsitx-main-2.6.1.html WSJT-X 2.6.1 Handbuch]</a>. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.</div> <p>+</p>
---	---

- + **FT8 wurde entworfen für multi-hop** [[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E sporadic E](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.
- + **In diesen Situationen wünscht man sich ein schnelles QSO, das die minimal notwendigen QSO-Details für ein QSL austauscht.**
- +
- + **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
- + **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%20ANU%20NAU%20V3.pdf) **FT8 in Theorie und Praxis**] </b> von **Norbert Autenruber** [<http://www.qrz.com/db/OE4NAU> OE4NAU] und **Andreas Karner** [<http://www.qrz.com/db/OE3ANU> 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 [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) **WSJT**] v. 1.8.0 durch [[http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr) Joe Taylor] ([<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT]).

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-X**] v. 1.8.0 (**siehe** [[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsجتx-doc/wsجتx-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsجتx-doc/wsجتx-main-1.8.0_de.pdf)]

-	+ <b>deutschsprachiges Benutzerhandbuch</b> ) durch [ <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.">http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor, Jr. Joe Taylor</a> ], [ <a href="http://www.qrz.com/db/K1JT">http://www.qrz.com/db/K1JT</a> ] und [ <a href="https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke">https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke</a> Steven J. Franke], [ <a href="https://www.qrz.com/db/K9AN">https://www.qrz.com/db/K9AN</a> K9AN].
- FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]].	+ FT8 verwendet denselben [ <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code_LDPC">https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code LDPC</a> ] (174,91)-Code wie [[FT4]]. Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-[[GFSK]]) bei $12000/1920 = 6,25$ Baud. Die Synchronisation verwendet $7 \times 7$ [ <a href="https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array">https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array</a> 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.
- Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung.	
- Details zur 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.	
	+ 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 ([http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8 DXpedition Mode.pdf FT8 DXpedition Mode], auch bekannt als "Fox and Hound" oder "F/H" Betrieb).

+ Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf The JT65 Communications Protocol]", der in der Zeitschrift [http://www.arrl.org/qex QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.

- 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 Software bietet die Möglichkeit an, die Auswahl der jeweils folgenden Nachricht im FT8 QSO automatisch zu auswählen und zu senden. Das ist kein Luxus, weil man nur maximal 1,5 s 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).

```
{| 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;"  474,200 kHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  160m
	+   style="text-align:right;"  1,840 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  80m
	+   style="text-align:right;"  3,573 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  60m
	+   style="text-align:right;"  5,357 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  40m
	+   style="text-align:right;"  7,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  630m	+   style="text-align:right;"  30m
-  style="text-align:right;"  474,200 kHz	+   style="text-align:right;"  10,136 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  160m	+   style="text-align:right;"  20m
-  style="text-align:right;"  1,838 MHz	+   style="text-align:right;"  14,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  80m	+   style="text-align:right;"  17m
-  style="text-align:right;"  3,574 MHz	+   style="text-align:right;"  18,100 MHz
	+  -

-	style="text-align:right;"   <b>60m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>15m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>5,357?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>40m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>12m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>7,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>24,915</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>30m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>10m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>10,136</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>28,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>20m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>6m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>14,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>50,313</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>17m</b>	+	style="text-align:right;"
-	style="text-align:right;"   <b>18,102?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>interkontinentale QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php 50,323</b> MHz]
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>15m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,100</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>12m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>24,915?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,154</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>10m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>2m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>28,074?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>144,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>6m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>1.25m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>50,274?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 222,174</b> MHz

-	-
-   style="text-align:right;"   <b>2m</b>	+   style="text-align:right;"   <b>70cm</b>
-   style="text-align:right;"   <b>144,489?</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>432,174</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   70cm	+   style="text-align:right;"   70cm
-   style="text-align:right;"   432,000 MHz	+   style="text-align:right;"   432,500 MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   23cm	+   style="text-align:right;"   23cm
-   style="text-align:right;"   1296,000 MHz	+   style="text-align:right;"   1296,174 MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   13cm	+   style="text-align:right;"   13cm
-   style="text-align:right;"   <b>2301,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
	+ <b>QO-100 Satellit,</b>
	<b>Uplink: 2400,040</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   6cm	+   style="text-align:right;"   6cm
-   style="text-align:right;"   <b>5760,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   3cm	+   style="text-align:right;"   3cm
-   style="text-align:right;"   <b>10368,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   1,25cm	+   style="text-align:right;"   1,25cm
-   style="text-align:right;"   <b>24048,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
}	}
Die PC-Uhr <b>muss</b> auf <b>2</b> Sekunden genau sein	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</b>

-	+ <b>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).
- Der <b>JT65</b> Signalrapport für das S/N ist beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-30</b> und <b>-1</b> dB.	+ Der <b>FT8</b> Signalrapport für das S/N ist ( <b>wie der JT9 Signalrapport</b> ) beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-50</b> und <b>+49</b> dB ( <b>diese Angabe muss noch überprüft werden!</b> ).
- In aktuellen <b>JT65</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.6.0) ist die S/N Skala <b>nichtlinear verzerrt oberhalb</b> von <b>-10</b> dB.	+ In aktuellen <b>FT8</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.8.0) ist die S/N Skala <b>in guter Näherung linear, stellt aber keineswegs eine Präzisionsmessung dar.</b>
	+
	+ <b>Moduliert wird mit einer achtstufigen Frequenzumtastung (8-FSK), die Symbolrate entspricht dem Tonabstand von 5.86 Hz.</b>
	+ <b>Die Wellenform hat stetige Phasenübergänge und eine konstante Einhüllende, was die Verwendung von nichtlinearen HF-Endstufen erlaubt.</b>
	+ <b>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</b>
	+ <b>weniger als die Hälfte von QRA64.</b>
	+



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

+ | 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.

+

+ Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * \left[ \frac{2048}{12000} \right] = 13.48s$ .

+

+

+ Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [\[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code](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 *Franke-Taylor* Algorithmus dekodiert, der von [\[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke) Steven J. Franke], [\[https://www.qrz.com/db/K9AN](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](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.

+

Vielleicht kann die Dekodierungsgrenze mittels a posteriori Dekodierung auf -24 dB gedreht werden (Das ist noch unbekannt).

+

+

Weitere Informationen: [<http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT> (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [<https://wsit.sourceforge.io/> WSJT], [<http://ac4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<https://wsit.sourceforge.io/wsitx.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].

+

+

FT8 und FT4 sind die Betriebsmodi des allerersten [<https://ww-digi.com> World Wide Digi DX Contest ("WW Digi")] 2019.

+

Bis WSJT-X Version 1.6.0 wird mit dem *Algebraic Soft-Decision* Algorithmus von [<https://www.int.ei.tum.de/mitarbeiter/ehemalige->

Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[T9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]], [[FST4]] und [[WSPR]].

- **mitarbeiter/koetter/ Ralf Koetter] und [http://www.iacobsschool.ucsd.edu/faculty/faculty\_bios/index.sfe? fmp\_recid=76 Alexander Vardy] [http://dx.doi.org/10.1109/TIT.2003.819332 (2003)] dekodiert. Dieser Dekoder ist patentiert und nicht im Public Domain.**

+

**Beginnend mit WSJT-X Version 1.7.0 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. Joseph H. Taylor], [https://www.qrz.com/db/K1JT K1JT] in [http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor\_QEX\_2016.pdf QEX-2016] veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der bisherige und wurde nicht patentiert.**

- **JT65 wurde entwickelt und vorgestellt während 2003 für sehr schwache und langsam veränderliche Funkverbindungen, wie sie beispielsweise vorkommen im Zusammenhang mit Troposcatter und Erde-Mond-Erde Verbindungen. Die Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -25 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr nicht mehr wahrgenommen werden können.**

+

**Das [https://wsit.sourceforge.io/FT4\_FT8\_QEX.pdf FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [http://www.arrl.org/qex QEX Artikel] dokumentiert.**

**Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1it/wsit.html WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html**

- **AC4M Digital Radio Site**, [\[http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsitx.html\]](http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsitx.html) **WSJT-X** und [\[http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65\]](http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65) **Signal Identification Wiki**.

- **Siehe auch:** [\[\[JT4\]\]](#), [\[\[JT9\]\]](#), [\[\[JT6M\]\]](#), [\[\[QRA64\]\]](#), [\[\[FSK441\]\]](#) und [\[\[WSPR\]\]](#).

+ [https://www.q4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.q4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)

+ [\[\[Datei:FT8 Hinson tips for HF DXers.pdf|alternativtext=FT8 CC BY NG ZL2iFB|links|mini\]\]](#)

---

**Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 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 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [.WSJT-X 2.6.1 Handbuch](#). Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.

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 [7×7 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	474,200 kHz
160m	1,840 MHz
80m	3,573 MHz
60m	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 QO-100 Satellit, Uplink: 2400,040 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).

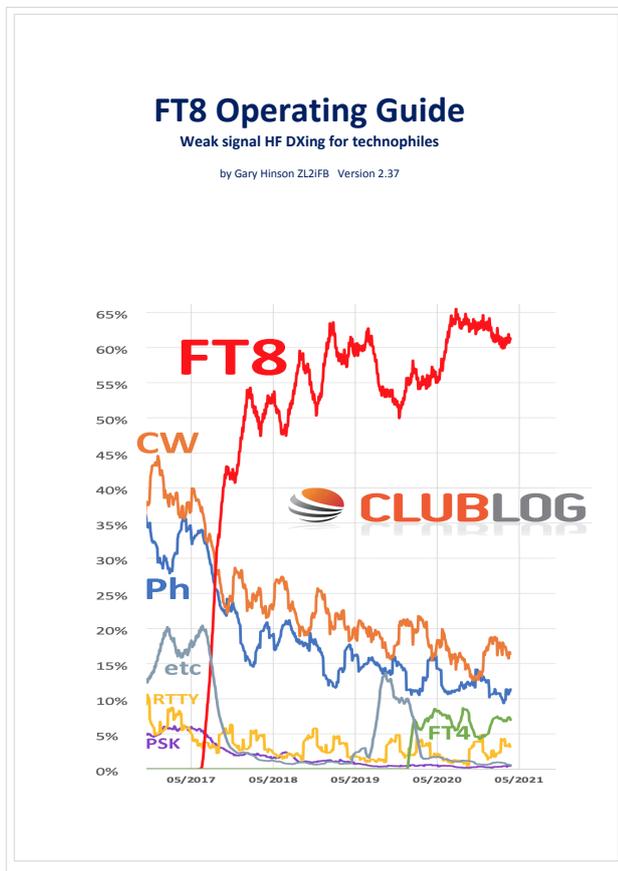
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#).

Das [FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll](#) wurde in einem [QEX Artikel](#) dokumentiert.

[https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)



## FT8: Unterschied zwischen den Versionen

Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen  
 VisuellWikitext

### Version vom 15. August 2017, 23:55 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die Seite wurde neu angelegt: „**Kategorie: Digitale\_Betriebsarten Kategorie:Erde-Mond-Erde** == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 == FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr gee...“)

### Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe . WSJT-X 2.6.1 Handbuch. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.)

Markierung: Visuelle Bearbeitung

(89 dazwischenliegende Versionen von 3 Benutzern werden nicht angezeigt)

<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Erde-Mond-Erde</b>]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten.</div>	<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Kurzwelle</b>]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, <b>die seit Juli 2017 existiert und</b> die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten. <b>Diese Betriebsart wurde sehr rasch populär.</b></div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Die aktuelle Programmversion ist <b>WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe .[https://wsjt.sourceforge.io/wsitx-doc/wsitx-main-2.6.1.html WSJT-X 2.6.1 Handbuch]. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.</b></div> <p>+</p>
---	---

- + **FT8 wurde entworfen für multi-hop** [[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E sporadic E](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.
- + **In diesen Situationen wünscht man sich ein schnelles QSO, das die minimal notwendigen QSO-Details für ein QSL austauscht.**
- +
- + **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
- + **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%20ANU%20NAU%20V3.pdf) **FT8 in Theorie und Praxis**] **</b>** von **Norbert Autenruber** [<http://www.qrz.com/db/OE4NAU> OE4NAU] und **Andreas Karner** [<http://www.qrz.com/db/OE3ANU> 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 [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) **WSJT**] v. 1.8.0 durch [[http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr) Joe Taylor] ([<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT]).

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-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)]

<p>-</p>	<p>+ <b>deutschsprachiges Benutzerhandbuch</b>) durch [<a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.">http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.</a> Joe Taylor], [<a href="http://www.qrz.com/db/K1JT">http://www.qrz.com/db/K1JT</a> K1JT] und [<a href="https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke">https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke</a> Steven J. Franke], [<a href="https://www.qrz.com/db/K9AN">https://www.qrz.com/db/K9AN</a> K9AN].</p>
<p></p>	<p></p>
<p>- <b>FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]].</b></p>	<p>+ FT8 verwendet denselben [<a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code">https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code</a> LDPC] (174,91)-Code wie [[FT4]]. Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-[[GFSK]]) bei <math>12000/1920 = 6,25</math> Baud. Die Synchronisation verwendet <math>7 \times 7</math> [<a href="https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array">https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array</a> 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 <math>174/3 + 21 = 79</math> beträgt. Die insgesamt belegte Bandbreite beträgt <math>8 \times 6,25 = 50</math> Hz.</p>
<p>- <b>Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung.</b></p>	<p></p>
<p>- <b>Details zur 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.</b></p>	<p></p>
<p></p>	<p></p>
<p></p>	<p>+ <b>FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.</b></p>
<p></p>	<p>+ <b>Deshalb können QSOs in FT8 viermal schneller als in JT65 und JT9 gefahren werden.</b></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 (72+3=75). Die Verwendung (Bedeutung) der drei zusätzlichen Informationsbits wurde in WSJT-X Version 1.9 (Mai 2018) definiert ([http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8 DXpedition Mode.pdf FT8 DXpedition Mode], auch bekannt als "Fox and Hound" oder "F/H" Betrieb).

+ Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf The JT65 Communications Protocol]", der in der Zeitschrift [http://www.arrl.org/qex QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.

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

```
{| 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;"  474,200 kHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  160m
	+   style="text-align:right;"  1,840 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  80m
	+   style="text-align:right;"  3,573 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  60m
	+   style="text-align:right;"  5,357 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  40m
	+   style="text-align:right;"  7,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  630m	+   style="text-align:right;"  30m
-  style="text-align:right;"  474,200 kHz	+   style="text-align:right;"  10,136 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  160m	+   style="text-align:right;"  20m
-  style="text-align:right;"  1,838 MHz	+   style="text-align:right;"  14,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  80m	+   style="text-align:right;"  17m
-  style="text-align:right;"  3,574 MHz	+   style="text-align:right;"  18,100 MHz
	+  -

-	style="text-align:right;"   <b>60m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>15m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>5,357?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>40m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>12m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>7,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>24,915</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>30m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>10m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>10,136</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>28,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>20m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>6m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>14,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>50,313</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>17m</b>	+	style="text-align:right;"
-	style="text-align:right;"   <b>18,102?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>interkontinentale QSO: [<a href="http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php">http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php</a> 50,323 MHz]</b>
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>15m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,100</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>12m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>24,915?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,154</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>10m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>2m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>28,074?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>144,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>6m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>1.25m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>50,274?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 222,174</b> MHz

-	-
-   style="text-align:right;"   <b>2m</b>	+   style="text-align:right;"   <b>70cm</b>
-   style="text-align:right;"   <b>144,489?</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>432,174</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   70cm	+   style="text-align:right;"   70cm
-   style="text-align:right;"   432,000 MHz	+   style="text-align:right;"   432,500 MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   23cm	+   style="text-align:right;"   23cm
-   style="text-align:right;"   1296,000 MHz	+   style="text-align:right;"   1296,174 MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   13cm	+   style="text-align:right;"   13cm
-   style="text-align:right;"   <b>2301,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
	+ <b>QO-100 Satellit,</b>
	<b>Uplink: 2400,040</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   6cm	+   style="text-align:right;"   6cm
-   style="text-align:right;"   <b>5760,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   3cm	+   style="text-align:right;"   3cm
-   style="text-align:right;"   <b>10368,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   1,25cm	+   style="text-align:right;"   1,25cm
-   style="text-align:right;"   <b>24048,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
}	}
Die PC-Uhr <b>muss</b> auf <b>2</b> Sekunden genau sein	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</b>

-	+ <b>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).
- Der <b>JT65</b> Signalrapport für das S/N ist beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-30</b> und <b>-1</b> dB.	+ Der <b>FT8</b> Signalrapport für das S/N ist ( <b>wie der JT9 Signalrapport</b> ) beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-50</b> und <b>+49</b> dB ( <b>diese Angabe muss noch überprüft werden!</b> ).
- In aktuellen <b>JT65</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.6.0) ist die S/N Skala <b>nichtlinear verzerrt oberhalb</b> von <b>-10</b> dB.	+ In aktuellen <b>FT8</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.8.0) ist die S/N Skala <b>in guter Näherung linear, stellt aber keineswegs eine Präzisionsmessung dar.</b>
	+
	+ <b>Moduliert wird mit einer achtstufigen Frequenzumtastung (8-FSK), die Symbolrate entspricht dem Tonabstand von 5.86 Hz.</b>
	+ <b>Die Wellenform hat stetige Phasenübergänge und eine konstante Einhüllende, was die Verwendung von nichtlinearen HF-Endstufen erlaubt.</b>
	+ <b>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</b>
	+ <b>weniger als die Hälfte von QRA64.</b>
	+



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

+ | 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.**

+

+ **Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * \left[ \frac{2048}{12000} \right] = 13.48s$ .**

+

+

+ **Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [\[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code](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 *Franke-Taylor* Algorithmus dekodiert, der von [\[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke) Steven J. Franke], [\[https://www.qrz.com/db/K9AN](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](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.

+

Vielleicht kann die Dekodierungsgrenze mittels a posteriori Dekodierung auf -24 dB gedückt werden (Das ist noch unbekannt).

+

+

Weitere Informationen: [<http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT> (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [<https://wsit.sourceforge.io/> WSJT], [<http://ac4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<https://wsit.sourceforge.io/wsitx.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].

+

+

FT8 und FT4 sind die Betriebsmodi des allerersten [<https://ww-digi.com> World Wide Digi DX Contest ("WW Digi")] 2019.

+

Bis WSJT-X Version 1.6.0 wird mit dem *Algebraic Soft-Decision* Algorithmus von [<https://www.int.ei.tum.de/mitarbeiter/ehemalige->

Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[T9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]], [[FST4]] und [[WSPR]].

- **mitarbeiter/koetter/ Ralf Koetter] und [http://www.iacobsschool.ucsd.edu /faculty/faculty bios/index.sfe? fmp recid=76 Alexander Vardy] [http://dx.doi.org/10.1109/TIT.2003.819332 (2003)] dekodiert. Dieser Dekoder ist patentiert und nicht im Public Domain.**

+

**Beginnend mit WSJT-X Version 1.7.0 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. Joseph H. Taylor], [https://www.qrz.com/db/K1JT K1JT] in [http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor QEX 2016.pdf QEX-2016] veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der bisherige und wurde nicht patentiert.**

- **JT65 wurde entwickelt und vorgestellt während 2003 für sehr schwache und langsam veränderliche Funkverbindungen, wie sie beispielsweise vorkommen im Zusammenhang mit Troposcatter und Erde-Mond-Erde Verbindungen. Die Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -25 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr nicht mehr wahrgenommen werden können.**

+

**Das [https://wsit.sourceforge.io/FT4\_FT8\_QEX.pdf FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [http://www.arrl.org/qex QEX Artikel] dokumentiert.**

**Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1it/wsit.html WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html**

- **AC4M Digital Radio Site**, [\[http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjitx.html WSJT-X\]](http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjitx.html) und [\[http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65 Signal Identification Wiki\]](http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65).

- **Siehe auch:** [\[\[JT4\]\]](#), [\[\[JT9\]\]](#), [\[\[JT6M\]\]](#), [\[\[QRA64\]\]](#), [\[\[FSK441\]\]](#) und [\[\[WSPR\]\]](#).

+

[https://www.q4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.q4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)

+

[\[\[Datei:FT8 Hinson tips for HF DXers.pdf|alternativtext=FT8 CC BY NG ZL2iFB|links|mini\]\]](#)

---

**Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 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 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [.WSJT-X 2.6.1 Handbuch](#). Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.

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 [7×7 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	474,200 kHz
160m	1,840 MHz
80m	3,573 MHz
60m	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
	QO-100 Satellit, Uplink: 2400,040 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).

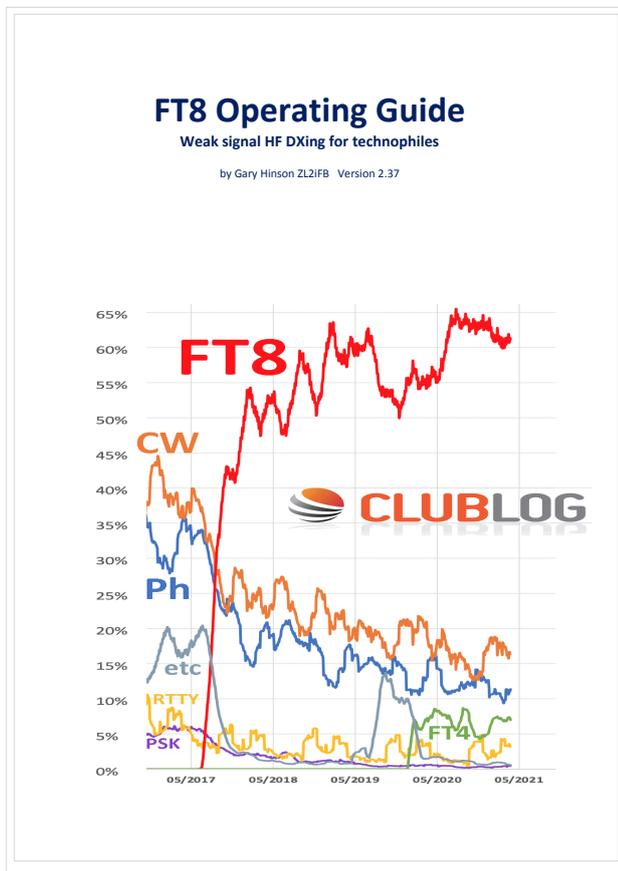
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#).

Das [FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll](#) wurde in einem [QEX Artikel](#) dokumentiert.

[https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)



## FT8: Unterschied zwischen den Versionen

Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen  
 VisuellWikitext

### Version vom 15. August 2017, 23:55 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die Seite wurde neu angelegt: „**Kategorie: Digitale\_Betriebsarten Kategorie:Erde-Mond-Erde** == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 == FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr gee...“)

### Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe . WSJT-X 2.6.1 Handbuch. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.)

Markierung: Visuelle Bearbeitung

(89 dazwischenliegende Versionen von 3 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 1:	Zeile 1:
[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]	[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]
- [[Kategorie: <b>Erde-Mond-Erde</b> ]]	+ [[Kategorie: <b>Kurzwelle</b> ]]
- == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==	+ ==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==
- FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten.	+ FT8 ist eine digitale Betriebsart, <b>die seit Juli 2017 existiert und</b> die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten. <b>Diese Betriebsart wurde sehr rasch populär.</b>
	+ Die aktuelle Programmversion ist <b>WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe .[https://wsjt.sourceforge.io/wsitx-doc/wsitx-main-2.6.1.html WSJT-X 2.6.1 Handbuch]. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.</b>
	+

- + **FT8 wurde entworfen für multi-hop** [[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E sporadic E](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.
- + **In diesen Situationen wünscht man sich ein schnelles QSO, das die minimal notwendigen QSO-Details für ein QSL austauscht.**
- +
- + **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
- + **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%20ANU%20NAU%20V3.pdf) **FT8 in Theorie und Praxis**] </b> von **Norbert Autenruber** [<http://www.qrz.com/db/OE4NAU> OE4NAU] und **Andreas Karner** [<http://www.qrz.com/db/OE3ANU> 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 [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) **WSJT**] v. 1.8.0 durch [[http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr) Joe Taylor] ([<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT]).

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-X**] v. 1.8.0 (**siehe** [[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-1.8.0_de.pdf)]

-	+ <b>deutschsprachiges Benutzerhandbuch</b> ) durch [ <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.">http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr. Joe Taylor</a> ], [ <a href="http://www.qrz.com/db/K1JT">http://www.qrz.com/db/K1JT</a> ] und [ <a href="https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke">https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke</a> Steven J. Franke], [ <a href="https://www.qrz.com/db/K9AN">https://www.qrz.com/db/K9AN</a> K9AN].
- FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit <b>[[JT65]]</b> , <b>[[JT9]]</b> und <b>[[JT4]]</b> .	+ FT8 verwendet denselben [ <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code">https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code</a> LDPC] (174,91)-Code wie <b>[[FT4]]</b> . Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8- <b>[[GFSK]]</b> ) bei $12000/1920 = 6,25$ Baud. Die Synchronisation verwendet $7 \times 7$ [ <a href="https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array">https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array</a> 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.
- Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung.	
- Details zur 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.	
	+ FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit <b>[[JT65]]</b> , <b>[[JT9]]</b> und <b>[[JT4]]</b> , 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 Informatonsbits wurde in WSJT-X Version 1.9 (Mai 2018) definiert ([[http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8 DXpedition Mode.pdf](http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8%20DXpedition%20Mode.pdf)] FT8 DXPedition Mode), auch bekannt als "Fox and Hound" oder "F/H" Betrieb).**

+

**Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[<http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf>] The JT65 Communications Protocol", der in der Zeitschrift [<http://www.arrl.org/qex>] während 2005 veröffentlicht wurde.**

+

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

+

{| 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;"  474,200 kHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  160m
	+   style="text-align:right;"  1,840 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  80m
	+   style="text-align:right;"  3,573 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  60m
	+   style="text-align:right;"  5,357 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  40m
	+   style="text-align:right;"  7,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  630m	+   style="text-align:right;"  30m
-  style="text-align:right;"  474,200 kHz	+   style="text-align:right;"  10,136 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  160m	+   style="text-align:right;"  20m
-  style="text-align:right;"  1,838 MHz	+   style="text-align:right;"  14,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  80m	+   style="text-align:right;"  17m
-  style="text-align:right;"  3,574 MHz	+   style="text-align:right;"  18,100 MHz
	+  -

-	style="text-align:right;"   <b>60m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>15m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>5,357?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>40m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>12m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>7,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>24,915</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>30m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>10m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>10,136</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>28,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>20m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>6m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>14,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>50,313</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>17m</b>	+	style="text-align:right;"
-	style="text-align:right;"   <b>18,102?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>interkontinentale QSO: [<a href="http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php">http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php</a> 50,323 MHz]</b>
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>15m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,100</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>12m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>24,915?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,154</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>10m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>2m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>28,074?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>144,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>6m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>1.25m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>50,274?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 222,174</b> MHz

-	-
-   style="text-align:right;"   <b>2m</b>	+   style="text-align:right;"   <b>70cm</b>
-   style="text-align:right;"   <b>144,489?</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>432,174</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   70cm	+   style="text-align:right;"   70cm
-   style="text-align:right;"   432,000 MHz	+   style="text-align:right;"   432,500 MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   23cm	+   style="text-align:right;"   23cm
-   style="text-align:right;"   1296,000 MHz	+   style="text-align:right;"   1296,174 MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   13cm	+   style="text-align:right;"   13cm
-   style="text-align:right;"   <b>2301,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
	+ <b>QO-100 Satellit,</b>
	<b>Uplink: 2400,040</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   6cm	+   style="text-align:right;"   6cm
-   style="text-align:right;"   <b>5760,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   3cm	+   style="text-align:right;"   3cm
-   style="text-align:right;"   <b>10368,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   1,25cm	+   style="text-align:right;"   1,25cm
-   style="text-align:right;"   <b>24048,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
}	}
Die PC-Uhr <b>muss</b> auf <b>2</b> Sekunden genau sein	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</b>

-	+ <b>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).
- Der <b>JT65</b> Signalrapport für das S/N ist beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-30</b> und <b>-1</b> dB.	+ Der <b>FT8</b> Signalrapport für das S/N ist ( <b>wie der JT9 Signalrapport</b> ) beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-50</b> und <b>+49</b> dB ( <b>diese Angabe muss noch überprüft werden!</b> ).
- In aktuellen <b>JT65</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.6.0) ist die S/N Skala <b>nichtlinear verzerrt oberhalb</b> von <b>-10</b> dB.	+ In aktuellen <b>FT8</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.8.0) ist die S/N Skala <b>in guter Näherung linear, stellt aber keineswegs eine Präzisionsmessung dar.</b>
	+
	+ <b>Moduliert wird mit einer achtstufigen Frequenzumtastung (8-FSK), die Symbolrate entspricht dem Tonabstand von 5.86 Hz.</b>
	+ <b>Die Wellenform hat stetige Phasenübergänge und eine konstante Einhüllende, was die Verwendung von nichtlinearen HF-Endstufen erlaubt.</b>
	+ <b>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</b>
	+ <b>weniger als die Hälfte von QRA64.</b>
	+



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

+ | 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.

+

+ Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * \left[ \frac{2048}{12000} \right] = 13.48s$ .

+

+

+ Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [\[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code](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 *Franke-Taylor* Algorithmus dekodiert, der von [\[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke) Steven J. Franke], [\[https://www.qrz.com/db/K9AN](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](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.

+

Vielleicht kann die Dekodierungsgrenze mittels a posteriori Dekodierung auf -24 dB gedückt werden (Das ist noch unbekannt).

+

+

Weitere Informationen: [<http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT> (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [<https://wsit.sourceforge.io/> WSJT], [<http://ac4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<https://wsit.sourceforge.io/wsitx.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].

+

+

FT8 und FT4 sind die Betriebsmodi des allerersten [<https://ww-digi.com> World Wide Digi DX Contest ("WW Digi")] 2019.

+

Bis WSJT-X Version 1.6.0 wird mit dem *Algebraic Soft-Decision* Algorithmus von [<https://www.int.ei.tum.de/mitarbeiter/ehemalige->

Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[T9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]], [[FST4]] und [[WSPR]].

- **mitarbeiter/koetter/ Ralf Koetter] und [http://www.iacobsschool.ucsd.edu/faculty/faculty\_bios/index.sfe? fmp\_recid=76 Alexander Vardy] [http://dx.doi.org/10.1109/TIT.2003.819332 (2003)] dekodiert. Dieser Dekoder ist patentiert und nicht im Public Domain.**

+

**Beginnend mit WSJT-X Version 1.7.0 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. Joseph H. Taylor], [https://www.qrz.com/db/K1JT K1JT] in [http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor\_QEX\_2016.pdf QEX-2016] veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der bisherige und wurde nicht patentiert.**

- **JT65 wurde entwickelt und vorgestellt während 2003 für sehr schwache und langsam veränderliche Funkverbindungen, wie sie beispielsweise vorkommen im Zusammenhang mit Troposcatter und Erde-Mond-Erde Verbindungen. Die Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -25 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr nicht mehr wahrgenommen werden können.**

+

**Das [https://wsit.sourceforge.io/FT4\_FT8\_QEX.pdf FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [http://www.arrl.org/qex QEX Artikel] dokumentiert.**

**Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1it/wsit.html WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html**

- **AC4M Digital Radio Site**, [\[http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjitx.html WSJT-X\]](http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjitx.html) und [\[http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65 Signal Identification Wiki\]](http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65).

- **Siehe auch:** [\[\[JT4\]\]](#), [\[\[JT9\]\]](#), [\[\[JT6M\]\]](#), [\[\[QRA64\]\]](#), [\[\[FSK441\]\]](#) und [\[\[WSPR\]\]](#).

+ [https://www.q4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.q4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)

+ [\[\[Datei:FT8 Hinson tips for HF DXers.pdf|alternativtext=FT8 CC BY NG ZL2iFB|links|mini\]\]](#)

---

**Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 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 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [.WSJT-X 2.6.1 Handbuch](#). Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.

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 [7×7 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	474,200 kHz
160m	1,840 MHz
80m	3,573 MHz
60m	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
	????,??? MHz
13cm	QO-100 Satellit, Uplink: 2400,040 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).

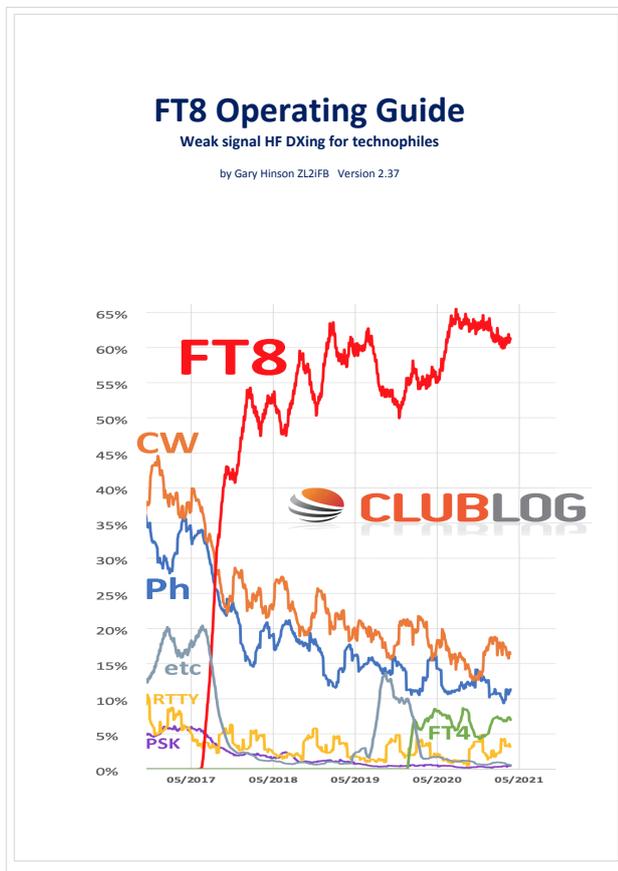
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#).

Das [FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll](#) wurde in einem [QEX Artikel](#) dokumentiert.

[https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)



## FT8: Unterschied zwischen den Versionen

Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen  
 VisuellWikitext

### Version vom 15. August 2017, 23:55 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die Seite wurde neu angelegt: „**Kategorie: Digitale\_Betriebsarten Kategorie:Erde-Mond-Erde** == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 == FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr gee...“)

### Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe . WSJT-X 2.6.1 Handbuch. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.)  
 Markierung: Visuelle Bearbeitung

(89 dazwischenliegende Versionen von 3 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 1:	Zeile 1:
[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]	[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]
- [[Kategorie: <b>Erde-Mond-Erde</b> ]]	+ [[Kategorie: <b>Kurzwelle</b> ]]
- == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==	+ ==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==
- FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten.	+ FT8 ist eine digitale Betriebsart, <b>die seit Juli 2017 existiert und</b> die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten. <b>Diese Betriebsart wurde sehr rasch populär.</b>
	+ Die aktuelle Programmversion ist <b>WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024)</b> , siehe .[https://wsjt.sourceforge.io/wsitx-doc/wsitx-main-2.6.1.html <b>WSJT-X 2.6.1 Handbuch</b> ]. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.
	+

- + **FT8 wurde entworfen für multi-hop** [[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E sporadic E](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.
- + **In diesen Situationen wünscht man sich ein schnelles QSO, das die minimal notwendigen QSO-Details für ein QSL austauscht.**
- + **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
- + **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%20ANU%20NAU%20V3.pdf) **FT8 in Theorie und Praxis**] </b> von **Norbert Autenruber** [<http://www.qrz.com/db/OE4NAU> OE4NAU] und **Andreas Karner** [<http://www.qrz.com/db/OE3ANU> 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 [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) **WSJT**] v. 1.8.0 durch [[http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr) Joe Taylor] ([<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT]).

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-X**] v. 1.8.0 (**siehe** [[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-1.8.0_de.pdf)]

-	+ <b>deutschsprachiges Benutzerhandbuch</b> ) durch [ <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.">http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr. Joe Taylor</a> ], [ <a href="http://www.qrz.com/db/K1JT">http://www.qrz.com/db/K1JT</a> ] und [ <a href="https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke">https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke</a> Steven J. Franke], [ <a href="https://www.qrz.com/db/K9AN">https://www.qrz.com/db/K9AN</a> K9AN].
- FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]].	+ FT8 verwendet denselben [ <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code">https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code</a> LDPC] (174,91)-Code wie [[FT4]]. Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-[[GFSK]]) bei $12000/1920 = 6,25$ Baud. Die Synchronisation verwendet $7 \times 7$ [ <a href="https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array">https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array</a> 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.
- Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung.	
- Details zur 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.	
	+ 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 ([http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8 DXpedition Mode.pdf FT8 DXpedition Mode], auch bekannt als "Fox and Hound" oder "F/H" Betrieb).**

+

**Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf The JT65 Communications Protocol]", der in der Zeitschrift [http://www.arrl.org/qex QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.**

+

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

+

{| 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;"  474,200 kHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  160m
	+   style="text-align:right;"  1,840 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  80m
	+   style="text-align:right;"  3,573 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  60m
	+   style="text-align:right;"  5,357 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  40m
	+   style="text-align:right;"  7,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  630m	+   style="text-align:right;"  30m
-  style="text-align:right;"  474,200 kHz	+   style="text-align:right;"  10,136 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  160m	+   style="text-align:right;"  20m
-  style="text-align:right;"  1,838 MHz	+   style="text-align:right;"  14,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  80m	+   style="text-align:right;"  17m
-  style="text-align:right;"  3,574 MHz	+   style="text-align:right;"  18,100 MHz
	+  -

-	style="text-align:right;"   <b>60m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>15m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>5,357?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>40m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>12m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>7,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>24,915</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>30m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>10m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>10,136</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>28,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>20m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>6m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>14,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>50,313</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>17m</b>	+	style="text-align:right;"
-	style="text-align:right;"   <b>18,102?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>interkontinentale QSO: [<a href="http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php">http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php</a> 50,323 MHz]</b>
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>15m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,100</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>12m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>24,915?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,154</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>10m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>2m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>28,074?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>144,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>6m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>1.25m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>50,274?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 222,174</b> MHz

-		-	
-	style="text-align:right;"   <b>2m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>70cm</b>
-	style="text-align:right;"   <b>144,489?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>432,174</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   70cm	+	style="text-align:right;"   70cm
-	style="text-align:right;"   432,000 MHz	+	style="text-align:right;"   432,500 MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   23cm	+	style="text-align:right;"   23cm
-	style="text-align:right;"   1296,000 MHz	+	style="text-align:right;"   1296,174 MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   13cm	+	style="text-align:right;"   13cm
-	style="text-align:right;"   <b>2301,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
		+	<b>QO-100 Satellit,</b>
			<b>Uplink: 2400,040</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   6cm	+	style="text-align:right;"   6cm
-	style="text-align:right;"   <b>5760,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   3cm	+	style="text-align:right;"   3cm
-	style="text-align:right;"   <b>10368,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   1,25cm	+	style="text-align:right;"   1,25cm
-	style="text-align:right;"   <b>24048,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
}		}	
Die PC-Uhr <b>muss</b> auf <b>2</b> Sekunden genau sein		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</b>	

-	+ <b>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).
- Der <b>JT65</b> Signalrapport für das S/N ist beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-30</b> und <b>-1</b> dB.	+ Der <b>FT8</b> Signalrapport für das S/N ist ( <b>wie der JT9 Signalrapport</b> ) beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-50</b> und <b>+49</b> dB ( <b>diese Angabe muss noch überprüft werden!</b> ).
- In aktuellen <b>JT65</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.6.0) ist die S/N Skala <b>nichtlinear verzerrt oberhalb</b> von <b>-10</b> dB.	+ In aktuellen <b>FT8</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.8.0) ist die S/N Skala <b>in guter Näherung linear, stellt aber keineswegs eine Präzisionsmessung dar.</b>
	+
	+ <b>Moduliert wird mit einer achtstufigen Frequenzumtastung (8-FSK), die Symbolrate entspricht dem Tonabstand von 5.86 Hz.</b>
	+ <b>Die Wellenform hat stetige Phasenübergänge und eine konstante Einhüllende, was die Verwendung von nichtlinearen HF-Endstufen erlaubt.</b>
	+ <b>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</b>
	+ <b>weniger als die Hälfte von QRA64.</b>
	+



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

+ | 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.

+

+ Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * \left[ \frac{2048}{12000} \right] = 13.48s$ .

+

+

+ Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [\[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code](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 *Franke-Taylor* Algorithmus dekodiert, der von [\[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke) Steven J. Franke], [\[https://www.qrz.com/db/K9AN](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](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.

+

Vielleicht kann die Dekodierungsgrenze mittels a posteriori Dekodierung auf -24 dB gedückt werden (Das ist noch unbekannt).

+

+

Weitere Informationen: [<http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT> (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [<https://wsit.sourceforge.io/WSJT>], [<http://ac4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<https://wsit.sourceforge.io/wsitx.html> WSJT-X] [[https://www.facebook.com/groups/FT8.Digital.Mode/about/FT8 Facebook Gruppe](https://www.facebook.com/groups/FT8.Digital.Mode/about/FT8%20Facebook%20Gruppe)] und [<http://www.sigidwiki.com/wiki/FT8> Signal Identification Wiki].

+

+

FT8 und FT4 sind die Betriebsmodi des allerersten [<https://ww-digi.com> World Wide Digi DX Contest ("WW Digi")] 2019.

+

Bis WSJT-X Version 1.6.0 wird mit dem *Algebraic Soft-Decision* Algorithmus von [<https://www.int.ei.tum.de/mitarbeiter/ehemalige->

Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[T9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]], [[FST4]] und [[WSPR]].

- **mitarbeiter/koetter/ Ralf Koetter] und [http://www.iacobsschool.ucsd.edu/faculty/faculty\_bios/index.sfe? fmp\_recid=76 Alexander Vardy] [http://dx.doi.org/10.1109/TIT.2003.819332 (2003)] dekodiert. Dieser Dekoder ist patentiert und nicht im Public Domain.**

+

**Beginnend mit WSJT-X Version 1.7.0 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. Joseph H. Taylor], [https://www.qrz.com/db/K1JT K1JT] in [http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor\_QEX\_2016.pdf QEX-2016] veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der bisherige und wurde nicht patentiert.**

- **JT65 wurde entwickelt und vorgestellt während 2003 für sehr schwache und langsam veränderliche Funkverbindungen, wie sie beispielsweise vorkommen im Zusammenhang mit Troposcatter und Erde-Mond-Erde Verbindungen. Die Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -25 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr nicht mehr wahrgenommen werden können.**

+

**Das [https://wsit.sourceforge.io/FT4\_FT8\_QEX.pdf FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [http://www.arrl.org/qex QEX Artikel] dokumentiert.**

**Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1it/wsit.html WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html**

- **AC4M Digital Radio Site**, [\[http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjitx.html WSJT-X\]](http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjitx.html) und [\[http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65 Signal Identification Wiki\]](http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65).

- **Siehe auch:** [\[\[JT4\]\]](#), [\[\[JT9\]\]](#), [\[\[JT6M\]\]](#), [\[\[QRA64\]\]](#), [\[\[FSK441\]\]](#) und [\[\[WSPR\]\]](#).

+ [https://www.q4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.q4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)

+ [\[\[Datei:FT8 Hinson tips for HF DXers.pdf|alternativtext=FT8 CC BY NG ZL2iFB|links|mini\]\]](#)

---

**Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 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 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [.WSJT-X 2.6.1 Handbuch](#). Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.

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 [7×7 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	474,200 kHz
160m	1,840 MHz
80m	3,573 MHz
60m	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
	QO-100 Satellit, Uplink: 2400,040 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).

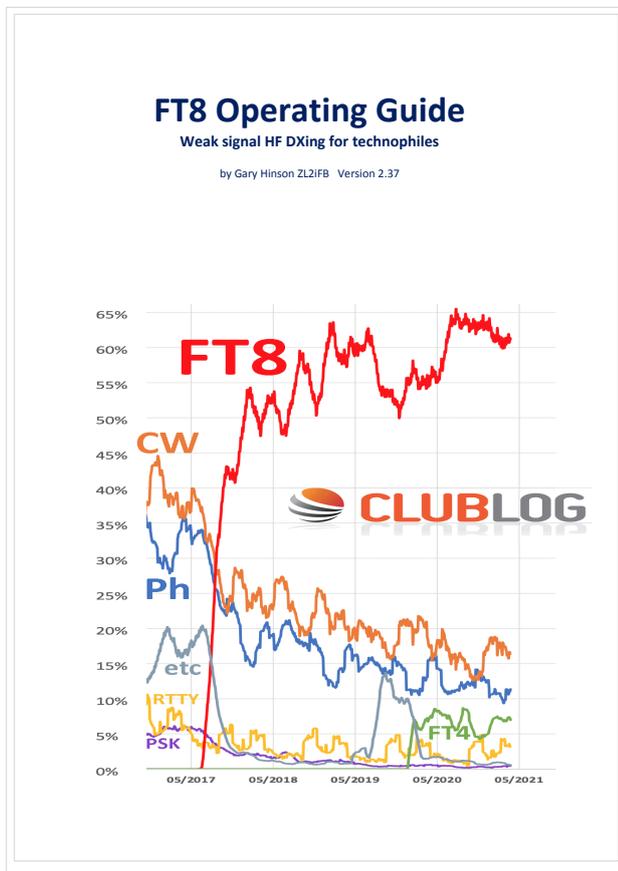
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#).

Das [FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll](#) wurde in einem [QEX Artikel](#) dokumentiert.

[https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)



## FT8: Unterschied zwischen den Versionen

Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen  
 VisuellWikitext

### Version vom 15. August 2017, 23:55 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die Seite wurde neu angelegt: „**Kategorie: Digitale\_Betriebsarten Kategorie:Erde-Mond-Erde** == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 == FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr gee...“)

### Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe . WSJT-X 2.6.1 Handbuch. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.)  
 Markierung: Visuelle Bearbeitung

(89 dazwischenliegende Versionen von 3 Benutzern werden nicht angezeigt)

<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Erde-Mond-Erde</b>]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten.</div>	<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Kurzwelle</b>]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, <b>die seit Juli 2017 existiert und</b> die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten. <b>Diese Betriebsart wurde sehr rasch populär.</b></div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Die aktuelle Programmversion ist <b>WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024)</b>, siehe .[https://wsjt.sourceforge.io/wsitx-doc/wsitx-main-2.6.1.html <b>WSJT-X 2.6.1 Handbuch</b>]. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.</div> <p>+</p>
---	--

- + **FT8 wurde entworfen für multi-hop** [[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E sporadic E](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.
- + **In diesen Situationen wünscht man sich ein schnelles QSO, das die minimal notwendigen QSO-Details für ein QSL austauscht.**
- +
- + **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
- + **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%20ANU%20NAU%20V3.pdf) **FT8 in Theorie und Praxis**] **</b>** von **Norbert Autenruber** [<http://www.qrz.com/db/OE4NAU> OE4NAU] und **Andreas Karner** [<http://www.qrz.com/db/OE3ANU> 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 [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) **WSJT**] v. 1.8.0 durch [[http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr) Joe Taylor] ([<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT]).

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-X**] v. 1.8.0 (**siehe** [[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-1.8.0_de.pdf)]

<p>-</p>	<p>+ <b>deutschsprachiges Benutzerhandbuch</b>) durch [<a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.">http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor, Jr. Joe Taylor</a>], [<a href="http://www.qrz.com/db/K1JT">http://www.qrz.com/db/K1JT</a>] und [<a href="https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke">https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke</a> Steven J. Franke], [<a href="https://www.qrz.com/db/K9AN">https://www.qrz.com/db/K9AN</a> K9AN].</p>
<p>-</p> <p>FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit <b>[[JT65]]</b>, <b>[[JT9]]</b> und <b>[[JT4]]</b>.</p>	<p>+ FT8 verwendet denselben [<a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code_LDPC">https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code LDPC</a>] (174,91)-Code wie <b>[[FT4]]</b>. Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-<b>[[GFSK]]</b>) bei <math>12000/1920 = 6,25</math> Baud. Die Synchronisation verwendet <math>7 \times 7</math> [<a href="https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array">https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array</a> 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 <math>174/3 + 21 = 79</math> beträgt. Die insgesamt belegte Bandbreite beträgt <math>8 \times 6,25 = 50</math> Hz.</p>
<p>- Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung.</p>	
<p>- Details zur 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 <b>[[JT65]] Communications Protocol</b>", der in der Zeitschrift [<a href="http://www.arrl.org/qex">http://www.arrl.org/qex</a> QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.</p>	
	<p>+ FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit <b>[[JT65]]</b>, <b>[[JT9]]</b> und <b>[[JT4]]</b>, 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>

+ 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 ([http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8 DXpedition Mode.pdf FT8 DXpedition Mode], auch bekannt als "Fox and Hound" oder "F/H" Betrieb).

+ Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf The JT65 Communications Protocol]", der in der Zeitschrift [http://www.arrl.org/qex QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.

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

```
{| 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;"  474,200 kHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  160m
	+   style="text-align:right;"  1,840 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  80m
	+   style="text-align:right;"  3,573 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  60m
	+   style="text-align:right;"  5,357 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  40m
	+   style="text-align:right;"  7,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  630m	+   style="text-align:right;"  30m
-  style="text-align:right;"  474,200 kHz	+   style="text-align:right;"  10,136 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  160m	+   style="text-align:right;"  20m
-  style="text-align:right;"  1,838 MHz	+   style="text-align:right;"  14,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  80m	+   style="text-align:right;"  17m
-  style="text-align:right;"  3,574 MHz	+   style="text-align:right;"  18,100 MHz
	+  -

-	style="text-align:right;"   <b>60m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>15m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>5,357?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>40m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>12m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>7,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>24,915</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>30m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>10m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>10,136</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>28,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>20m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>6m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>14,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>50,313</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>17m</b>	+	style="text-align:right;"
-	style="text-align:right;"   <b>18,102?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>interkontinentale QSO: [<a href="http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php">http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php</a> 50,323 MHz]</b>
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>15m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,100</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>12m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>24,915?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,154</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>10m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>2m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>28,074?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>144,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>6m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>1.25m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>50,274?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 222,174</b> MHz

-		-	
-	style="text-align:right;"   <b>2m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>70cm</b>
-	style="text-align:right;"   <b>144,489?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>432,174</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   70cm	+	style="text-align:right;"   70cm
-	style="text-align:right;"   432,000 MHz	+	style="text-align:right;"   432,500 MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   23cm	+	style="text-align:right;"   23cm
-	style="text-align:right;"   1296,000 MHz	+	style="text-align:right;"   1296,174 MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   13cm	+	style="text-align:right;"   13cm
-	style="text-align:right;"   <b>2301,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
		+	<b>QO-100 Satellit,</b>
			<b>Uplink: 2400,040</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   6cm	+	style="text-align:right;"   6cm
-	style="text-align:right;"   <b>5760,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   3cm	+	style="text-align:right;"   3cm
-	style="text-align:right;"   <b>10368,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   1,25cm	+	style="text-align:right;"   1,25cm
-	style="text-align:right;"   <b>24048,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
}		}	
Die PC-Uhr <b>muss</b> auf <b>2</b> Sekunden genau sein		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</b>	

-	+ <b>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).
- Der <b>JT65</b> Signalrapport für das S/N ist beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-30</b> und <b>-1</b> dB.	+ Der <b>FT8</b> Signalrapport für das S/N ist ( <b>wie der JT9 Signalrapport</b> ) beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-50</b> und <b>+49</b> dB ( <b>diese Angabe muss noch überprüft werden!</b> ).
- In aktuellen <b>JT65</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.6.0) ist die S/N Skala <b>nichtlinear verzerrt oberhalb</b> von <b>-10</b> dB.	+ In aktuellen <b>FT8</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.8.0) ist die S/N Skala <b>in guter Näherung linear, stellt aber keineswegs eine Präzisionsmessung dar.</b>
	+
	+ <b>Moduliert wird mit einer achtstufigen Frequenzumtastung (8-FSK), die Symbolrate entspricht dem Tonabstand von 5.86 Hz.</b>
	+ <b>Die Wellenform hat stetige Phasenübergänge und eine konstante Einhüllende, was die Verwendung von nichtlinearen HF-Endstufen erlaubt.</b>
	+ <b>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</b>
	+ <b>weniger als die Hälfte von QRA64.</b>
	+



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

+ | 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.

+

+ Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * \left[ \frac{2048}{12000} \right] = 13.48s$ .

+

+

+ Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [\[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code](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 *Franke-Taylor* Algorithmus dekodiert, der von [\[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke) Steven J. Franke], [\[https://www.qrz.com/db/K9AN](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](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.

+

Vielleicht kann die Dekodierungsgrenze mittels a posteriori Dekodierung auf -24 dB gedreht werden (Das ist noch unbekannt).

+

+

Weitere Informationen: [<http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT> (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [<https://wsit.sourceforge.io/WSJT>], [<http://ac4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<https://wsit.sourceforge.io/wsitx.html> WSJT-X] [[https://www.facebook.com/groups/FT8.Digital.Mode/about/FT8 Facebook Gruppe](https://www.facebook.com/groups/FT8.Digital.Mode/about/FT8-Facebook-Gruppe)] und [[http://www.sigidwiki.com/wiki/FT8 Signal Identification Wiki](http://www.sigidwiki.com/wiki/FT8-Signal-Identification-Wiki)].

+

+

FT8 und FT4 sind die Betriebsmodi des allerersten [<https://ww-digi.com> World Wide Digi DX Contest ("WW Digi")] 2019.

+

Bis WSJT-X Version 1.6.0 wird mit dem *Algebraic Soft-Decision* Algorithmus von [<https://www.int.ei.tum.de/mitarbeiter/ehemalige->

Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[T9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]], [[FST4]] und [[WSPR]].

- **mitarbeiter/koetter/ Ralf Koetter] und [http://www.iacobsschool.ucsd.edu/faculty/faculty\_bios/index.sfe? fmp\_recid=76 Alexander Vardy] [http://dx.doi.org/10.1109/TIT.2003.819332 (2003)] dekodiert. Dieser Dekoder ist patentiert und nicht im Public Domain.**

+

**Beginnend mit WSJT-X Version 1.7.0 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. Joseph H. Taylor], [https://www.qrz.com/db/K1JT K1JT] in [http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor\_QEX\_2016.pdf QEX-2016] veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der bisherige und wurde nicht patentiert.**

- **JT65 wurde entwickelt und vorgestellt während 2003 für sehr schwache und langsam veränderliche Funkverbindungen, wie sie beispielsweise vorkommen im Zusammenhang mit Troposcatter und Erde-Mond-Erde Verbindungen. Die Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -25 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr nicht mehr wahrgenommen werden können.**

+

**Das [https://wsit.sourceforge.io/FT4\_FT8\_QEX.pdf FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [http://www.arrl.org/qex QEX Artikel] dokumentiert.**

**Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1it/wsit.html WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html**

- **AC4M Digital Radio Site**, [\[http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsitx.html WSJT-X\]](http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsitx.html) und [\[http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65 Signal Identification Wiki\]](http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65).

- **Siehe auch:** [\[\[JT4\]\]](#), [\[\[JT9\]\]](#), [\[\[JT6M\]\]](#), [\[\[QRA64\]\]](#), [\[\[FSK441\]\]](#) und [\[\[WSPR\]\]](#).

+ [https://www.q4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.q4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)

+ [\[\[Datei:FT8 Hinson tips for HF DXers.pdf|alternativtext=FT8 CC BY NG ZL2iFB|links|mini\]\]](#)

---

**Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 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 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [.WSJT-X 2.6.1 Handbuch](#). Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.

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 [7×7 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	474,200 kHz
160m	1,840 MHz
80m	3,573 MHz
60m	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 QO-100 Satellit, Uplink: 2400,040 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).

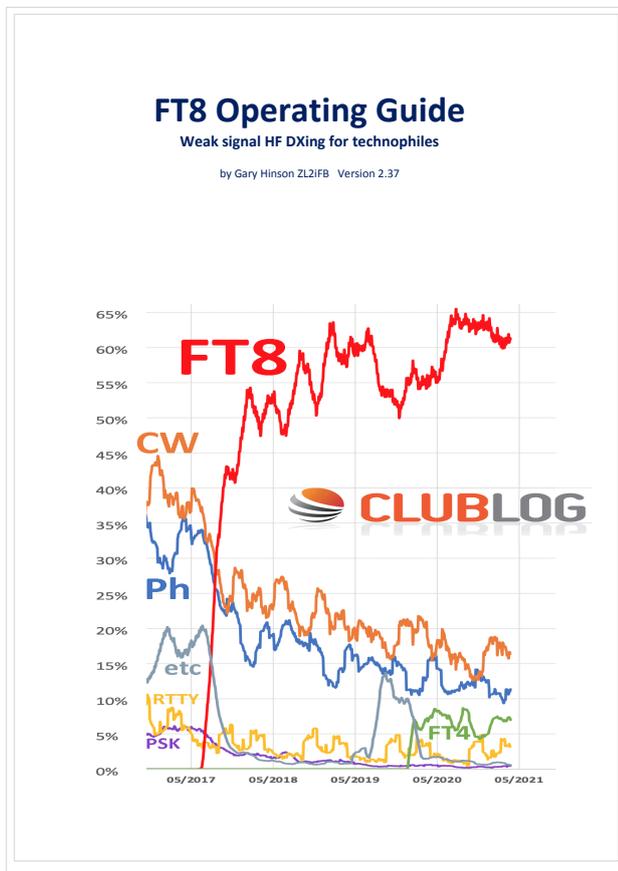
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#).

Das [FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll](#) wurde in einem [QEX Artikel](#) dokumentiert.

[https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)



## FT8: Unterschied zwischen den Versionen

Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen  
 VisuellWikitext

### Version vom 15. August 2017, 23:55 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die Seite wurde neu angelegt: „**Kategorie: Digitale\_Betriebsarten Kategorie:Erde-Mond-Erde** == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 == FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr gee...“)

### Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe . WSJT-X 2.6.1 Handbuch. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.)

Markierung: Visuelle Bearbeitung

(89 dazwischenliegende Versionen von 3 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 1:	Zeile 1:
[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]	[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]
- [[Kategorie: <b>Erde-Mond-Erde</b> ]]	+ [[Kategorie: <b>Kurzwelle</b> ]]
- == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==	+ ==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==
- FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten.	+ FT8 ist eine digitale Betriebsart, <b>die seit Juli 2017 existiert und</b> die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten. <b>Diese Betriebsart wurde sehr rasch populär.</b>
	+ Die aktuelle Programmversion ist <b>WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024)</b> , siehe .[https://wsjt.sourceforge.io/wsitx-doc/wsitx-main-2.6.1.html <b>WSJT-X 2.6.1 Handbuch</b> ]. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.
	+

- + **FT8 wurde entworfen für multi-hop** [[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E sporadic E](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.
- + **In diesen Situationen wünscht man sich ein schnelles QSO, das die minimal notwendigen QSO-Details für ein QSL austauscht.**
- +
- + **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
- + **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%20ANU%20NAU%20V3.pdf) **FT8 in Theorie und Praxis**] </b> von **Norbert Autenruber** [<http://www.qrz.com/db/OE4NAU> OE4NAU] und **Andreas Karner** [<http://www.qrz.com/db/OE3ANU> 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 [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) **WSJT**] v. 1.8.0 durch [[http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr) Joe Taylor] ([<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT]).

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-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)]

-	+ <b>deutschsprachiges Benutzerhandbuch</b> ) durch [ <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr">http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.</a> Joe Taylor], [ <a href="http://www.qrz.com/db/K1JT">http://www.qrz.com/db/K1JT</a> K1JT] und [ <a href="https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke">https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke</a> Steven J. Franke], [ <a href="https://www.qrz.com/db/K9AN">https://www.qrz.com/db/K9AN</a> K9AN].
- FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]].	+ FT8 verwendet denselben [ <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code_LDPC">https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code LDPC</a> ] (174,91)-Code wie [[FT4]]. Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-[[GFSK]]) bei $12000/1920 = 6,25$ Baud. Die Synchronisation verwendet $7 \times 7$ [ <a href="https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array">https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array</a> 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.
- Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung.	
- Details zur 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.	
	+ 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 ([http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8 DXpedition Mode.pdf FT8 DXpedition Mode], auch bekannt als "Fox and Hound" oder "F/H" Betrieb).

+ Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf The JT65 Communications Protocol]", der in der Zeitschrift [http://www.arrl.org/qex QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.

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

```
{| 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;"  474,200 kHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  160m
	+   style="text-align:right;"  1,840 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  80m
	+   style="text-align:right;"  3,573 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  60m
	+   style="text-align:right;"  5,357 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  40m
	+   style="text-align:right;"  7,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  630m	+   style="text-align:right;"  30m
-  style="text-align:right;"  474,200 kHz	+   style="text-align:right;"  10,136 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  160m	+   style="text-align:right;"  20m
-  style="text-align:right;"  1,838 MHz	+   style="text-align:right;"  14,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  80m	+   style="text-align:right;"  17m
-  style="text-align:right;"  3,574 MHz	+   style="text-align:right;"  18,100 MHz
	+  -

-	style="text-align:right;"   <b>60m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>15m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>5,357?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>40m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>12m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>7,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>24,915</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>30m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>10m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>10,136</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>28,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>20m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>6m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>14,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>50,313</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>17m</b>	+	style="text-align:right;"
-	style="text-align:right;"   <b>18,102?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>interkontinentale QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php 50,323</b> MHz]
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>15m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,100</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>12m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>24,915?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,154</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>10m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>2m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>28,074?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>144,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>6m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>1.25m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>50,274?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 222,174</b> MHz

-	-
-   style="text-align:right;"   <b>2m</b>	+   style="text-align:right;"   <b>70cm</b>
-   style="text-align:right;"   <b>144,489?</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>432,174</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   70cm	+   style="text-align:right;"   70cm
-   style="text-align:right;"   432,000 MHz	+   style="text-align:right;"   432,500 MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   23cm	+   style="text-align:right;"   23cm
-   style="text-align:right;"   1296,000 MHz	+   style="text-align:right;"   1296,174 MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   13cm	+   style="text-align:right;"   13cm
-   style="text-align:right;"   <b>2301,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
	+ <b>QO-100 Satellit,</b>
	+ <b>Uplink: 2400,040</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   6cm	+   style="text-align:right;"   6cm
-   style="text-align:right;"   <b>5760,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   3cm	+   style="text-align:right;"   3cm
-   style="text-align:right;"   <b>10368,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   1,25cm	+   style="text-align:right;"   1,25cm
-   style="text-align:right;"   <b>24048,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
}	}
Die PC-Uhr <b>muss</b> auf <b>2</b> Sekunden genau sein	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</b>

-	+ <b>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).
- Der <b>JT65</b> Signalrapport für das S/N ist beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-30</b> und <b>-1</b> dB.	+ Der <b>FT8</b> Signalrapport für das S/N ist ( <b>wie der JT9 Signalrapport</b> ) beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-50</b> und <b>+49</b> dB ( <b>diese Angabe muss noch überprüft werden!</b> ).
- In aktuellen <b>JT65</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.6.0) ist die S/N Skala <b>nichtlinear verzerrt oberhalb</b> von <b>-10</b> dB.	+ In aktuellen <b>FT8</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.8.0) ist die S/N Skala <b>in guter Näherung linear, stellt aber keineswegs eine Präzisionsmessung dar.</b>
	+
	+ <b>Moduliert wird mit einer achtstufigen Frequenzumtastung (8-FSK), die Symbolrate entspricht dem Tonabstand von 5.86 Hz.</b>
	+ <b>Die Wellenform hat stetige Phasenübergänge und eine konstante Einhüllende, was die Verwendung von nichtlinearen HF-Endstufen erlaubt.</b>
	+ <b>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</b>
	+ <b>weniger als die Hälfte von QRA64.</b>
	+

Die zeitliche Synchronisierung wird mittels dreier 7×7 [[https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas array](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array) 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:

- +
- + { | class="wikitable"
- + | style="text-align:right;" |0
- + | style="text-align:right;" |0
- + | style="text-align:right;" |X
- + | style="text-align:right;" |0
- + |-
- + | style="text-align:right;" |0
- + | style="text-align:right;" |X
- + | style="text-align:right;" |0
- + |-
- + | style="text-align:right;" |0

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

+ | 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.**

+

+ **Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * \left[ \frac{2048}{12000} \right] = 13.48s$ .**

+

+

+ **Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [\[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code](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 *Franke-Taylor* Algorithmus dekodiert, der von [\[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke) Steven J. Franke], [\[https://www.qrz.com/db/K9AN](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](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.

+

Vielleicht kann die Dekodierungsgrenze mittels a posteriori Dekodierung auf -24 dB ged rückt werden (Das ist noch unbekannt).

+

+

Weitere Informationen: [<http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT> (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [<https://wsit.sourceforge.io/> WSJT], [<http://ac4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<https://wsit.sourceforge.io/wsitx.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].

+

+

FT8 und FT4 sind die Betriebsmodi des allerersten [<https://ww-digi.com> World Wide Digi DX Contest ("WW Digi")] 2019.

+

Bis WSJT-X Version 1.6.0 wird mit dem *Algebraic Soft-Decision* Algorithmus von [<https://www.int.ei.tum.de/mitarbeiter/ehemalige->

Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[T9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]], [[FST4]] und [[WSPR]].

- **mitarbeiter/koetter/ Ralf Koetter] und [http://www.iacobsschool.ucsd.edu/faculty/faculty\_bios/index.sfe? fmp\_recid=76 Alexander Vardy] [http://dx.doi.org/10.1109/TIT.2003.819332 (2003)] dekodiert. Dieser Dekoder ist patentiert und nicht im Public Domain.**

+

**Beginnend mit WSJT-X Version 1.7.0 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. Joseph H. Taylor], [https://www.qrz.com/db/K1JT K1JT] in [http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor\_QEX\_2016.pdf QEX-2016] veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der bisherige und wurde nicht patentiert.**

- **JT65 wurde entwickelt und vorgestellt während 2003 für sehr schwache und langsam veränderliche Funkverbindungen, wie sie beispielsweise vorkommen im Zusammenhang mit Troposcatter und Erde-Mond-Erde Verbindungen. Die Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -25 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr nicht mehr wahrgenommen werden können.**

+

**Das [https://wsit.sourceforge.io/FT4\_FT8\_QEX.pdf FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [http://www.arrl.org/qex QEX Artikel] dokumentiert.**

**Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1it/wsit.html WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html**

- **AC4M Digital Radio Site**, [\[http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsitx.html\]](http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsitx.html) **WSJT-X** und [\[http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65\]](http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65) **Signal Identification Wiki**.

- **Siehe auch:** [\[\[JT4\]\]](#), [\[\[JT9\]\]](#), [\[\[JT6M\]\]](#), [\[\[QRA64\]\]](#), [\[\[FSK441\]\]](#) und [\[\[WSPR\]\]](#).

+

[https://www.q4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.q4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)

+

[\[\[Datei:FT8 Hinson tips for HF DXers.pdf|alternativtext=FT8 CC BY NG ZL2iFB|links|mini\]\]](#)

---

**Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 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 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [.WSJT-X 2.6.1 Handbuch](#). Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.

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 [7×7 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	474,200 kHz
160m	1,840 MHz
80m	3,573 MHz
60m	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
	QO-100 Satellit, Uplink: 2400,040 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).

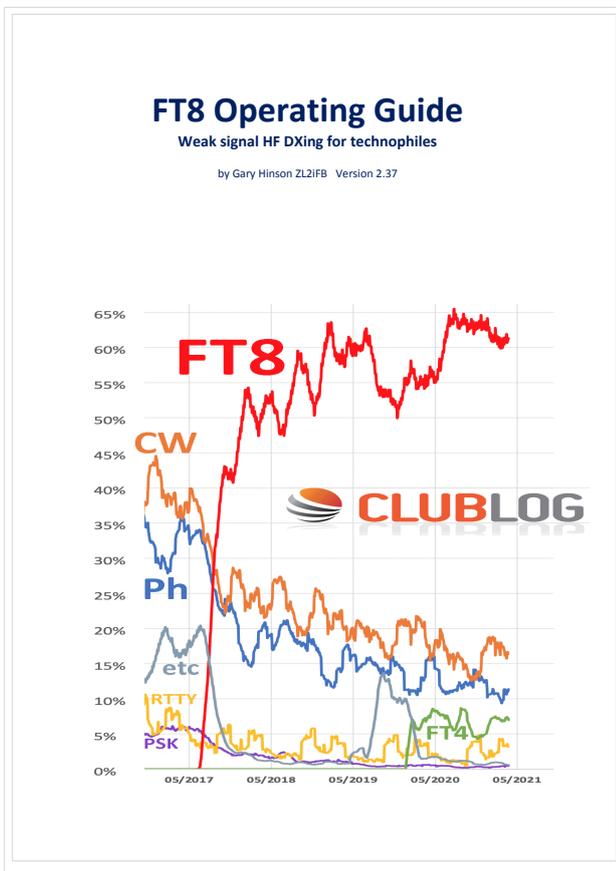
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#).

Das [FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll](#) wurde in einem [QEX Artikel](#) dokumentiert.

[https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)



## FT8: Unterschied zwischen den Versionen

Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen  
 VisuellWikitext

### Version vom 15. August 2017, 23:55 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die Seite wurde neu angelegt: „**Kategorie: Digitale\_Betriebsarten Kategorie:Erde-Mond-Erde** == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 == FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr gee...“)

### Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe . WSJT-X 2.6.1 Handbuch. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.)

Markierung: Visuelle Bearbeitung

(89 dazwischenliegende Versionen von 3 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 1:	Zeile 1:
[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]	[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]
- [[Kategorie: <b>Erde-Mond-Erde</b> ]]	+ [[Kategorie: <b>Kurzwelle</b> ]]
- == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==	+ ==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==
- FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten.	+ FT8 ist eine digitale Betriebsart, <b>die seit Juli 2017 existiert und</b> die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten. <b>Diese Betriebsart wurde sehr rasch populär.</b>
	+ Die aktuelle Programmversion ist <b>WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024)</b> , siehe .[https://wsjt.sourceforge.io/wsitx-doc/wsitx-main-2.6.1.html <b>WSJT-X 2.6.1 Handbuch</b> ]. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.
	+

- + **FT8 wurde entworfen für multi-hop** [[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E sporadic E](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.
- + **In diesen Situationen wünscht man sich ein schnelles QSO, das die minimal notwendigen QSO-Details für ein QSL austauscht.**
- + **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
- + **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%20ANU%20NAU%20V3.pdf) **FT8 in Theorie und Praxis**] </b> von **Norbert Autenruber** [<http://www.qrz.com/db/OE4NAU> OE4NAU] und **Andreas Karner** [<http://www.qrz.com/db/OE3ANU> 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 [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) **WSJT**] v. 1.8.0 durch [[http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr) Joe Taylor] ([<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT]).

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-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)]

-	+ <b>deutschsprachiges Benutzerhandbuch</b> ) durch [ <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.">http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.</a> Joe Taylor], [ <a href="http://www.qrz.com/db/K1JT">http://www.qrz.com/db/K1JT</a> K1JT] und [ <a href="https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke">https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke</a> Steven J. Franke], [ <a href="https://www.qrz.com/db/K9AN">https://www.qrz.com/db/K9AN</a> K9AN].
- FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]].	+ FT8 verwendet denselben [ <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code">https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code</a> LDPC] (174,91)-Code wie [[FT4]]. Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-[[GFSK]]) bei $12000/1920 = 6,25$ Baud. Die Synchronisation verwendet $7 \times 7$ [ <a href="https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array">https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array</a> 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.
- Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung.	
- Details zur 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.arrrl.org/qex">http://www.arrrl.org/qex</a> QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.	
	+ 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 ([http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8 DXpedition Mode.pdf FT8 DXpedition Mode], auch bekannt als "Fox and Hound" oder "F/H" Betrieb).

+ Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf The JT65 Communications Protocol]", der in der Zeitschrift [http://www.arrl.org/qex QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.

- 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 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 1,5 s Zeit hat, für einen Mausclick 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).

```
{| 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;"  474,200 kHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  160m
	+   style="text-align:right;"  1,840 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  80m
	+   style="text-align:right;"  3,573 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  60m
	+   style="text-align:right;"  5,357 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  40m
	+   style="text-align:right;"  7,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  630m	+   style="text-align:right;"  30m
-  style="text-align:right;"  474,200 kHz	+   style="text-align:right;"  10,136 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  160m	+   style="text-align:right;"  20m
-  style="text-align:right;"  1,838 MHz	+   style="text-align:right;"  14,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  80m	+   style="text-align:right;"  17m
-  style="text-align:right;"  3,574 MHz	+   style="text-align:right;"  18,100 MHz
	+  -

-	style="text-align:right;"   <b>60m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>15m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>5,357?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>40m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>12m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>7,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>24,915</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>30m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>10m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>10,136</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>28,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>20m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>6m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>14,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>50,313</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>17m</b>	+	style="text-align:right;"
-	style="text-align:right;"   <b>18,102?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>interkontinentale QSO: [<a href="http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php">http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php</a> 50,323 MHz]</b>
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>15m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,100</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>12m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>24,915?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,154</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>10m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>2m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>28,074?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>144,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>6m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>1.25m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>50,274?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 222,174</b> MHz

-		-	
-	style="text-align:right;"   <b>2m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>70cm</b>
-	style="text-align:right;"   <b>144,489?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>432,174</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   70cm	+	style="text-align:right;"   70cm
-	style="text-align:right;"   432,000 MHz	+	style="text-align:right;"   432,500 MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   23cm	+	style="text-align:right;"   23cm
-	style="text-align:right;"   1296,000 MHz	+	style="text-align:right;"   1296,174 MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   13cm	+	style="text-align:right;"   13cm
-	style="text-align:right;"   <b>2301,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
		+	<b>QO-100 Satellit,</b>
			<b>Uplink: 2400,040</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   6cm	+	style="text-align:right;"   6cm
-	style="text-align:right;"   <b>5760,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   3cm	+	style="text-align:right;"   3cm
-	style="text-align:right;"   <b>10368,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   1,25cm	+	style="text-align:right;"   1,25cm
-	style="text-align:right;"   <b>24048,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
}		}	
Die PC-Uhr <b>muss</b> auf <b>2</b> Sekunden genau sein		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</b>	

-	+ <b>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).
- Der <b>JT65</b> Signalrapport für das S/N ist beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-30</b> und <b>-1</b> dB.	+ Der <b>FT8</b> Signalrapport für das S/N ist ( <b>wie der JT9 Signalrapport</b> ) beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-50</b> und <b>+49</b> dB ( <b>diese Angabe muss noch überprüft werden!</b> ).
- In aktuellen <b>JT65</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.6.0) ist die S/N Skala <b>nichtlinear verzerrt oberhalb</b> von <b>-10</b> dB.	+ In aktuellen <b>FT8</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.8.0) ist die S/N Skala <b>in guter Näherung linear, stellt aber keineswegs eine Präzisionsmessung dar.</b>
	+
	+ <b>Moduliert wird mit einer achtstufigen Frequenzumtastung (8-FSK), die Symbolrate entspricht dem Tonabstand von 5.86 Hz.</b>
	+ <b>Die Wellenform hat stetige Phasenübergänge und eine konstante Einhüllende, was die Verwendung von nichtlinearen HF-Endstufen erlaubt.</b>
	+ <b>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</b>
	+ <b>weniger als die Hälfte von QRA64.</b>
	+



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

+ | 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.**

+

+ **Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * \left[ \frac{2048}{12000} \right] = 13.48s$ .**

+

+

+ **Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [\[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code](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 *Franke-Taylor* Algorithmus dekodiert, der von [\[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke) Steven J. Franke], [\[https://www.qrz.com/db/K9AN](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](https://www.qrz.com/db)**

+

/K1JT K1JT] in [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.

+

Vielleicht kann die Dekodierungsgrenze mittels a posteriori Dekodierung auf -24 dB ged rückt werden (Das ist noch unbekannt).

+

+

Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [https://wsit.sourceforge.io/ WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html AC4M Digital Radio Site], [https://wsit.sourceforge.io/wsitx.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].

+

+

FT8 und FT4 sind die Betriebsmodi des allerersten [[https://ww-digi.com World Wide Digi DX Contest ("WW Digi")]] 2019.

+

Bis WSJT-X Version 1.6.0 wird mit dem *Algebraic Soft-Decision* Algorithmus von [https://www.int.ei.tum.de/mitarbeiter/ehemalige-

Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[T9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]], [[FST4]] und [[WSPR]].

- **mitarbeiter/koetter/ Ralf Koetter] und [http://www.iacobsschool.ucsd.edu/faculty/faculty\_bios/index.sfe? fmp\_recid=76 Alexander Vardy] [http://dx.doi.org/10.1109/TIT.2003.819332 (2003)] dekodiert. Dieser Dekoder ist patentiert und nicht im Public Domain.**

+

**Beginnend mit WSJT-X Version 1.7.0 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. Joseph H. Taylor], [https://www.qrz.com/db/K1JT K1JT] in [http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor\_QEX\_2016.pdf QEX-2016] veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der bisherige und wurde nicht patentiert.**

- **JT65 wurde entwickelt und vorgestellt während 2003 für sehr schwache und langsam veränderliche Funkverbindungen, wie sie beispielsweise vorkommen im Zusammenhang mit Troposcatter und Erde-Mond-Erde Verbindungen. Die Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -25 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr nicht mehr wahrgenommen werden können.**

+

**Das [https://wsit.sourceforge.io/FT4\_FT8\_QEX.pdf FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [http://www.arrl.org/qex QEX Artikel] dokumentiert.**

**Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1it/wsit.html WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html**

- **AC4M Digital Radio Site**, [\[http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsitx.html WSJT-X\]](http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsitx.html) und [\[http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65 Signal Identification Wiki\]](http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65).

- **Siehe auch:** [\[\[JT4\]\]](#), [\[\[JT9\]\]](#), [\[\[JT6M\]\]](#), [\[\[QRA64\]\]](#), [\[\[FSK441\]\]](#) und [\[\[WSPR\]\]](#).

+ [https://www.q4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.q4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)

+ [\[\[Datei:FT8 Hinson tips for HF DXers.pdf|alternativtext=FT8 CC BY NG ZL2iFB|links|mini\]\]](#)

---

**Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 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 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [.WSJT-X 2.6.1 Handbuch](#). Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.

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 [7×7 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	474,200 kHz
160m	1,840 MHz
80m	3,573 MHz
60m	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
	????,??? MHz
13cm	QO-100 Satellit, Uplink: 2400,040 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).

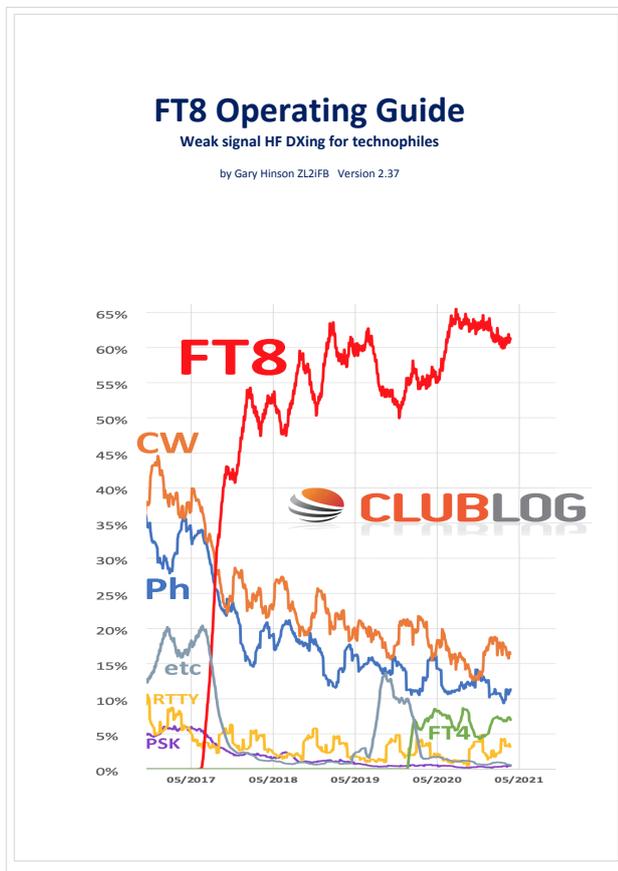
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#).

Das [FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll](#) wurde in einem [QEX Artikel](#) dokumentiert.

[https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)



## FT8: Unterschied zwischen den Versionen

Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen  
 VisuellWikitext

### Version vom 15. August 2017, 23:55 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die Seite wurde neu angelegt: „**Kategorie: Digitale\_Betriebsarten Kategorie:Erde-Mond-Erde** == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 == FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr gee...“)

### Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe . WSJT-X 2.6.1 Handbuch. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.)

Markierung: Visuelle Bearbeitung

(89 dazwischenliegende Versionen von 3 Benutzern werden nicht angezeigt)

<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Erde-Mond-Erde</b>]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten.</div>	<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Kurzwelle</b>]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, <b>die seit Juli 2017 existiert und</b> die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten. <b>Diese Betriebsart wurde sehr rasch populär.</b></div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Die aktuelle Programmversion ist <b>WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024)</b>, siehe .[https://wsjt.sourceforge.io/wsitx-doc/wsitx-main-2.6.1.html <b>WSJT-X 2.6.1 Handbuch</b>]. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.</div> <p>+</p>
---	--

- + **FT8 wurde entworfen für multi-hop** [[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E sporadic E](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.
- + **In diesen Situationen wünscht man sich ein schnelles QSO, das die minimal notwendigen QSO-Details für ein QSL austauscht.**
- +
- + **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
- + **Unterlagen zum Vortrag <b>** [<http://www.mafc.at/veranstaltungen-Dateien/FT8%20in%20Theorie%20und%20Praxis> ANU NAU V3.pdf **FT8 in Theorie und Praxis**] </b> von **Norbert Autenruber** [<http://www.qrz.com/db/OE4NAU> OE4NAU] und **Andreas Karner** [<http://www.qrz.com/db/OE3ANU> 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 [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) **WSJT**] v. 1.8.0 durch [[http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr) Joe Taylor] ([<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT]).

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-X**] v. 1.8.0 (**siehe** [[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-1.8.0_de.pdf)]

-	+ <b>deutschsprachiges Benutzerhandbuch</b> ) durch [ <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.">http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr. Joe Taylor</a> ], [ <a href="http://www.qrz.com/db/K1JT">http://www.qrz.com/db/K1JT</a> ] und [ <a href="https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke">https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke</a> Steven J. Franke], [ <a href="https://www.qrz.com/db/K9AN">https://www.qrz.com/db/K9AN</a> K9AN].
- FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]].	+ FT8 verwendet denselben [ <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code">https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code</a> LDPC] (174,91)-Code wie [[FT4]]. Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-[[GFSK]]) bei $12000/1920 = 6,25$ Baud. Die Synchronisation verwendet $7 \times 7$ [ <a href="https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array">https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array</a> 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.
- Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung.	
- Details zur 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.	
	+ 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 ([http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8 DXpedition Mode.pdf FT8 DXpedition Mode], auch bekannt als "Fox and Hound" oder "F/H" Betrieb).

+ Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf The JT65 Communications Protocol]", der in der Zeitschrift [http://www.arrl.org/qex QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.

- 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 Software bietet die Möglichkeit an, die Auswahl der jeweils folgenden Nachricht im FT8 QSO automatisch zu auswählen und zu senden. Das ist kein Luxus, weil man nur maximal 1,5 s 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).

```
{| 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;"  474,200 kHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  160m
	+   style="text-align:right;"  1,840 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  80m
	+   style="text-align:right;"  3,573 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  60m
	+   style="text-align:right;"  5,357 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  40m
	+   style="text-align:right;"  7,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  630m	+   style="text-align:right;"  30m
-  style="text-align:right;"  474,200 kHz	+   style="text-align:right;"  10,136 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  160m	+   style="text-align:right;"  20m
-  style="text-align:right;"  1,838 MHz	+   style="text-align:right;"  14,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  80m	+   style="text-align:right;"  17m
-  style="text-align:right;"  3,574 MHz	+   style="text-align:right;"  18,100 MHz
	+  -

-	style="text-align:right;"   <b>60m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>15m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>5,357?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>40m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>12m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>7,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>24,915</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>30m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>10m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>10,136</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>28,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>20m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>6m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>14,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>50,313</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>17m</b>	+	style="text-align:right;"
-	style="text-align:right;"   <b>18,102?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>interkontinentale QSO: [<a href="http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php">http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php</a> 50,323 MHz]</b>
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>15m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,100</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>12m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>24,915?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,154</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>10m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>2m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>28,074?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>144,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>6m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>1.25m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>50,274?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 222,174</b> MHz

-		-	
-	style="text-align:right;"   <b>2m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>70cm</b>
-	style="text-align:right;"   <b>144,489?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>432,174</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   70cm	+	style="text-align:right;"   70cm
-	style="text-align:right;"   432,000 MHz	+	style="text-align:right;"   432,500 MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   23cm	+	style="text-align:right;"   23cm
-	style="text-align:right;"   1296,000 MHz	+	style="text-align:right;"   1296,174 MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   13cm	+	style="text-align:right;"   13cm
-	style="text-align:right;"   <b>2301,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
		+	<b>QO-100 Satellit,</b>
			<b>Uplink: 2400,040</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   6cm	+	style="text-align:right;"   6cm
-	style="text-align:right;"   <b>5760,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   3cm	+	style="text-align:right;"   3cm
-	style="text-align:right;"   <b>10368,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   1,25cm	+	style="text-align:right;"   1,25cm
-	style="text-align:right;"   <b>24048,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
}		}	
Die PC-Uhr <b>muss</b> auf <b>2</b> Sekunden genau sein		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</b>	

-	+ <b>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).
- Der <b>JT65</b> Signalrapport für das S/N ist beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-30</b> und <b>-1</b> dB.	+ Der <b>FT8</b> Signalrapport für das S/N ist ( <b>wie der JT9 Signalrapport</b> ) beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-50</b> und <b>+49</b> dB ( <b>diese Angabe muss noch überprüft werden!</b> ).
- In aktuellen <b>JT65</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.6.0) ist die S/N Skala <b>nichtlinear verzerrt oberhalb</b> von <b>-10</b> dB.	+ In aktuellen <b>FT8</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.8.0) ist die S/N Skala <b>in guter Näherung linear, stellt aber keineswegs eine Präzisionsmessung dar.</b>
	+
	+ <b>Moduliert wird mit einer achtstufigen Frequenzumtastung (8-FSK), die Symbolrate entspricht dem Tonabstand von 5.86 Hz.</b>
	+ <b>Die Wellenform hat stetige Phasenübergänge und eine konstante Einhüllende, was die Verwendung von nichtlinearen HF-Endstufen erlaubt.</b>
	+ <b>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</b>
	+ <b>weniger als die Hälfte von QRA64.</b>
	+

Die zeitliche Synchronisierung wird mittels dreier 7×7 [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas\_array 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:

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

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

+ | 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.**

+

+ **Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * \left[ \frac{2048}{12000} \right] = 13.48s$ .**

+

+

+ **Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [\[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code](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 *Franke-Taylor* Algorithmus dekodiert, der von [\[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke) Steven J. Franke], [\[https://www.qrz.com/db/K9AN](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](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.

+

Vielleicht kann die Dekodierungsgrenze mittels a posteriori Dekodierung auf -24 dB gedückt werden (Das ist noch unbekannt).

+

+

Weitere Informationen: [<http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT> (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [<https://wsit.sourceforge.io/> WSJT], [<http://ac4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<https://wsit.sourceforge.io/wsitx.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].

+

+

FT8 und FT4 sind die Betriebsmodi des allerersten [<https://ww-digi.com> World Wide Digi DX Contest ("WW Digi")] 2019.

+

Bis WSJT-X Version 1.6.0 wird mit dem *Algebraic Soft-Decision* Algorithmus von [<https://www.int.ei.tum.de/mitarbeiter/ehemalige->

Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[T9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]], [[FST4]] und [[WSPR]].

- **mitarbeiter/koetter/ Ralf Koetter] und [http://www.iacobsschool.ucsd.edu/faculty/faculty\_bios/index.sfe? fmp\_recid=76 Alexander Vardy] [http://dx.doi.org/10.1109/TIT.2003.819332 (2003)] dekodiert. Dieser Dekoder ist patentiert und nicht im Public Domain.**

+

**Beginnend mit WSJT-X Version 1.7.0 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. Joseph H. Taylor], [https://www.qrz.com/db/K1JT K1JT] in [http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor\_QEX\_2016.pdf QEX-2016] veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der bisherige und wurde nicht patentiert.**

- **JT65 wurde entwickelt und vorgestellt während 2003 für sehr schwache und langsam veränderliche Funkverbindungen, wie sie beispielsweise vorkommen im Zusammenhang mit Troposcatter und Erde-Mond-Erde Verbindungen. Die Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -25 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr nicht mehr wahrgenommen werden können.**

+

**Das [https://wsit.sourceforge.io/FT4\_FT8\_QEX.pdf FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [http://www.arrl.org/qex QEX Artikel] dokumentiert.**

**Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1it/wsit.html WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html**

- **AC4M Digital Radio Site**, [\[http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjitx.html WSJT-X\]](http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjitx.html) und [\[http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65 Signal Identification Wiki\]](http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65).

- **Siehe auch:** [\[\[JT4\]\]](#), [\[\[JT9\]\]](#), [\[\[JT6M\]\]](#), [\[\[QRA64\]\]](#), [\[\[FSK441\]\]](#) und [\[\[WSPR\]\]](#).

+ [https://www.q4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.q4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)

+ [\[\[Datei:FT8 Hinson tips for HF DXers.pdf|alternativtext=FT8 CC BY NG ZL2iFB|links|mini\]\]](#)

---

**Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 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 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [.WSJT-X 2.6.1 Handbuch](#). Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.

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 [7×7 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	474,200 kHz
160m	1,840 MHz
80m	3,573 MHz
60m	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 QO-100 Satellit, Uplink: 2400,040 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).

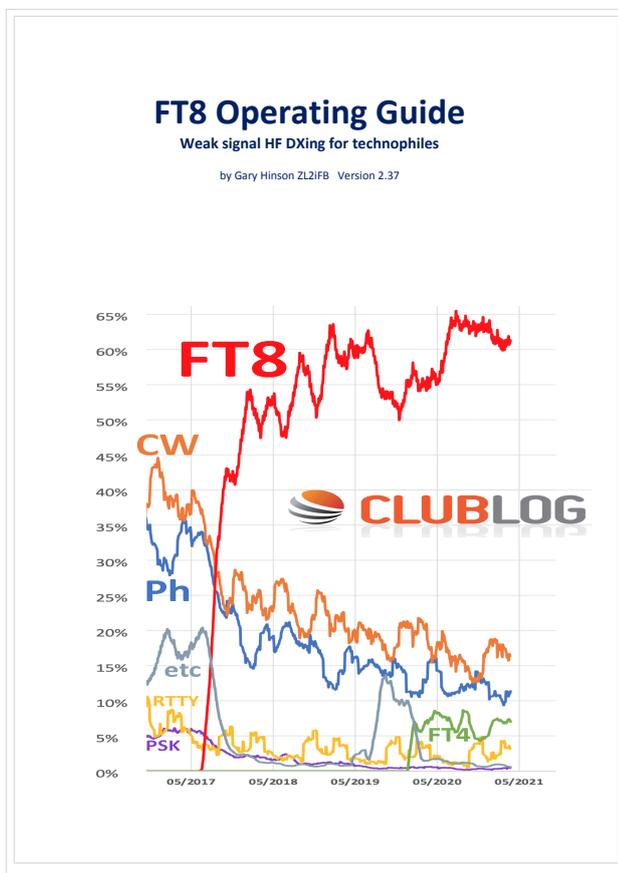
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#).

Das [FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll](#) wurde in einem [QEX Artikel](#) dokumentiert.

[https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)



## FT8: Unterschied zwischen den Versionen

Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen  
 VisuellWikitext

### Version vom 15. August 2017, 23:55 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die Seite wurde neu angelegt: „**Kategorie: Digitale\_Betriebsarten Kategorie:Erde-Mond-Erde** == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 == FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr gee...“)

### Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe . WSJT-X 2.6.1 Handbuch. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.)  
 Markierung: Visuelle Bearbeitung

(89 dazwischenliegende Versionen von 3 Benutzern werden nicht angezeigt)

<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Erde-Mond-Erde</b>]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten.</div>	<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Kurzwelle</b>]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, <b>die seit Juli 2017 existiert und</b> die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten. <b>Diese Betriebsart wurde sehr rasch populär.</b></div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Die aktuelle Programmversion ist <b>WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe .[https://wsjt.sourceforge.io/wsitx-doc/wsitx-main-2.6.1.html WSJT-X 2.6.1 Handbuch]. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.</b></div> <p>+</p>
---	---

- + **FT8 wurde entworfen für multi-hop** [[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E sporadic E](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.
- + **In diesen Situationen wünscht man sich ein schnelles QSO, das die minimal notwendigen QSO-Details für ein QSL austauscht.**
- +
- + **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
- + **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%20ANU%20NAU%20V3.pdf) **FT8 in Theorie und Praxis**] **</b>** von **Norbert Autenruber** [<http://www.qrz.com/db/OE4NAU> OE4NAU] und **Andreas Karner** [<http://www.qrz.com/db/OE3ANU> 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 [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) **WSJT**] v. 1.8.0 durch [[http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr) Joe Taylor] ([<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT]).

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-X**] v. 1.8.0 (**siehe** [[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-1.8.0_de.pdf)]

-	+ <b>deutschsprachiges Benutzerhandbuch</b> ) durch [ <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.">http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.</a> Joe Taylor], [ <a href="http://www.qrz.com/db/K1JT">http://www.qrz.com/db/K1JT</a> K1JT] und [ <a href="https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke">https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke</a> Steven J. Franke], [ <a href="https://www.qrz.com/db/K9AN">https://www.qrz.com/db/K9AN</a> K9AN].
- FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]].	+ FT8 verwendet denselben [ <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code">https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code</a> LDPC] (174,91)-Code wie [[FT4]]. Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-[[GFSK]]) bei $12000/1920 = 6,25$ Baud. Die Synchronisation verwendet $7 \times 7$ [ <a href="https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array">https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array</a> 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.
- Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung.	
- Details zur 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.	
	+ 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 ([http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8 DXpedition Mode.pdf FT8 DXpedition Mode], auch bekannt als "Fox and Hound" oder "F/H" Betrieb).**

+

**Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf The JT65 Communications Protocol]", der in der Zeitschrift [http://www.arrl.org/qex QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.**

+

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

+

{| 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;"  474,200 kHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  160m
	+   style="text-align:right;"  1,840 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  80m
	+   style="text-align:right;"  3,573 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  60m
	+   style="text-align:right;"  5,357 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  40m
	+   style="text-align:right;"  7,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  630m	+   style="text-align:right;"  30m
-  style="text-align:right;"  474,200 kHz	+   style="text-align:right;"  10,136 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  160m	+   style="text-align:right;"  20m
-  style="text-align:right;"  1,838 MHz	+   style="text-align:right;"  14,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  80m	+   style="text-align:right;"  17m
-  style="text-align:right;"  3,574 MHz	+   style="text-align:right;"  18,100 MHz
	+  -

-	style="text-align:right;"   <b>60m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>15m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>5,357?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>40m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>12m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>7,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>24,915</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>30m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>10m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>10,136</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>28,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>20m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>6m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>14,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>50,313</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>17m</b>	+	style="text-align:right;"
-	style="text-align:right;"   <b>18,102?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>interkontinentale QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php 50,323</b> MHz]
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>15m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,100</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>12m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>24,915?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,154</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>10m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>2m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>28,074?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>144,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>6m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>1.25m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>50,274?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 222,174</b> MHz

-		-
-   style="text-align:right;"   <b>2m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>70cm</b>
-   style="text-align:right;"   <b>144,489?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>432,174</b> MHz
-		-
-   style="text-align:right;"   70cm	+	style="text-align:right;"   70cm
-   style="text-align:right;"   432,000 MHz	+	style="text-align:right;"   432,500 MHz
-		-
-   style="text-align:right;"   23cm	+	style="text-align:right;"   23cm
-   style="text-align:right;"   1296,000 MHz	+	style="text-align:right;"   1296,174 MHz
-		-
-   style="text-align:right;"   13cm	+	style="text-align:right;"   13cm
-   style="text-align:right;"   <b>2301,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
		<b>QO-100 Satellit,</b>
	+	<b>Uplink: 2400,040</b> MHz
-		-
-   style="text-align:right;"   6cm	+	style="text-align:right;"   6cm
-   style="text-align:right;"   <b>5760,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
-		-
-   style="text-align:right;"   3cm	+	style="text-align:right;"   3cm
-   style="text-align:right;"   <b>10368,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
-		-
-   style="text-align:right;"   1,25cm	+	style="text-align:right;"   1,25cm
-   style="text-align:right;"   <b>24048,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
}		}
Die PC-Uhr <b>muss</b> auf <b>2</b> Sekunden genau sein		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</b>

-	+ <b>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).
- Der <b>JT65</b> Signalrapport für das S/N ist beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-30</b> und <b>-1</b> dB.	+ Der <b>FT8</b> Signalrapport für das S/N ist ( <b>wie der JT9 Signalrapport</b> ) beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-50</b> und <b>+49</b> dB ( <b>diese Angabe muss noch überprüft werden!</b> ).
- In aktuellen <b>JT65</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.6.0) ist die S/N Skala <b>nichtlinear verzerrt oberhalb</b> von <b>-10</b> dB.	+ In aktuellen <b>FT8</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.8.0) ist die S/N Skala <b>in guter Näherung linear, stellt aber keineswegs eine Präzisionsmessung dar.</b>
	+
	+ <b>Moduliert wird mit einer achtstufigen Frequenzumtastung (8-FSK), die Symbolrate entspricht dem Tonabstand von 5.86 Hz.</b>
	+ <b>Die Wellenform hat stetige Phasenübergänge und eine konstante Einhüllende, was die Verwendung von nichtlinearen HF-Endstufen erlaubt.</b>
	+ <b>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</b>
	+ <b>weniger als die Hälfte von QRA64.</b>
	+



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

+ | 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.

+

+ Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * \left[ \frac{2048}{12000} \right] = 13.48s$ .

+

+

+ Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [\[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code](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 *Franke-Taylor* Algorithmus dekodiert, der von [\[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke) Steven J. Franke], [\[https://www.qrz.com/db/K9AN](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](https://www.qrz.com/db)

+

/K1JT K1JT] in [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.

+

Vielleicht kann die Dekodierungsgrenze mittels a posteriori Dekodierung auf -24 dB gedückt werden (Das ist noch unbekannt).

+

+

Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [https://wsit.sourceforge.io/ WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html AC4M Digital Radio Site], [https://wsit.sourceforge.io/wsitx.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].

+

+

FT8 und FT4 sind die Betriebsmodi des allerersten [[https://ww-digi.com World Wide Digi DX Contest ("WW Digi")]] 2019.

+

Bis WSJT-X Version 1.6.0 wird mit dem *Algebraic Soft-Decision* Algorithmus von [https://www.int.ei.tum.de/mitarbeiter/ehemalige-

Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[T9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]], [[FST4]] und [[WSPR]].

- **mitarbeiter/koetter/ Ralf Koetter] und [http://www.iacobsschool.ucsd.edu/faculty/faculty\_bios/index.sfe? fmp\_recid=76 Alexander Vardy] [http://dx.doi.org/10.1109/TIT.2003.819332 (2003)] dekodiert. Dieser Dekoder ist patentiert und nicht im Public Domain.**

+

**Beginnend mit WSJT-X Version 1.7.0 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. Joseph H. Taylor], [https://www.qrz.com/db/K1JT K1JT] in [http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor\_QEX\_2016.pdf QEX-2016] veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der bisherige und wurde nicht patentiert.**

- **JT65 wurde entwickelt und vorgestellt während 2003 für sehr schwache und langsam veränderliche Funkverbindungen, wie sie beispielsweise vorkommen im Zusammenhang mit Troposcatter und Erde-Mond-Erde Verbindungen. Die Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -25 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr nicht mehr wahrgenommen werden können.**

+

**Das [https://wsit.sourceforge.io/FT4\_FT8\_QEX.pdf FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [http://www.arrl.org/qex QEX Artikel] dokumentiert.**

**Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1it/wsit.html WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html**

- **AC4M Digital Radio Site**, [\[http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx.html WSJT-X\]](http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx.html) und [\[http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65 Signal Identification Wiki\]](http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65).

- **Siehe auch:** [\[\[JT4\]\]](#), [\[\[JT9\]\]](#), [\[\[JT6M\]\]](#), [\[\[QRA64\]\]](#), [\[\[FSK441\]\]](#) und [\[\[WSPR\]\]](#).

+ [https://www.q4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.q4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)

+ [\[\[Datei:FT8 Hinson tips for HF DXers.pdf|alternativtext=FT8 CC BY NG ZL2iFB|links|mini\]\]](#)

---

**Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 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 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [.WSJT-X 2.6.1 Handbuch](#). Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.

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 [7×7 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	474,200 kHz
160m	1,840 MHz
80m	3,573 MHz
60m	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 QO-100 Satellit, Uplink: 2400,040 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).

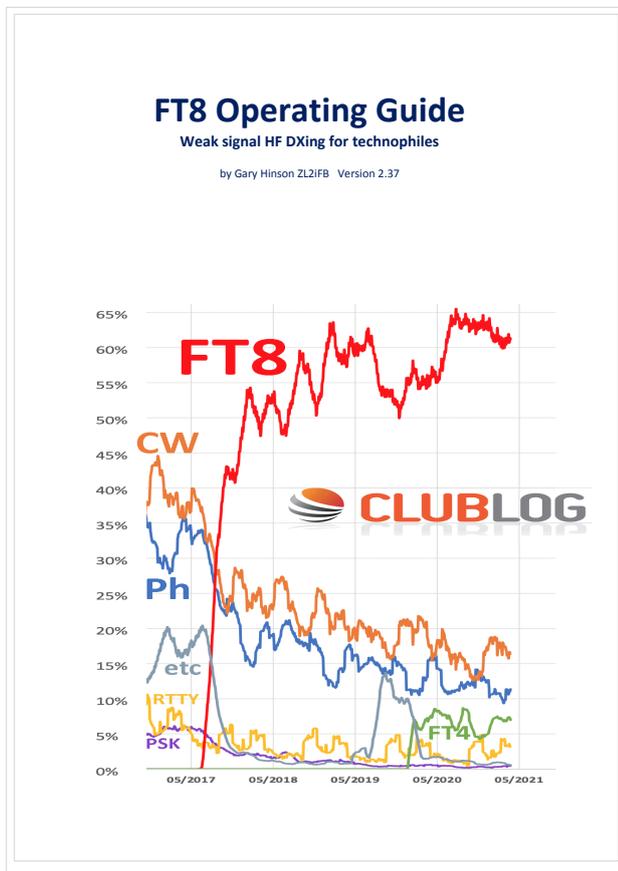
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#).

Das [FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll](#) wurde in einem [QEX Artikel](#) dokumentiert.

[https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)



## FT8: Unterschied zwischen den Versionen

Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen  
 VisuellWikitext

### Version vom 15. August 2017, 23:55 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die Seite wurde neu angelegt: „**Kategorie: Digitale\_Betriebsarten Kategorie:Erde-Mond-Erde** == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 == FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr gee...“)

### Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe . WSJT-X 2.6.1 Handbuch. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.)  
 Markierung: Visuelle Bearbeitung

(89 dazwischenliegende Versionen von 3 Benutzern werden nicht angezeigt)

<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Erde-Mond-Erde</b>]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten.</div>	<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Kurzwelle</b>]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, <b>die seit Juli 2017 existiert und</b> die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten. <b>Diese Betriebsart wurde sehr rasch populär.</b></div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Die aktuelle Programmversion ist <b>WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024)</b>, siehe .[https://wsjt.sourceforge.io/wsitx-doc/wsitx-main-2.6.1.html <b>WSJT-X 2.6.1 Handbuch</b>]. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.</div> <p>+</p>
---	--

- + **FT8 wurde entworfen für multi-hop** [[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E sporadic E](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.
- + **In diesen Situationen wünscht man sich ein schnelles QSO, das die minimal notwendigen QSO-Details für ein QSL austauscht.**
- +
- + **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
- + **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%20ANU%20NAU%20V3.pdf) **FT8 in Theorie und Praxis**] **</b>** von **Norbert Autenruber** [<http://www.qrz.com/db/OE4NAU> OE4NAU] und **Andreas Karner** [<http://www.qrz.com/db/OE3ANU> 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 [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) **WSJT**] v. 1.8.0 durch [[http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.) Joe Taylor] ([<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT]).

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-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)]

-	+ <b>deutschsprachiges Benutzerhandbuch</b> ) durch [ <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.">http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr. Joe Taylor</a> ], [ <a href="http://www.qrz.com/db/K1JT">http://www.qrz.com/db/K1JT</a> ] und [ <a href="https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke">https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke</a> Steven J. Franke], [ <a href="https://www.qrz.com/db/K9AN">https://www.qrz.com/db/K9AN</a> K9AN].
- FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit <b>[[JT65]]</b> , <b>[[JT9]]</b> und <b>[[JT4]]</b> .	+ FT8 verwendet denselben [ <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code_LDPC">https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code LDPC</a> ] (174,91)-Code wie <b>[[FT4]]</b> . Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8- <b>[[GFSK]]</b> ) bei $12000/1920 = 6,25$ Baud. Die Synchronisation verwendet $7 \times 7$ [ <a href="https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array">https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array</a> 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.
- Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung.	
- Details zur 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 <b>JT65 Communications Protocol</b> ", der in der Zeitschrift [ <a href="http://www.arrl.org/qex">http://www.arrl.org/qex</a> QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.	
	+ FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit <b>[[JT65]]</b> , <b>[[JT9]]</b> und <b>[[JT4]]</b> , 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 ([http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8 DXpedition Mode.pdf FT8 DXpedition Mode], auch bekannt als "Fox and Hound" oder "F/H" Betrieb).

+ Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf The JT65 Communications Protocol]", der in der Zeitschrift [http://www.arrl.org/qex QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.

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

```
{| 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;"  474,200 kHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  160m
	+   style="text-align:right;"  1,840 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  80m
	+   style="text-align:right;"  3,573 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  60m
	+   style="text-align:right;"  5,357 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  40m
	+   style="text-align:right;"  7,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  630m	+   style="text-align:right;"  30m
-  style="text-align:right;"  474,200 kHz	+   style="text-align:right;"  10,136 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  160m	+   style="text-align:right;"  20m
-  style="text-align:right;"  1,838 MHz	+   style="text-align:right;"  14,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  80m	+   style="text-align:right;"  17m
-  style="text-align:right;"  3,574 MHz	+   style="text-align:right;"  18,100 MHz
	+  -

-	style="text-align:right;"   <b>60m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>15m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>5,357?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>40m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>12m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>7,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>24,915</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>30m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>10m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>10,136</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>28,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>20m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>6m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>14,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>50,313</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>17m</b>	+	style="text-align:right;"
-	style="text-align:right;"   <b>18,102?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>interkontinentale QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php 50,323</b> MHz]
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>15m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,100</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>12m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>24,915?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,154</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>10m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>2m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>28,074?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>144,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>6m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>1.25m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>50,274?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 222,174</b> MHz

-	-
-   style="text-align:right;"   <b>2m</b>	+   style="text-align:right;"   <b>70cm</b>
-   style="text-align:right;"   <b>144,489?</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>432,174</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   70cm	+   style="text-align:right;"   70cm
-   style="text-align:right;"   432,000 MHz	+   style="text-align:right;"   432,500 MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   23cm	+   style="text-align:right;"   23cm
-   style="text-align:right;"   1296,000 MHz	+   style="text-align:right;"   1296,174 MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   13cm	+   style="text-align:right;"   13cm
-   style="text-align:right;"   <b>2301,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
	+ <b>QO-100 Satellit,</b>
	<b>Uplink: 2400,040</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   6cm	+   style="text-align:right;"   6cm
-   style="text-align:right;"   <b>5760,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   3cm	+   style="text-align:right;"   3cm
-   style="text-align:right;"   <b>10368,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   1,25cm	+   style="text-align:right;"   1,25cm
-   style="text-align:right;"   <b>24048,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
}	}
Die PC-Uhr <b>muss</b> auf <b>2</b> Sekunden genau sein	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</b>

-	+ <b>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).
- Der <b>JT65</b> Signalrapport für das S/N ist beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-30</b> und <b>-1</b> dB.	+ Der <b>FT8</b> Signalrapport für das S/N ist ( <b>wie der JT9 Signalrapport</b> ) beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-50</b> und <b>+49</b> dB ( <b>diese Angabe muss noch überprüft werden!</b> ).
- In aktuellen <b>JT65</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.6.0) ist die S/N Skala <b>nichtlinear verzerrt oberhalb</b> von <b>-10</b> dB.	+ In aktuellen <b>FT8</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.8.0) ist die S/N Skala <b>in guter Näherung linear, stellt aber keineswegs eine Präzisionsmessung dar.</b>
	+
	+ <b>Moduliert wird mit einer achtstufigen Frequenzumtastung (8-FSK), die Symbolrate entspricht dem Tonabstand von 5.86 Hz.</b>
	+ <b>Die Wellenform hat stetige Phasenübergänge und eine konstante Einhüllende, was die Verwendung von nichtlinearen HF-Endstufen erlaubt.</b>
	+ <b>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</b>
	+ <b>weniger als die Hälfte von QRA64.</b>
	+



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

+ | 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.

+

+ Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * \left[ \frac{2048}{12000} \right] = 13.48s$ .

+

+

+ Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [\[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code](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 *Franke-Taylor* Algorithmus dekodiert, der von [\[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke) Steven J. Franke], [\[https://www.qrz.com/db/K9AN](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](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.

+

Vielleicht kann die Dekodierungsgrenze mittels a posteriori Dekodierung auf -24 dB gedückt werden (Das ist noch unbekannt).

+

+

Weitere Informationen: [<http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT> (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [<https://wsit.sourceforge.io/> WSJT], [<http://ac4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<https://wsit.sourceforge.io/wsitx.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].

+

+

FT8 und FT4 sind die Betriebsmodi des allerersten [<https://ww-digi.com> World Wide Digi DX Contest ("WW Digi")] 2019.

+

Bis WSJT-X Version 1.6.0 wird mit dem *Algebraic Soft-Decision* Algorithmus von [<https://www.int.ei.tum.de/mitarbeiter/ehemalige->

Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[T9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]], [[FST4]] und [[WSPR]].

- **mitarbeiter/koetter/ Ralf Koetter] und [http://www.iacobsschool.ucsd.edu/faculty/faculty\_bios/index.sfe? fmp\_recid=76 Alexander Vardy] [http://dx.doi.org/10.1109/TIT.2003.819332 (2003)] dekodiert. Dieser Dekoder ist patentiert und nicht im Public Domain.**

+

**Beginnend mit WSJT-X Version 1.7.0 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. Joseph H. Taylor], [https://www.qrz.com/db/K1JT K1JT] in [http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor\_QEX\_2016.pdf QEX-2016] veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der bisherige und wurde nicht patentiert.**

- **JT65 wurde entwickelt und vorgestellt während 2003 für sehr schwache und langsam veränderliche Funkverbindungen, wie sie beispielsweise vorkommen im Zusammenhang mit Troposcatter und Erde-Mond-Erde Verbindungen. Die Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -25 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr nicht mehr wahrgenommen werden können.**

+

**Das [https://wsit.sourceforge.io/FT4\_FT8\_QEX.pdf FT4 FT8 QEX.pdf FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [http://www.arrl.org/qex QEX Artikel] dokumentiert.**

**Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1it/wsit.html WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html**

- **AC4M Digital Radio Site**, [\[http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjitx.html WSJT-X\]](http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjitx.html) und [\[http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65 Signal Identification Wiki\]](http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65).

- **Siehe auch:** [\[\[JT4\]\]](#), [\[\[JT9\]\]](#), [\[\[JT6M\]\]](#), [\[\[QRA64\]\]](#), [\[\[FSK441\]\]](#) und [\[\[WSPR\]\]](#).

+ [https://www.q4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.q4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)

+ [\[\[Datei:FT8 Hinson tips for HF DXers.pdf|alternativtext=FT8 CC BY NG ZL2iFB|links|mini\]\]](#)

---

**Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 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 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [.WSJT-X 2.6.1 Handbuch](#). Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.

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 [7×7 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	474,200 kHz
160m	1,840 MHz
80m	3,573 MHz
60m	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 QO-100 Satellit, Uplink: 2400,040 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).

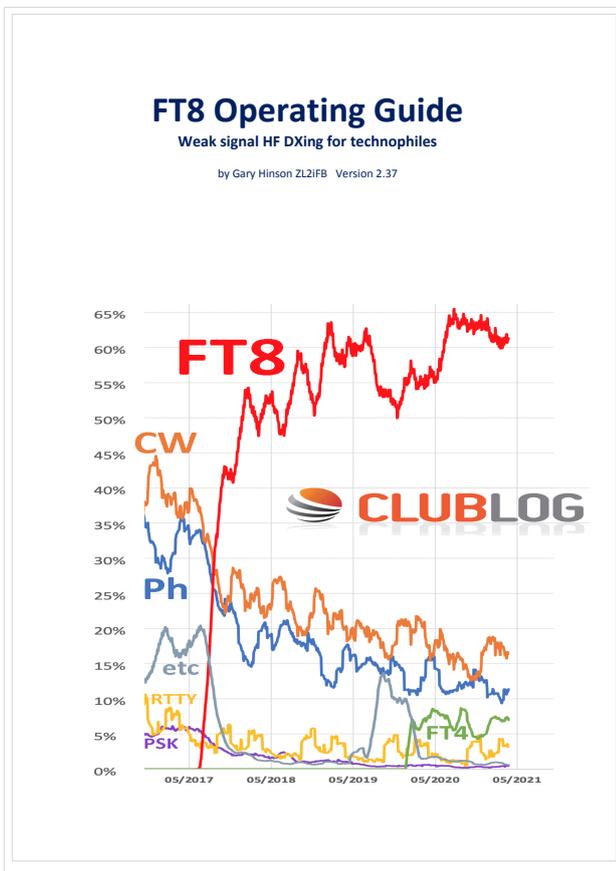
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#).

Das [FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll](#) wurde in einem [QEX Artikel](#) dokumentiert.

[https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)



## Unterkategorien

Diese Kategorie enthält nur die folgende Unterkategorie:

### D

- ▶ [Digitaler Backbone](#) (45 S)

---

## Seiten in der Kategorie „Digitale Betriebsarten“

---

Folgende 65 Seiten sind in dieser Kategorie, von 65 insgesamt.

### A

- [Abkürzungen](#)
- [Adressierung bei C4FM](#)
- [Adressierung bei Dstar](#)
- [AGSM](#)
- [AGSM Amateur-GSM Projekt- Reichweite](#)
- [AMTOR](#)
- [APCO25-Allgemein](#)

### C

- [CW-MorsePod](#)

### D

- [D4C - Digital4Capitals](#)
- [Digitale Sprache Präsentationen](#)
- [DMR-Standard](#)

### E

- [Email im digitalen Netz](#)

### F

- [FAX](#)
- [FSK 31](#)
- [FSK441](#)
- [FST4](#)
- [FT4](#)
- [FT8](#)

### G

- [Grundlagen Digitale Betriebsarten](#)

### H

- [Hard und Software-Digitale Betriebsarten](#)
- [Hardwareanschluss bei WSJT](#)
- [Hellschreiber](#)

### J

- [JT4](#)

- 
- [JT65](#)
  - [JT6M](#)
  - [JT9](#)

## L

- [Links](#)

## M

- [Mailbox - BBS](#)
- [MEPT - a WSPR beacon](#)
- [MFSK 16](#)
- [Modulationsarten](#)
- [Morse \(CW\) - Software](#)
- [MSK144](#)
- [MT63](#)

## O

- [OE1SJB mit PACTOR QRV](#)
- [Olivia](#)

## P

- [Packet Radio](#)
- [PACTOR](#)
- [Pi-star](#)
- [PSK31](#)

## Q

- [Q65](#)
- [QRA64](#)
- [QTC-Net](#)

## R

- [Reflektoren im IPSC2](#)
- [ROS](#)
- [RTTY](#)

## S

- [SAMNET](#)
- [SIM31](#)
- [SSTV](#)
- [SvxLink](#)
- [SvxReflector](#)

**T**

- [TCE Tinycore Linux Projekt](#)
- [TETRA-DMO-Vernetzung](#)
- [TG ID YCS232](#)
- [TG im Brandmeister](#)
- [TG und TS im IPSC2](#)
- [Throb](#)
- [Tipps und Tricks-Digitale Betriebsarten](#)

**U**

- [Userequipment HAMNETmesh](#)
- [Userequipment HAMNETpoweruser](#)

**V**

- [VoIP - HAMSIP](#)
- [VoIP Codec Uebersicht](#)
- [VoIP Einstellungen](#)

**W**

- [WINMOR](#)
- [WSPR](#)

## FT8: Unterschied zwischen den Versionen

Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen  
 VisuellWikitext

### Version vom 15. August 2017, 23:55 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die Seite wurde neu angelegt: „**Kategorie: Digitale\_Betriebsarten Kategorie:Erde-Mond-Erde** == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 == FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr gee...“)

### Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe . WSJT-X 2.6.1 Handbuch. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.)  
 Markierung: Visuelle Bearbeitung

(89 dazwischenliegende Versionen von 3 Benutzern werden nicht angezeigt)

<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>–</p> <div style="border: 2px solid orange; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Erde-Mond-Erde</b>]]</div> <p>–</p> <div style="border: 2px solid orange; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==</div> <p>–</p> <div style="border: 2px solid orange; padding: 2px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten.</div>	<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Kurzwelle</b>]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, <b>die seit Juli 2017 existiert und</b> die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten. <b>Diese Betriebsart wurde sehr rasch populär.</b></div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Die aktuelle Programmversion ist <b>WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024)</b>, siehe .[https://wsjt.sourceforge.io/wsitx-doc/wsitx-main-2.6.1.html <b>WSJT-X 2.6.1 Handbuch</b>]. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.</div> <p>+</p>
---	--

- + **FT8 wurde entworfen für multi-hop** [[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E sporadic E](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.
- + **In diesen Situationen wünscht man sich ein schnelles QSO, das die minimal notwendigen QSO-Details für ein QSL austauscht.**
- +
- + **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
- + **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%20ANU%20NAU%20V3.pdf) **FT8 in Theorie und Praxis**] </b> von **Norbert Autenruber** [<http://www.qrz.com/db/OE4NAU> OE4NAU] und **Andreas Karner** [<http://www.qrz.com/db/OE3ANU> 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 [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) **WSJT**] v. 1.8.0 durch [[http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr) Joe Taylor] ([<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT]).

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-X**] v. 1.8.0 (**siehe** [[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-1.8.0_de.pdf)]

-	+ <b>deutschsprachiges Benutzerhandbuch</b> ) durch [ <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr">http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.</a> Joe Taylor], [ <a href="http://www.qrz.com/db/K1JT">http://www.qrz.com/db/K1JT</a> K1JT] und [ <a href="https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke">https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke</a> Steven J. Franke], [ <a href="https://www.qrz.com/db/K9AN">https://www.qrz.com/db/K9AN</a> K9AN].
- FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]].	+ FT8 verwendet denselben [ <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code">https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code</a> LDPC] (174,91)-Code wie [[FT4]]. Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-[[GFSK]]) bei $12000/1920 = 6,25$ Baud. Die Synchronisation verwendet $7 \times 7$ [ <a href="https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array">https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array</a> 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.
- Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung.	
- Details zur 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.arrrl.org/qex">http://www.arrrl.org/qex</a> QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.	
	+ 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 ([[http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8 DXpedition Mode.pdf](http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8%20DXpedition%20Mode.pdf)] FT8 DXpedition Mode), auch bekannt als "Fox and Hound" oder "F/H" Betrieb).**

+

**Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[<http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf>] The JT65 Communications Protocol", der in der Zeitschrift [<http://www.arrl.org/qex>] während 2005 veröffentlicht wurde.**

+

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 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 1,5 s 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).

+

{| 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;"  474,200 kHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  160m
	+   style="text-align:right;"  1,840 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  80m
	+   style="text-align:right;"  3,573 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  60m
	+   style="text-align:right;"  5,357 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  40m
	+   style="text-align:right;"  7,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  630m	+   style="text-align:right;"  30m
-  style="text-align:right;"  474,200 kHz	+   style="text-align:right;"  10,136 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  160m	+   style="text-align:right;"  20m
-  style="text-align:right;"  1,838 MHz	+   style="text-align:right;"  14,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  80m	+   style="text-align:right;"  17m
-  style="text-align:right;"  3,574 MHz	+   style="text-align:right;"  18,100 MHz
	+  -

-	style="text-align:right;"   <b>60m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>15m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>5,357?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>40m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>12m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>7,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>24,915</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>30m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>10m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>10,136</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>28,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>20m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>6m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>14,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>50,313</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>17m</b>	+	style="text-align:right;"
-	style="text-align:right;"   <b>18,102?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>interkontinentale QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php 50,323</b> MHz]
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>15m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,100</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>12m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>24,915?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,154</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>10m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>2m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>28,074?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>144,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>6m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>1.25m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>50,274?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 222,174</b> MHz

-	-
-   style="text-align:right;"   <b>2m</b>	+   style="text-align:right;"   <b>70cm</b>
-   style="text-align:right;"   <b>144,489?</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>432,174</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   70cm	+   style="text-align:right;"   70cm
-   style="text-align:right;"   432,000 MHz	+   style="text-align:right;"   432,500 MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   23cm	+   style="text-align:right;"   23cm
-   style="text-align:right;"   1296,000 MHz	+   style="text-align:right;"   1296,174 MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   13cm	+   style="text-align:right;"   13cm
-   style="text-align:right;"   <b>2301,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
	+ <b>QO-100 Satellit,</b>
	<b>Uplink: 2400,040</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   6cm	+   style="text-align:right;"   6cm
-   style="text-align:right;"   <b>5760,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   3cm	+   style="text-align:right;"   3cm
-   style="text-align:right;"   <b>10368,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   1,25cm	+   style="text-align:right;"   1,25cm
-   style="text-align:right;"   <b>24048,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
}	}
Die PC-Uhr <b>muss</b> auf <b>2</b> Sekunden genau sein	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</b>

-	+ <b>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).
- Der <b>JT65</b> Signalrapport für das S/N ist beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-30</b> und <b>-1</b> dB.	+ Der <b>FT8</b> Signalrapport für das S/N ist ( <b>wie der JT9 Signalrapport</b> ) beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-50</b> und <b>+49</b> dB ( <b>diese Angabe muss noch überprüft werden!</b> ).
- In aktuellen <b>JT65</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.6.0) ist die S/N Skala <b>nichtlinear verzerrt oberhalb</b> von <b>-10</b> dB.	+ In aktuellen <b>FT8</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.8.0) ist die S/N Skala <b>in guter Näherung linear, stellt aber keineswegs eine Präzisionsmessung dar.</b>
	+
	+ <b>Moduliert wird mit einer achtstufigen Frequenzumtastung (8-FSK), die Symbolrate entspricht dem Tonabstand von 5.86 Hz.</b>
	+ <b>Die Wellenform hat stetige Phasenübergänge und eine konstante Einhüllende, was die Verwendung von nichtlinearen HF-Endstufen erlaubt.</b>
	+ <b>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</b>
	+ <b>weniger als die Hälfte von QRA64.</b>
	+



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

+ | 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.**

+

+ **Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * \left[ \frac{2048}{12000} \right] = 13.48s$ .**

+

+

+ **Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [\[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code](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 *Franke-Taylor* Algorithmus dekodiert, der von [\[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke) Steven J. Franke], [\[https://www.qrz.com/db/K9AN](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](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.

+

Vielleicht kann die Dekodierungsgrenze mittels a posteriori Dekodierung auf -24 dB gedreht werden (Das ist noch unbekannt).

+

+

Weitere Informationen: [<http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT> (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [<https://wsit.sourceforge.io/> WSJT], [<http://ac4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<https://wsit.sourceforge.io/wsitx.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].

+

+

FT8 und FT4 sind die Betriebsmodi des allerersten [<https://ww-digi.com> World Wide Digi DX Contest ("WW Digi")] 2019.

+

Bis WSJT-X Version 1.6.0 wird mit dem *Algebraic Soft-Decision* Algorithmus von [<https://www.int.ei.tum.de/mitarbeiter/ehemalige->

Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[T9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]], [[FST4]] und [[WSPR]].

- **mitarbeiter/koetter/ Ralf Koetter] und [http://www.iacobsschool.ucsd.edu /faculty/faculty bios/index.sfe? fmp recid=76 Alexander Vardy] [http://dx.doi.org/10.1109/TIT.2003.819332 (2003)] dekodiert. Dieser Dekoder ist patentiert und nicht im Public Domain.**

+

**Beginnend mit WSJT-X Version 1.7.0 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. Joseph H. Taylor], [https://www.qrz.com/db/K1JT K1JT] in [http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor QEX 2016.pdf QEX-2016] veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der bisherige und wurde nicht patentiert.**

- **JT65 wurde entwickelt und vorgestellt während 2003 für sehr schwache und langsam veränderliche Funkverbindungen, wie sie beispielsweise vorkommen im Zusammenhang mit Troposcatter und Erde-Mond-Erde Verbindungen. Die Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -25 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr nicht mehr wahrgenommen werden können.**

+

**Das [https://wsit.sourceforge.io/FT4\_FT8\_QEX.pdf FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [http://www.arrl.org/qex QEX Artikel] dokumentiert.**

**Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1it/wsit.html WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html**

- **AC4M Digital Radio Site**, [\[http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsitx.html WSJT-X\]](http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsitx.html) und [\[http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65 Signal Identification Wiki\]](http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65).

- **Siehe auch:** [\[\[JT4\]\]](#), [\[\[JT9\]\]](#), [\[\[JT6M\]\]](#), [\[\[QRA64\]\]](#), [\[\[FSK441\]\]](#) und [\[\[WSPR\]\]](#).

+ [https://www.q4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.q4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)

+ [\[\[Datei:FT8 Hinson tips for HF DXers.pdf|alternativtext=FT8 CC BY NG ZL2iFB|links|mini\]\]](#)

---

**Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 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 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [.WSJT-X 2.6.1 Handbuch](#). Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.

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 [7×7 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	474,200 kHz
160m	1,840 MHz
80m	3,573 MHz
60m	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
	QO-100 Satellit, Uplink: 2400,040 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).

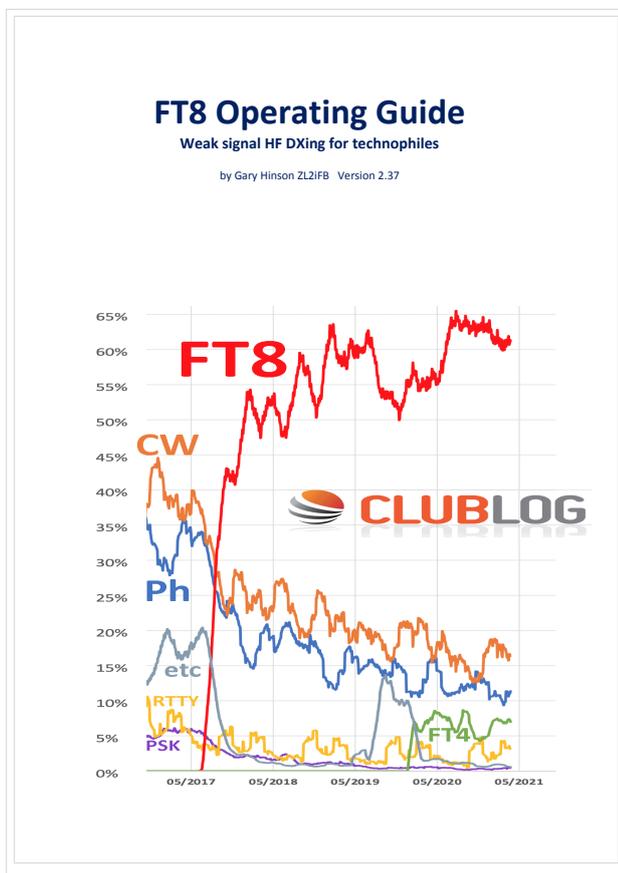
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#).

Das [FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll](#) wurde in einem [QEX Artikel](#) dokumentiert.

[https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)



## Seiten in der Kategorie „Erde-Mond-Erde“

Folgende 10 Seiten sind in dieser Kategorie, von 10 insgesamt.

### A

- [Anforderungen Station EME](#)

**H**

- [Hamclock](#)
- [Hardwareanschluss bei WSJT](#)

**I**

- [Internationale Vereinbarungen EME](#)

**J**

- [JT4](#)
- [JT65](#)

**K**

- [Kalender EME](#)

**L**

- [Links](#)

**Q**

- [Q65](#)
- [QRA64](#)

## FT8: Unterschied zwischen den Versionen

Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen  
 VisuellWikitext

### Version vom 15. August 2017, 23:55 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die Seite wurde neu angelegt: „**Kategorie: Digitale\_Betriebsarten Kategorie:Erde-Mond-Erde** == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 == FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr gee...“)

### Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe . WSJT-X 2.6.1 Handbuch. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.)  
 Markierung: Visuelle Bearbeitung

(89 dazwischenliegende Versionen von 3 Benutzern werden nicht angezeigt)

<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Erde-Mond-Erde</b>]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten.</div>	<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Kurzwelle</b>]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, <b>die seit Juli 2017 existiert und</b> die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten. <b>Diese Betriebsart wurde sehr rasch populär.</b></div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Die aktuelle Programmversion ist <b>WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe .[https://wsjt.sourceforge.io/wsitx-doc/wsitx-main-2.6.1.html WSJT-X 2.6.1 Handbuch]. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.</b></div> <p>+</p>
---	---

- + **FT8 wurde entworfen für multi-hop** [[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E sporadic E](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.
- + **In diesen Situationen wünscht man sich ein schnelles QSO, das die minimal notwendigen QSO-Details für ein QSL austauscht.**
- + **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
- + **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%20ANU%20NAU%20V3.pdf) **FT8 in Theorie und Praxis**] </b> von **Norbert Autenruber** [<http://www.qrz.com/db/OE4NAU> OE4NAU] und **Andreas Karner** [<http://www.qrz.com/db/OE3ANU> 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 [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) **WSJT**] v. 1.8.0 durch [[http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr) Joe Taylor] ([<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT]).

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-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)]

<p>-</p>	<p>+ <b>deutschsprachiges Benutzerhandbuch</b>) durch [<a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.">http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor, Jr. Joe Taylor</a>], [<a href="http://www.qrz.com/db/K1JT">http://www.qrz.com/db/K1JT</a>] und [<a href="https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke">https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke</a> Steven J. Franke], [<a href="https://www.qrz.com/db/K9AN">https://www.qrz.com/db/K9AN</a> K9AN].</p>
<p></p>	<p></p>
<p>- <b>FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [JT65], [JT9] und [JT4].</b></p>	<p>+ FT8 verwendet denselben [<a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code">https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code</a> LDPC] (174,91)-Code wie [FT4]. Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-[GFSK]) bei <math>12000/1920 = 6,25</math> Baud. Die Synchronisation verwendet <math>7 \times 7</math> [<a href="https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array">https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array</a> 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 <math>174/3 + 21 = 79</math> beträgt. Die insgesamt belegte Bandbreite beträgt <math>8 \times 6,25 = 50</math> Hz.</p>
<p>- <b>Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung.</b></p>	<p></p>
<p>- <b>Details zur 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.</b></p>	<p></p>
<p></p>	<p></p>
<p></p>	<p>+ <b>FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [JT65], [JT9] und [JT4], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.</b></p>
<p></p>	<p>+ <b>Deshalb können QSOs in FT8 viermal schneller als in JT65 und JT9 gefahren werden.</b></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 (72+3=75). Die Verwendung (Bedeutung) der drei zusätzlichen Informationsbits wurde in WSJT-X Version 1.9 (Mai 2018) definiert ([http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8 DXpedition Mode.pdf FT8 DXpedition Mode], auch bekannt als "Fox and Hound" oder "F/H" Betrieb).

+ Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf The JT65 Communications Protocol]", der in der Zeitschrift [http://www.arrl.org/qex QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.

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

```
{| 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;"  474,200 kHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  160m
	+   style="text-align:right;"  1,840 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  80m
	+   style="text-align:right;"  3,573 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  60m
	+   style="text-align:right;"  5,357 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  40m
	+   style="text-align:right;"  7,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  630m	+   style="text-align:right;"  30m
-  style="text-align:right;"  474,200 kHz	+   style="text-align:right;"  10,136 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  160m	+   style="text-align:right;"  20m
-  style="text-align:right;"  1,838 MHz	+   style="text-align:right;"  14,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  80m	+   style="text-align:right;"  17m
-  style="text-align:right;"  3,574 MHz	+   style="text-align:right;"  18,100 MHz
	+  -

-	style="text-align:right;"   <b>60m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>15m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>5,357?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>40m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>12m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>7,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>24,915</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>30m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>10m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>10,136</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>28,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>20m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>6m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>14,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>50,313</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>17m</b>	+	style="text-align:right;"
-	style="text-align:right;"   <b>18,102?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>interkontinentale QSO: [<a href="http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php">http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php</a> 50,323 MHz]</b>
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>15m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,100</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>12m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>24,915?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,154</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>10m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>2m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>28,074?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>144,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>6m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>1.25m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>50,274?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 222,174</b> MHz

-	-
-   style="text-align:right;"   <b>2m</b>	+   style="text-align:right;"   <b>70cm</b>
-   style="text-align:right;"   <b>144,489?</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>432,174</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   70cm	+   style="text-align:right;"   70cm
-   style="text-align:right;"   432,000 MHz	+   style="text-align:right;"   432,500 MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   23cm	+   style="text-align:right;"   23cm
-   style="text-align:right;"   1296,000 MHz	+   style="text-align:right;"   1296,174 MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   13cm	+   style="text-align:right;"   13cm
-   style="text-align:right;"   <b>2301,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
	+ <b>QO-100 Satellit,</b>
	<b>Uplink: 2400,040</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   6cm	+   style="text-align:right;"   6cm
-   style="text-align:right;"   <b>5760,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   3cm	+   style="text-align:right;"   3cm
-   style="text-align:right;"   <b>10368,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   1,25cm	+   style="text-align:right;"   1,25cm
-   style="text-align:right;"   <b>24048,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
}	}
Die PC-Uhr <b>muss</b> auf <b>2</b> Sekunden genau sein	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</b>

-	+ <b>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).
- Der <b>JT65</b> Signalrapport für das S/N ist beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-30</b> und <b>-1</b> dB.	+ Der <b>FT8</b> Signalrapport für das S/N ist ( <b>wie der JT9 Signalrapport</b> ) beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-50</b> und <b>+49</b> dB ( <b>diese Angabe muss noch überprüft werden!</b> ).
- In aktuellen <b>JT65</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.6.0) ist die S/N Skala <b>nichtlinear verzerrt oberhalb</b> von <b>-10</b> dB.	+ In aktuellen <b>FT8</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.8.0) ist die S/N Skala <b>in guter Näherung linear, stellt aber keineswegs eine Präzisionsmessung dar.</b>
	+
	+ <b>Moduliert wird mit einer achtstufigen Frequenzumtastung (8-FSK), die Symbolrate entspricht dem Tonabstand von 5.86 Hz.</b>
	+ <b>Die Wellenform hat stetige Phasenübergänge und eine konstante Einhüllende, was die Verwendung von nichtlinearen HF-Endstufen erlaubt.</b>
	+ <b>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</b>
	+ <b>weniger als die Hälfte von QRA64.</b>
	+



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

+ | 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.

+

+ Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * \left[ \frac{2048}{12000} \right] = 13.48s$ .

+

+

+ Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [\[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code](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 *Franke-Taylor* Algorithmus dekodiert, der von [\[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke) Steven J. Franke], [\[https://www.qrz.com/db/K9AN](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](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.

+

Vielleicht kann die Dekodierungsgrenze mittels a posteriori Dekodierung auf -24 dB gedreht werden (Das ist noch unbekannt).

+

+

Weitere Informationen: [<http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT> (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [<https://wsit.sourceforge.io/> WSJT], [<http://ac4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<https://wsit.sourceforge.io/wsitx.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].

+

+

FT8 und FT4 sind die Betriebsmodi des allerersten [<https://ww-digi.com> World Wide Digi DX Contest ("WW Digi")] 2019.

+

Bis WSJT-X Version 1.6.0 wird mit dem *Algebraic Soft-Decision* Algorithmus von [<https://www.int.ei.tum.de/mitarbeiter/ehemalige->

Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[T9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]], [[FST4]] und [[WSPR]].

- **mitarbeiter/koetter/ Ralf Koetter] und [http://www.iacobsschool.ucsd.edu/faculty/faculty\_bios/index.sfe? fmp\_recid=76 Alexander Vardy] [http://dx.doi.org/10.1109/TIT.2003.819332 (2003)] dekodiert. Dieser Dekoder ist patentiert und nicht im Public Domain.**

+

**Beginnend mit WSJT-X Version 1.7.0 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. Joseph H. Taylor], [https://www.qrz.com/db/K1JT K1JT] in [http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor\_QEX\_2016.pdf QEX-2016] veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der bisherige und wurde nicht patentiert.**

- **JT65 wurde entwickelt und vorgestellt während 2003 für sehr schwache und langsam veränderliche Funkverbindungen, wie sie beispielsweise vorkommen im Zusammenhang mit Troposcatter und Erde-Mond-Erde Verbindungen. Die Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -25 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr nicht mehr wahrgenommen werden können.**

+

**Das [https://wsit.sourceforge.io/FT4\_FT8\_QEX.pdf FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [http://www.arrl.org/qex QEX Artikel] dokumentiert.**

**Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1it/wsit.html WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html**

- **AC4M Digital Radio Site**, [\[http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsitx.html WSJT-X\]](http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsitx.html) und [\[http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65 Signal Identification Wiki\]](http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65).

- **Siehe auch:** [\[\[JT4\]\]](#), [\[\[JT9\]\]](#), [\[\[JT6M\]\]](#), [\[\[QRA64\]\]](#), [\[\[FSK441\]\]](#) und [\[\[WSPR\]\]](#).

+ [https://www.q4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.q4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)

+ [\[\[Datei:FT8 Hinson tips for HF DXers.pdf|alternativtext=FT8 CC BY NG ZL2iFB|links|mini\]\]](#)

---

**Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 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 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [.WSJT-X 2.6.1 Handbuch](#). Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.

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 [7×7 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	474,200 kHz
160m	1,840 MHz
80m	3,573 MHz
60m	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
	QO-100 Satellit, Uplink: 2400,040 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).

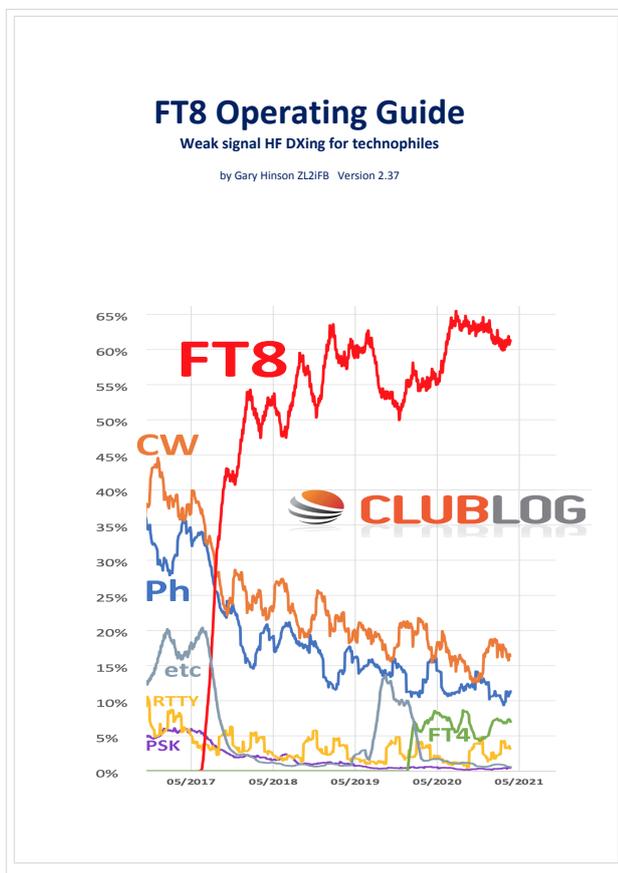
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#).

Das [FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll](#) wurde in einem [QEX Artikel](#) dokumentiert.

[https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)



## FT8: Unterschied zwischen den Versionen

Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen  
 VisuellWikitext

### Version vom 15. August 2017, 23:55 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die Seite wurde neu angelegt: „**Kategorie: Digitale\_Betriebsarten Kategorie:Erde-Mond-Erde** == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 == FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr gee...“)

### Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe . WSJT-X 2.6.1 Handbuch. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.)

Markierung: Visuelle Bearbeitung

(89 dazwischenliegende Versionen von 3 Benutzern werden nicht angezeigt)

<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Erde-Mond-Erde</b>]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten.</div>	<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Kurzwelle</b>]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, <b>die seit Juli 2017 existiert und</b> die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten. <b>Diese Betriebsart wurde sehr rasch populär.</b></div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Die aktuelle Programmversion ist <b>WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe .[https://wsjt.sourceforge.io/wsitx-doc/wsitx-main-2.6.1.html WSJT-X 2.6.1 Handbuch]. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.</b></div> <p>+</p>
---	---

- + **FT8 wurde entworfen für multi-hop** [[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E sporadic E](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.
- + **In diesen Situationen wünscht man sich ein schnelles QSO, das die minimal notwendigen QSO-Details für ein QSL austauscht.**
- +
- + **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
- + **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%20ANU%20NAU%20V3.pdf) **FT8 in Theorie und Praxis**] </b> von **Norbert Autenruber** [<http://www.qrz.com/db/OE4NAU> OE4NAU] und **Andreas Karner** [<http://www.qrz.com/db/OE3ANU> 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 [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) **WSJT**] v. 1.8.0 durch [[http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr) Joe Taylor] ([<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT]).

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-X**] v. 1.8.0 (**siehe** [[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-1.8.0_de.pdf)]

<p>-</p>	<p>+ <b>deutschsprachiges Benutzerhandbuch</b>) durch [<a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr">http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.</a> Joe Taylor], [<a href="http://www.qrz.com/db/K1JT">http://www.qrz.com/db/K1JT</a> K1JT] und [<a href="https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke">https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke</a> Steven J. Franke], [<a href="https://www.qrz.com/db/K9AN">https://www.qrz.com/db/K9AN</a> K9AN].</p>
<p></p>	<p></p>
<p>- <b>FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]].</b></p>	<p>+ FT8 verwendet denselben [<a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code">https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code</a> LDPC] (174,91)-Code wie [[FT4]]. Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-[[GFSK]]) bei <math>12000/1920 = 6,25</math> Baud. Die Synchronisation verwendet <math>7 \times 7</math> [<a href="https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array">https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array</a> 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 <math>174/3 + 21 = 79</math> beträgt. Die insgesamt belegte Bandbreite beträgt <math>8 \times 6,25 = 50</math> Hz.</p>
<p>- <b>Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung.</b></p>	<p></p>
<p>- <b>Details zur 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.</b></p>	<p></p>
<p></p>	<p></p>
<p></p>	<p>+ <b>FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.</b></p>
<p></p>	<p>+ <b>Deshalb können QSOs in FT8 viermal schneller als in JT65 und JT9 gefahren werden.</b></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 (72+3=75). Die Verwendung (Bedeutung) der drei zusätzlichen Informationsbits wurde in WSJT-X Version 1.9 (Mai 2018) definiert ([http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8 DXpedition Mode.pdf FT8 DXpedition Mode], auch bekannt als "Fox and Hound" oder "F/H" Betrieb).**

+

**Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf The JT65 Communications Protocol]", der in der Zeitschrift [http://www.arrl.org/qex QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.**

+

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

+

{| 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;"  474,200 kHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  160m
	+   style="text-align:right;"  1,840 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  80m
	+   style="text-align:right;"  3,573 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  60m
	+   style="text-align:right;"  5,357 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  40m
	+   style="text-align:right;"  7,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  630m	+   style="text-align:right;"  30m
-  style="text-align:right;"  474,200 kHz	+   style="text-align:right;"  10,136 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  160m	+   style="text-align:right;"  20m
-  style="text-align:right;"  1,838 MHz	+   style="text-align:right;"  14,074 MHz
	+  -
-  style="text-align:right;"  80m	+   style="text-align:right;"  17m
-  style="text-align:right;"  3,574 MHz	+   style="text-align:right;"  18,100 MHz
	+  -

-	style="text-align:right;"   <b>60m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>15m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>5,357?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>40m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>12m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>7,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>24,915</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>30m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>10m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>10,136</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>28,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>20m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>6m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>14,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>50,313</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>17m</b>	+	style="text-align:right;"
-	style="text-align:right;"   <b>18,102?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>interkontinentale QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php 50,323</b> MHz]
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>15m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,100</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>12m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>24,915?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,154</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>10m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>2m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>28,074?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>144,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>6m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>1.25m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>50,274?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 222,174</b> MHz

-	-
-   style="text-align:right;"   <b>2m</b>	+   style="text-align:right;"   <b>70cm</b>
-   style="text-align:right;"   <b>144,489?</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>432,174</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   70cm	+   style="text-align:right;"   70cm
-   style="text-align:right;"   432,000 MHz	+   style="text-align:right;"   432,500 MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   23cm	+   style="text-align:right;"   23cm
-   style="text-align:right;"   1296,000 MHz	+   style="text-align:right;"   1296,174 MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   13cm	+   style="text-align:right;"   13cm
-   style="text-align:right;"   <b>2301,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
	+ <b>QO-100 Satellit,</b>
	<b>Uplink: 2400,040</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   6cm	+   style="text-align:right;"   6cm
-   style="text-align:right;"   <b>5760,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   3cm	+   style="text-align:right;"   3cm
-   style="text-align:right;"   <b>10368,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
-	-
-   style="text-align:right;"   1,25cm	+   style="text-align:right;"   1,25cm
-   style="text-align:right;"   <b>24048,000</b> MHz	+   style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
}	}
Die PC-Uhr <b>muss</b> auf <b>2</b> Sekunden genau sein	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</b>

-	+ <b>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).
- Der <b>JT65</b> Signalrapport für das S/N ist beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-30</b> und <b>-1</b> dB.	+ Der <b>FT8</b> Signalrapport für das S/N ist ( <b>wie der JT9 Signalrapport</b> ) beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-50</b> und <b>+49</b> dB ( <b>diese Angabe muss noch überprüft werden!</b> ).
- In aktuellen <b>JT65</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.6.0) ist die S/N Skala <b>nichtlinear verzerrt oberhalb</b> von <b>-10</b> dB.	+ In aktuellen <b>FT8</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.8.0) ist die S/N Skala <b>in guter Näherung linear, stellt aber keineswegs eine Präzisionsmessung dar.</b>
	+
	+ <b>Moduliert wird mit einer achtstufigen Frequenzumtastung (8-FSK), die Symbolrate entspricht dem Tonabstand von 5.86 Hz.</b>
	+ <b>Die Wellenform hat stetige Phasenübergänge und eine konstante Einhüllende, was die Verwendung von nichtlinearen HF-Endstufen erlaubt.</b>
	+ <b>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</b>
	+ <b>weniger als die Hälfte von QRA64.</b>
	+



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

+ | 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.

+

+ Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * \left[ \frac{2048}{12000} \right] = 13.48s$ .

+

+

+ Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [\[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code](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 *Franke-Taylor* Algorithmus dekodiert, der von [\[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke) Steven J. Franke], [\[https://www.qrz.com/db/K9AN](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](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.

+

Vielleicht kann die Dekodierungsgrenze mittels a posteriori Dekodierung auf -24 dB gedückt werden (Das ist noch unbekannt).

+

+

Weitere Informationen: [<http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT> (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [<https://wsit.sourceforge.io/> WSJT], [<http://ac4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<https://wsit.sourceforge.io/wsitx.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].

+

+

FT8 und FT4 sind die Betriebsmodi des allerersten [<https://ww-digi.com> World Wide Digi DX Contest ("WW Digi")] 2019.

+

Bis WSJT-X Version 1.6.0 wird mit dem *Algebraic Soft-Decision* Algorithmus von [<https://www.int.ei.tum.de/mitarbeiter/ehemalige->

Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[T9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]], [[FST4]] und [[WSPR]].

- **mitarbeiter/koetter/ Ralf Koetter] und [http://www.iacobsschool.ucsd.edu/faculty/faculty\_bios/index.sfe? fmp\_recid=76 Alexander Vardy] [http://dx.doi.org/10.1109/TIT.2003.819332 (2003)] dekodiert. Dieser Dekoder ist patentiert und nicht im Public Domain.**

+

**Beginnend mit WSJT-X Version 1.7.0 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. Joseph H. Taylor], [https://www.qrz.com/db/K1JT K1JT] in [http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor\_QEX\_2016.pdf QEX-2016] veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der bisherige und wurde nicht patentiert.**

- **JT65 wurde entwickelt und vorgestellt während 2003 für sehr schwache und langsam veränderliche Funkverbindungen, wie sie beispielsweise vorkommen im Zusammenhang mit Troposcatter und Erde-Mond-Erde Verbindungen. Die Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -25 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr nicht mehr wahrgenommen werden können.**

+

**Das [https://wsit.sourceforge.io/FT4\_FT8\_QEX.pdf FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [http://www.arrl.org/qex QEX Artikel] dokumentiert.**

**Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1it/wsit.html WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html**

- **AC4M Digital Radio Site**, [\[http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjitx.html\]](http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjitx.html) **WSJT-X** und [\[http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65\]](http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65) **Signal Identification Wiki**.

- **Siehe auch:** [\[\[JT4\]\]](#), [\[\[JT9\]\]](#), [\[\[JT6M\]\]](#), [\[\[QRA64\]\]](#), [\[\[FSK441\]\]](#) und [\[\[WSPR\]\]](#).

+ [https://www.q4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.q4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)

+ [\[\[Datei:FT8 Hinson tips for HF DXers.pdf|alternativtext=FT8 CC BY NG ZL2iFB|links|mini\]\]](#)

---

**Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 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 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [.WSJT-X 2.6.1 Handbuch](#). Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.

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 [7×7 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	474,200 kHz
160m	1,840 MHz
80m	3,573 MHz
60m	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
	QO-100 Satellit, Uplink: 2400,040 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).

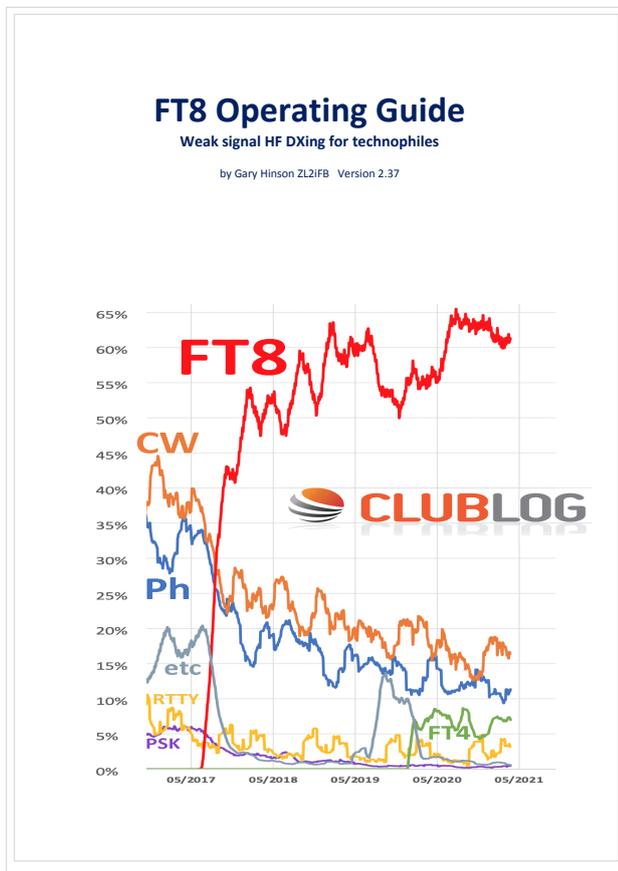
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#).

Das [FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll](#) wurde in einem [QEX Artikel](#) dokumentiert.

[https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)



## FT8: Unterschied zwischen den Versionen

Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen  
 VisuellWikitext

### Version vom 15. August 2017, 23:55 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die Seite wurde neu angelegt: „**Kategorie: Digitale\_Betriebsarten Kategorie:Erde-Mond-Erde** == Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 == FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr gee...“)

### Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 Uhr (Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

(Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe . WSJT-X 2.6.1 Handbuch. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.)

Markierung: Visuelle Bearbeitung

(89 dazwischenliegende Versionen von 3 Benutzern werden nicht angezeigt)

<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Erde-Mond-Erde</b>]]</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==</div> <p>–</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten.</div>	<p><b>Zeile 1:</b></p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:Digitale_Betriebsarten]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">[[Kategorie:<b>Kurzwelle</b>]]</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==</div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">FT8 ist eine digitale Betriebsart, <b>die seit Juli 2017 existiert und</b> die sehr geeignet ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten. <b>Diese Betriebsart wurde sehr rasch populär.</b></div> <p>+</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Die aktuelle Programmversion ist <b>WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024)</b>, siehe .[https://wsjt.sourceforge.io/wsitx-doc/wsitx-main-2.6.1.html <b>WSJT-X 2.6.1 Handbuch</b>]. Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.</div> <p>+</p>
---	--

- + **FT8 wurde entworfen für multi-hop** [[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sporadic-E sporadic E](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.
- + **In diesen Situationen wünscht man sich ein schnelles QSO, das die minimal notwendigen QSO-Details für ein QSL austauscht.**
- +
- + **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
- + **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%20ANU%20NAU%20V3.pdf) **FT8 in Theorie und Praxis**] **</b>** von **Norbert Autenruber** [<http://www.qrz.com/db/OE4NAU> OE4NAU] und **Andreas Karner** [<http://www.qrz.com/db/OE3ANU> 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 [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) **WSJT**] v. 1.8.0 durch [[http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr) Joe Taylor] ([<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT]).

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-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)]

-	+ <b>deutschsprachiges Benutzerhandbuch</b> ) durch [ <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr.">http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor, Jr. Joe Taylor</a> ], [ <a href="http://www.qrz.com/db/K1JT">http://www.qrz.com/db/K1JT</a> ] und [ <a href="https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke">https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke</a> Steven J. Franke], [ <a href="https://www.qrz.com/db/K9AN">https://www.qrz.com/db/K9AN</a> K9AN].
- FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit <b>[[JT65]]</b> , <b>[[JT9]]</b> und <b>[[JT4]]</b> .	+ FT8 verwendet denselben [ <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code">https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code</a> LDPC] (174,91)-Code wie <b>[[FT4]]</b> . Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8- <b>[[GFSK]]</b> ) bei $12000/1920 = 6,25$ Baud. Die Synchronisation verwendet $7 \times 7$ [ <a href="https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array">https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array</a> 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.
- Diese digitalen Modi verwenden fast identische Nachrichtenstruktur und Quellencodierung.	
- Details zur 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.	
	+ FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit <b>[[JT65]]</b> , <b>[[JT9]]</b> und <b>[[JT4]]</b> , 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 ([http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FT8 DXpedition Mode.pdf FT8 DXpedition Mode], auch bekannt als "Fox and Hound" oder "F/H" Betrieb).

+ Details zur JT65 und JT9 Quellencodierung wurden veröffentlicht im Artikel "[http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf The JT65 Communications Protocol]", der in der Zeitschrift [http://www.arrl.org/qex QEX] während 2005 veröffentlicht wurde.

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

```
{| 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;"  474,200 kHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  160m
	+   style="text-align:right;"  1,840 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  80m
	+   style="text-align:right;"  3,573 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  60m
	+   style="text-align:right;"  5,357 MHz
	+  -
	+   style="text-align:right;"  40m
	+   style="text-align:right;"  7,074 MHz
	+  -
-   style="text-align:right;"  630m	+   style="text-align:right;"  30m
-   style="text-align:right;"  474,200 kHz	+   style="text-align:right;"  10,136 MHz
	+  -
-   style="text-align:right;"  160m	+   style="text-align:right;"  20m
-   style="text-align:right;"  1,838 MHz	+   style="text-align:right;"  14,074 MHz
	+  -
-   style="text-align:right;"  80m	+   style="text-align:right;"  17m
-   style="text-align:right;"  3,574 MHz	+   style="text-align:right;"  18,100 MHz
	+  -

-	style="text-align:right;"   <b>60m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>15m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>5,357?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>40m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>12m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>7,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>24,915</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>30m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>10m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>10,136</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>28,074</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>20m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>6m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>14,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>50,313</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>17m</b>	+	style="text-align:right;"
-	style="text-align:right;"   <b>18,102?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>interkontinentale QSO: [<a href="http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php">http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php</a> 50,323 MHz]</b>
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>15m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>21,074</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,100</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>12m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>4m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>24,915?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 70,154</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>10m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>2m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>28,074?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>144,174</b> MHz
	-		-
-	style="text-align:right;"   <b>6m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>1.25m</b>
-	style="text-align:right;"   <b>50,274?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>in Österreich nicht freigegeben: 222,174</b> MHz

-		-	
-	style="text-align:right;"   <b>2m</b>	+	style="text-align:right;"   <b>70cm</b>
-	style="text-align:right;"   <b>144,489?</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>432,174</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   70cm	+	style="text-align:right;"   70cm
-	style="text-align:right;"   432,000 MHz	+	style="text-align:right;"   432,500 MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   23cm	+	style="text-align:right;"   23cm
-	style="text-align:right;"   1296,000 MHz	+	style="text-align:right;"   1296,174 MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   13cm	+	style="text-align:right;"   13cm
-	style="text-align:right;"   <b>2301,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
		+	<b>QO-100 Satellit,</b>
			<b>Uplink: 2400,040</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   6cm	+	style="text-align:right;"   6cm
-	style="text-align:right;"   <b>5760,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>????,???</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   3cm	+	style="text-align:right;"   3cm
-	style="text-align:right;"   <b>10368,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
-		-	
-	style="text-align:right;"   1,25cm	+	style="text-align:right;"   1,25cm
-	style="text-align:right;"   <b>24048,000</b> MHz	+	style="text-align:right;"   <b>?????,???</b> MHz
}		}	
Die PC-Uhr <b>muss</b> auf <b>2</b> Sekunden genau sein		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</b>	

-	+ <b>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).
- Der <b>JT65</b> Signalrapport für das S/N ist beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-30</b> und <b>-1</b> dB.	+ Der <b>FT8</b> Signalrapport für das S/N ist ( <b>wie der JT9 Signalrapport</b> ) beschränkt auf den Bereich zwischen <b>-50</b> und <b>+49</b> dB ( <b>diese Angabe muss noch überprüft werden!</b> ).
- In aktuellen <b>JT65</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.6.0) ist die S/N Skala <b>nichtlinear verzerrt oberhalb</b> von <b>-10</b> dB.	+ In aktuellen <b>FT8</b> Dekodern (Stand: WSJT-X 1.8.0) ist die S/N Skala <b>in guter Näherung linear, stellt aber keineswegs eine Präzisionsmessung dar.</b>
	+
	+ <b>Moduliert wird mit einer achtstufigen Frequenzumtastung (8-FSK), die Symbolrate entspricht dem Tonabstand von 5.86 Hz.</b>
	+ <b>Die Wellenform hat stetige Phasenübergänge und eine konstante Einhüllende, was die Verwendung von nichtlinearen HF-Endstufen erlaubt.</b>
	+ <b>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</b>
	+ <b>weniger als die Hälfte von QRA64.</b>
	+



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

+ | 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.

+

+ Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * \left[ \frac{2048}{12000} \right] = 13.48s$ .

+

+

+ Zur Vorwärtskorrektur der Übertragungsfehler kommt ein [\[https://de.m.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code](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 *Franke-Taylor* Algorithmus dekodiert, der von [\[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke) Steven J. Franke], [\[https://www.qrz.com/db/K9AN](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](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.

+

Vielleicht kann die Dekodierungsgrenze mittels a posteriori Dekodierung auf -24 dB gedückt werden (Das ist noch unbekannt).

+

+

Weitere Informationen: [<http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT> (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [<https://wsit.sourceforge.io/WSJT>], [<http://ac4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<https://wsit.sourceforge.io/wsitx.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].

+

+

FT8 und FT4 sind die Betriebsmodi des allerersten [<https://ww-digi.com> World Wide Digi DX Contest ("WW Digi")] 2019.

+

Bis WSJT-X Version 1.6.0 wird mit dem *Algebraic Soft-Decision* Algorithmus von [<https://www.int.ei.tum.de/mitarbeiter/ehemalige->

Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[T9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]], [[FST4]] und [[WSPR]].

- **mitarbeiter/koetter/ Ralf Koetter] und [http://www.iacobsschool.ucsd.edu/faculty/faculty\_bios/index.sfe? fmp\_recid=76 Alexander Vardy] [http://dx.doi.org/10.1109/TIT.2003.819332 (2003)] dekodiert. Dieser Dekoder ist patentiert und nicht im Public Domain.**

+

**Beginnend mit WSJT-X Version 1.7.0 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. Joseph H. Taylor], [https://www.qrz.com/db/K1JT K1JT] in [http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/FrankeTaylor\_QEX\_2016.pdf QEX-2016] veröffentlicht wurde. Dieser Dekoder ist besser als der bisherige und wurde nicht patentiert.**

- **JT65 wurde entwickelt und vorgestellt während 2003 für sehr schwache und langsam veränderliche Funkverbindungen, wie sie beispielsweise vorkommen im Zusammenhang mit Troposcatter und Erde-Mond-Erde Verbindungen. Die Empfangssignale sind erfolgreich dekodierbar bei Signal- zu Rauschverhältnissen bis ca. -25 dB. Dies erlaubt das Arbeiten von Stationen, deren Signale mit dem menschlichen Ohr nicht mehr wahrgenommen werden können.**

+

**Das [https://wsit.sourceforge.io/FT4\_FT8\_QEX.pdf FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [http://www.arrl.org/qex QEX Artikel] dokumentiert.**

**Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1it/wsit.html WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html**

- **AC4M Digital Radio Site**, [\[http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsitx.html WSJT-X\]](http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsitx.html) und [\[http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65 Signal Identification Wiki\]](http://www.sigidwiki.com/wiki/JT65).

- **Siehe auch:** [\[\[JT4\]\]](#), [\[\[JT9\]\]](#), [\[\[JT6M\]\]](#), [\[\[QRA64\]\]](#), [\[\[FSK441\]\]](#) und [\[\[WSPR\]\]](#).

+ [https://www.q4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.q4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)

+ [\[\[Datei:FT8 Hinson tips for HF DXers.pdf|alternativtext=FT8 CC BY NG ZL2iFB|links|mini\]\]](#)

---

**Aktuelle Version vom 23. März 2024, 12:25 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 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [.WSJT-X 2.6.1 Handbuch](#). Ein "candidate release" 2.7.0-rc4 ist ebenfalls verfügbar.

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 [7×7 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	474,200 kHz
160m	1,840 MHz
80m	3,573 MHz
60m	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
	????,??? MHz
13cm	QO-100 Satellit, Uplink: 2400,040 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).

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](#).

Das [FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll](#) wurde in einem [QEX Artikel](#) dokumentiert.

[https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)

