

# FT8

## Inhaltsverzeichnis

- [1. FT8](#)
- [2. Benutzer:OE1VMC](#)
- [3. FSK441](#)
- [4. FST4](#)
- [5. FT4](#)
- [6. JT4](#)
- [7. JT65](#)
- [8. JT6M](#)
- [9. JT9](#)
- [10. MSK144](#)
- [11. QRA64](#)
- [12. WSPR](#)

# FT8

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

[Version vom 14. Februar 2021, 01:21 Uhr \(](#)  
[Quelltext anzeigen](#))  
[OE1VMC](#) ([Diskussion](#) | [Beiträge](#))  
K (WSJT-X Version 2.3.0)  
[Zum vorherigen Versionsunterschied](#)

(19 dazwischenliegende Versionen von 2 Benutzern werden nicht angezeigt)  
Zeile 2:  
[[Kategorie:Kurzwelle]]

== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==

FT8 ist eine ~~sehr junge~~ digitale Betriebsart (~~beta release~~ seit Juli 2017), 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 2.3.0 (Stand: ~~14. Feb. 2021~~, siehe [http](#)

[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](#)

Zeile 2:  
[[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://](#)

~~://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsجتx-doc/wsجتx-main-2.3.0.html WSJT-X 2.3- Benutzerhandbuch].~~

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.

Zeile 17:

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) deutschsprachiges Benutzerhandbuch]) 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](http://www.qrz.com/db/K1JT_K1JT)] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [[https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN](https://www.qrz.com/db/K9AN_K9AN)].

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 30:

|+Dial Frequency

|-

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

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

|-

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

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

|-

+ [wsjt.sourceforge.io/wsجتx-doc/wsجتx-main-2.6.1.html](https://wsjt.sourceforge.io/wsجتx-doc/wsجتx-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.

Zeile 17:

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) deutschsprachiges Benutzerhandbuch]) 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](http://www.qrz.com/db/K1JT_K1JT)] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [[https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN](https://www.qrz.com/db/K9AN_K9AN)].

+

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

+

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 32:

|+Dial Frequency

|-

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

+ | 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;" |freigegeben in  
Österreich seit Dez. 2020: 5,357 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |40m  
|style="text-align:right;" |7,074 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |30m  
|style="text-align:right;" |10,136 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |20m  
|style="text-align:right;" |14,074 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |17m  
|style="text-align:right;" |18,100 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |15m  
|style="text-align:right;" |21,074 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |12m  
|style="text-align:right;" |24,915 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |10m  
|style="text-align:right;" |28,074 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |6m  
|style="text-align:right;" |50,313 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |  
|style="text-align:right;" |interkontinentale  
QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.  
php 50,323 MHz]  
|-  
|style="text-align:right;" |4m  
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 70,100 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |4m  
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 70,154 MHz  
|-

+ | 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;" |30m  
+ | style="text-align:right;" |10,136 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |20m  
+ | style="text-align:right;" |14,074 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |17m  
+ | style="text-align:right;" |18,100 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |15m  
+ | style="text-align:right;" |21,074 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |12m  
+ | style="text-align:right;" |24,915 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |10m  
+ | style="text-align:right;" |28,074 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |6m  
+ | style="text-align:right;" |50,313 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |  
| style="text-align:right;" |interkontinentale QSO:  
+ [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php  
50,323 MHz]  
|-  
+ | style="text-align:right;" |4m  
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 70,100 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |4m  
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 70,154 MHz  
|-

style="text-align:right;"  2m
style="text-align:right;"  144,174 MHz
-
style="text-align:right;"  1.25m
style="text-align:right;"  in Österreich nicht freigegeben: 222,174 MHz
-
style="text-align:right;"  70cm
style="text-align:right;"  432,174 MHz
-
style="text-align:right;"  70cm
style="text-align:right;"  432,500 MHz
-
style="text-align:right;"  23cm
style="text-align:right;"  1296,174 MHz
-
style="text-align:right;"  13cm
style="text-align:right;"  ????,??? MHz
-
style="text-align:right;"  6cm
style="text-align:right;"  ????,??? MHz
-
style="text-align:right;"  3cm
style="text-align:right;"  ?????,??? MHz
-
style="text-align:right;"  1,25cm
style="text-align:right;"  ?????,??? MHz
}

Zeile 122:

{  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;"  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

+   style="text-align:right;"  2m
+   style="text-align:right;"  144,174 MHz
-
+   style="text-align:right;"  1.25m
+   style="text-align:right;"  in Österreich nicht freigegeben: 222,174 MHz
-
+   style="text-align:right;"  70cm
+   style="text-align:right;"  432,174 MHz
-
+   style="text-align:right;"  70cm
+   style="text-align:right;"  432,500 MHz
-
+   style="text-align:right;"  23cm
+   style="text-align:right;"  1296,174 MHz
-
+   style="text-align:right;"  13cm
+   style="text-align:right;"  ????,??? MHz
+ <u>QO-100 Satellit.</u>
+ <u>Uplink:</u> 2400,040 MHz
-
+   style="text-align:right;"  6cm
+   style="text-align:right;"  ????,??? MHz
-
+   style="text-align:right;"  3cm
+   style="text-align:right;"  ?????,??? MHz
-
+   style="text-align:right;"  1,25cm
+   style="text-align:right;"  ?????,??? MHz
}

Zeile 125:

+{  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;"  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  $79 * 2048 / 12000 = 13.48s$ .

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 frühere und wurde nicht patentiert.

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

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

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

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

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  $79 * \frac{2048}{12000} = 13.48s$ .

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 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: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\_(Amateur\_radio\_software) WSJT (Wikipedia)], [https://wsjt.sourceforge.io/ WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html AC4M Digital Radio Site], [https://wsjt.sourceforge.io/wsjsx.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.

Gruppe] und [[http://www.sigidwiki.com/wiki/FT8\\_Signal\\_Identification\\_Wiki](http://www.sigidwiki.com/wiki/FT8_Signal_Identification_Wiki)].

+

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

+

Das [[https://wsjt.sourceforge.io/FT4\\_FT8\\_QEX.pdf](https://wsjt.sourceforge.io/FT4_FT8_QEX.pdf)] wurde in einem [<http://www.arrl.org/qex>] dokumentiert.

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

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

+ [https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.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 auswählen 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  $79 * [\frac{12000}{2048} / \frac{12000}{12000}] = 13.48s$ .

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).

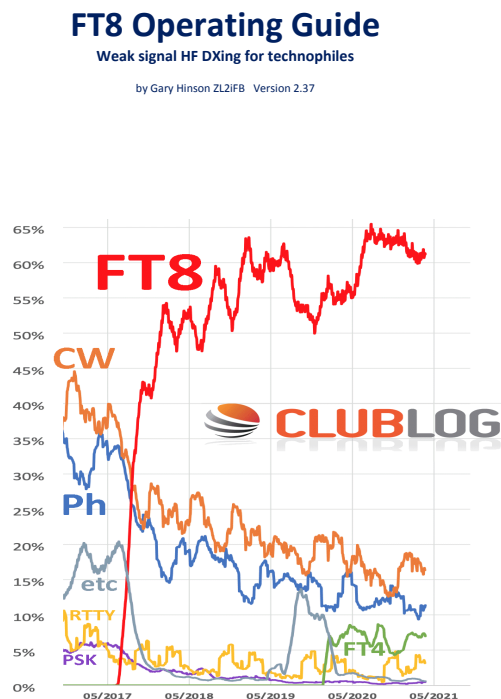
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#), [EST4](#) 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](#)

[Visuell Wikitext](#)

**Version vom 14. Februar 2021, 01:21 Uhr (**  
**[Quelltext anzeigen](#)**)

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

K (WSJT-X Version 2.3.0)

[Zum vorherigen Versionsunterschied](#)

**[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](#)

(19 dazwischenliegende Versionen von 2 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwele]]

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwele]]

== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==

+ ==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==

FT8 ist eine ~~sehr junge~~ digitale Betriebsart (~~beta release~~ seit Juli 2017), 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 2.3.0 (Stand: ~~14. Feb. 2021~~, siehe [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-2.3.0.html>] WSJT-X 2.3-~~Benutzerhandbuch~~).

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.

Zeile 17:

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)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch)) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN> K9AN].

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 30:

|+Dial Frequency

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/wsjt-x-doc/wsjt-x-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.

Zeile 17:

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)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch)) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN> K9AN].

+

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

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 32:

|+Dial Frequency

|-  
 |style="text-align:right;" |2190m  
 |style="text-align:right;" |136,130 kHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |630m  
 |style="text-align:right;" |freigegeben in  
~~Österreich seit Dez. 2020:~~ 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;" |freigegeben in  
~~Österreich seit Dez. 2020:~~ 5,357 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |40m  
 |style="text-align:right;" |7,074 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |30m  
 |style="text-align:right;" |10,136 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |20m  
 |style="text-align:right;" |14,074 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |17m  
 |style="text-align:right;" |18,100 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |15m  
 |style="text-align:right;" |21,074 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |12m  
 |style="text-align:right;" |24,915 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |10m  
 |style="text-align:right;" |28,074 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |6m  
 |style="text-align:right;" |50,313 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |  
 |style="text-align:right;" |interkontinentale  
 QSO: [<http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php>  
 50,323 MHz]  
 |-

+ | style="text-align:right;" |2190m  
 + | 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;" |30m  
 + | style="text-align:right;" |10,136 MHz  
 |-  
 + | style="text-align:right;" |20m  
 + | style="text-align:right;" |14,074 MHz  
 |-  
 + | style="text-align:right;" |17m  
 + | style="text-align:right;" |18,100 MHz  
 |-  
 + | style="text-align:right;" |15m  
 + | style="text-align:right;" |21,074 MHz  
 |-  
 + | style="text-align:right;" |12m  
 + | style="text-align:right;" |24,915 MHz  
 |-  
 + | style="text-align:right;" |10m  
 + | style="text-align:right;" |28,074 MHz  
 |-  
 + | style="text-align:right;" |6m  
 + | style="text-align:right;" |50,313 MHz  
 |-  
 + | style="text-align:right;" |  
 | style="text-align:right;" |interkontinentale QSO:  
 + [<http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php>  
 50,323 MHz]  
 |-





|style="text-align:right;" |0  
|style="text-align:right;" |0  
|style="text-align:right;" |0  
|}

+ | style="text-align:right;" |0  
+ | style="text-align:right;" |0  
+ | style="text-align:right;" |0  
|}

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

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

Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * 2048 / 12000 = 13.48s$ .

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

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

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 frühere und wurde nicht patentiert.

+ Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 frühere und wurde nicht patentiert.

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

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

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

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

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

+ Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\_(Amateur\_radio\_software) WSJT (Wikipedia)], [https://wsjt.sourceforge.io/ WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html AC4M Digital Radio Site], [https://wsjt.sourceforge.io/wsjsx.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].

~~Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\_(Amateur\_radio\_software) WSJT~~

~~(Wikipedia)], [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt.html> WSJT], [<http://ae4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt.html> WSJT-X], [<https://www.facebook.com/groups/FT8.Digital.Mode/about/> FT8 Facebook Gruppe] und [[http://www.sigidwiki.com/wiki/FT8\\_Signal\\_Identification\\_Wiki](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.

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

+  
Das [https://wsjt.sourceforge.io/FT4\\_FT8\\_QEX.pdf](https://wsjt.sourceforge.io/FT4_FT8_QEX.pdf) FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll wurde in einem <http://www.arrl.org/qex> QEX Artikel dokumentiert.

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

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

+ [https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.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  $7 \times 7$  [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  $79 * [\frac{12000}{2048} / \frac{12000}{12000}] = 13.48s$ .

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).

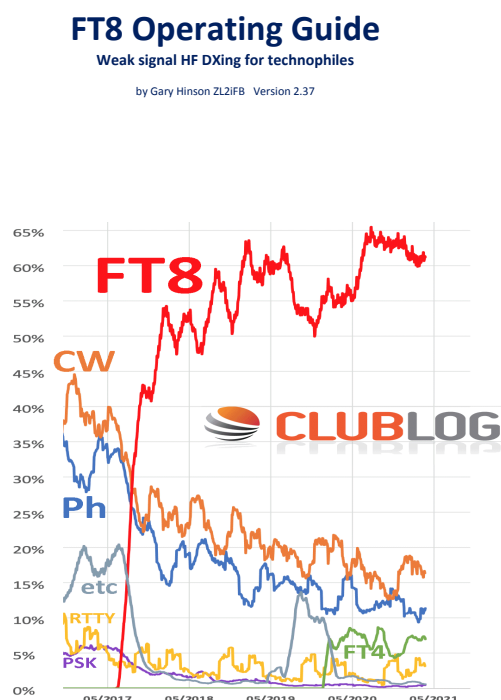
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#), [EST4](#) 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](#)  
[Visuell Wikitext](#)

[Version vom 14. Februar 2021, 01:21 Uhr](#) ([Quelltext anzeigen](#))

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

K (WSJT-X Version 2.3.0)

[Zum vorherigen Versionsunterschied](#)

[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](#)

(19 dazwischenliegende Versionen von 2 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwele]]

== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==

FT8 ist eine ~~sehr junge~~ digitale Betriebsart (~~beta release~~ seit Juli 2017), 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 2.3.0 (Stand: 14. Feb. 2021, siehe [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-main-2.3.0.html>] WSJT-X 2.3-~~Benutzerhandbuch~~).

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.

Zeile 17:

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-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-main-1.8.0_de.pdf)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch)) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN> K9AN].

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwele]]

+ ==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==

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

Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [<https://wsjt.sourceforge.io/wsjt-x-doc/wsjt-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.

Zeile 17:

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-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-main-1.8.0_de.pdf)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch)) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN> K9AN].

+

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

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 30:

+Dial Frequency
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 32:

+Dial Frequency
+ | style="text-align:right;" |2190m  
+ | 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;" |30m  
+ | style="text-align:right;" |10,136 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |20m  
+ | style="text-align:right;" |14,074 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |17m  
+ | style="text-align:right;" |18,100 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |15m  
+ | style="text-align:right;" |21,074 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |12m  
+ | style="text-align:right;" |24,915 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |10m  
+ | style="text-align:right;" |28,074 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |6m  
+ | style="text-align:right;" |50,313 MHz  
|-

```

|style="text-align:right;" |
|style="text-align:right;" |interkontinentale
QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.
php 50,323 MHz]
|-
|style="text-align:right;" |4m
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,100 MHz
|-
|style="text-align:right;" |4m
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,154 MHz
|-
|style="text-align:right;" |2m
|style="text-align:right;" |144,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |1.25m
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 222,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |70cm
|style="text-align:right;" |432,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |70cm
|style="text-align:right;" |432,500 MHz
|-
|style="text-align:right;" |23cm
|style="text-align:right;" |1296,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |13cm
|style="text-align:right;" |????,??? MHz

|-
|style="text-align:right;" |6cm
|style="text-align:right;" |????,??? MHz
|-
|style="text-align:right;" |3cm
|style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|-
|style="text-align:right;" |1,25cm
|style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|}

```

Zeile 122:

```

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

```

```

+ | style="text-align:right;" |
+ | style="text-align:right;" |interkontinentale QSO:
+ [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php
50,323 MHz]
|-
+ | style="text-align:right;" |4m
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,100 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |4m
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,154 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |2m
+ | style="text-align:right;" |144,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |1.25m
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 222,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |70cm
+ | style="text-align:right;" |432,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |70cm
+ | style="text-align:right;" |432,500 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |23cm
+ | style="text-align:right;" |1296,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |13cm
+ | style="text-align:right;" |????,??? MHz
+ QO-100 Satellit.
+ Uplink: 2400,040 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |6cm
+ | style="text-align:right;" |????,??? MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |3cm
+ | style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |1,25cm
+ | style="text-align:right;" |?????,??? MHz
+ |}

```

Zeile 125:

```

{| class="wikitable"
+ | 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  $79 * 2048 / 12000 = 13.48s$ .

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 frühere und wurde nicht patentiert.

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

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

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

```
+ | 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  $79 * \frac{2048}{12000} = 13.48s$ .

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 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: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [https://wsjt.sourceforge.io/ WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html AC4M Digital Radio Site], [https://wsjt.sourceforge.io/wsjsx.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](http://www.sigidwiki.com/wiki/FT8_Signal_Identification_Wiki)].

~~Weitere Informationen: [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software))] WSJT (Wikipedia)], [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt.html>] WSJT], [<http://ac4m.us/jt65.html>] AC4M Digital Radio Site], [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx.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](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.

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

+  
Das [[https://wsjt.sourceforge.io/FT4\\_FT8\\_QEX.pdf](https://wsjt.sourceforge.io/FT4_FT8_QEX.pdf) FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde  
+ in einem [<http://www.arrl.org/qex> QEX Artikel] dokumentiert.

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

~~Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[JT9]],  
[[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]],  
[[FSK441]] und [[WSPR]].~~

+ [https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.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  $7 \times 7$  [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  $79 * [\frac{12000}{2048} / \frac{12000}{12000}] = 13.48s$ .

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).

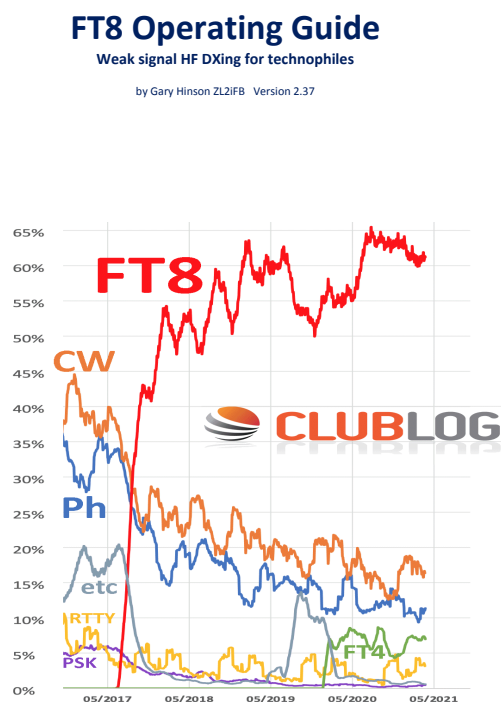
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#), [EST4](#) 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](#)  
[Visuell Wikitext](#)

**Version vom 14. Februar 2021, 01:21 Uhr (**  
**[Quelltext anzeigen](#)**)  
[OE1VMC](#) ([Diskussion](#) | [Beiträge](#))  
K (WSJT-X Version 2.3.0)  
[Zum vorherigen Versionsunterschied](#)

**[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

(19 dazwischenliegende Versionen von 2 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwelle]]

== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==

FT8 ist eine ~~sehr junge~~ digitale Betriebsart (~~beta release~~ seit Juli 2017), 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 2.3.0 (Stand: 14. Feb. 2021, siehe [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-main-2.3.0.html>] WSJT-X 2.3-Benutzerhandbuch].

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.

Zeile 17:

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-doc/wsjt-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-doc/wsjt-main-1.8.0_de.pdf)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch]) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke>] Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN>] K9AN].

Zeile 2:

[[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/wsjt-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.

Zeile 17:

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-doc/wsjt-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-doc/wsjt-main-1.8.0_de.pdf)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch]) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke>] Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN>] K9AN].

+

FT8 verwendet denselben [[https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code LDPC](https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code_LDPC)] (174,91)-Code wie [[FT4]]. Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-[[GFSK]]) bei  $12000/1920 = 6,25$  Baud. Die Synchronisation verwendet  $7 \times 7$  [[https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas\\_array](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array)] Costas-Arrays] am Anfang, in der Mitte und am Ende jeder Übertragung (siehe weiter unten). Übertragene Symbole tragen drei Bits, so dass die Gesamtzahl der Kanalsymbole  $174/3 + 21 = 79$  beträgt. Die

+

insgesamt belegte Bandbreite beträgt  $8 \times 6,25 = 50$  Hz.

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 30:

```
|+Dial Frequency
|-
|style="text-align:right;" |2190m
|style="text-align:right;" |136,130 kHz
|-
|style="text-align:right;" |630m
|style="text-align:right;" |freigegeben in
Österreich seit Dez. 2020: 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;" |freigegeben in
Österreich seit Dez. 2020: 5,357 MHz
|-
|style="text-align:right;" |40m
|style="text-align:right;" |7,074 MHz
|-
|style="text-align:right;" |30m
|style="text-align:right;" |10,136 MHz
|-
|style="text-align:right;" |20m
|style="text-align:right;" |14,074 MHz
|-
|style="text-align:right;" |17m
|style="text-align:right;" |18,100 MHz
|-
|style="text-align:right;" |15m
|style="text-align:right;" |21,074 MHz
|-
|style="text-align:right;" |12m
|style="text-align:right;" |24,915 MHz
|-
|style="text-align:right;" |10m
|style="text-align:right;" |28,074 MHz
|-
```

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 32:

```
|+Dial Frequency
|-
+ | style="text-align:right;" |2190m
+ | 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;" |30m
+ | style="text-align:right;" |10,136 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |20m
+ | style="text-align:right;" |14,074 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |17m
+ | style="text-align:right;" |18,100 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |15m
+ | style="text-align:right;" |21,074 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |12m
+ | style="text-align:right;" |24,915 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |10m
+ | style="text-align:right;" |28,074 MHz
|-
```

```

|style="text-align:right;" |6m
|style="text-align:right;" |50,313 MHz
|-
|style="text-align:right;" |
|style="text-align:right;" |interkontinentale
QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.
php 50,323 MHz]
|-
|style="text-align:right;" |4m
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,100 MHz
|-
|style="text-align:right;" |4m
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,154 MHz
|-
|style="text-align:right;" |2m
|style="text-align:right;" |144,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |1.25m
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 222,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |70cm
|style="text-align:right;" |432,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |70cm
|style="text-align:right;" |432,500 MHz
|-
|style="text-align:right;" |23cm
|style="text-align:right;" |1296,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |13cm
|style="text-align:right;" |????,??? MHz

|-
|style="text-align:right;" |6cm
|style="text-align:right;" |????,??? MHz
|-
|style="text-align:right;" |3cm
|style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|-
|style="text-align:right;" |1,25cm
|style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|}

```

Zeile 122:

```

+ | style="text-align:right;" |6m
+ | style="text-align:right;" |50,313 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |
+ | style="text-align:right;" |interkontinentale QSO:
+ [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php
50,323 MHz]
|-
+ | style="text-align:right;" |4m
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,100 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |4m
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,154 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |2m
+ | style="text-align:right;" |144,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |1.25m
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 222,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |70cm
+ | style="text-align:right;" |432,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |70cm
+ | style="text-align:right;" |432,500 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |23cm
+ | style="text-align:right;" |1296,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |13cm
+ | style="text-align:right;" |????,??? MHz
+ QO-100 Satellit,
+ Uplink: 2400,040 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |6cm
+ | style="text-align:right;" |????,??? MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |3cm
+ | style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |1,25cm
+ | style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|}

```

Zeile 125:





```
|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  $79 * 2048 / 12000 = 13.48s$ .

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 frühere und wurde nicht patentiert.

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

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

~~\*Still to come, not yet implemented.\* We plan to implement signal subtraction, two pass decoding, and use of "a priori" (already~~

```
+ | 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
+ | 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  $79 * \frac{2048}{12000} = 13.48s$ .

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 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: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\_(Amateur\_radio\_software) WSJT (Wikipedia)], [https://wsjt.sourceforge.io/ WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html AC4M Digital Radio

~~known) information as it accumulates during a QSO.~~

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

+ Site], [https://wsjt.sourceforge.io/wsjitx.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.

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

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

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

~~Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[JT9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]] und [[WSPR]].~~

+ [https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.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  $7 \times 7$  [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: [50.323 MHz](#)

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  $79 * [\frac{12000}{2048} / \frac{12000}{12000}] = 13.48s$ .

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).

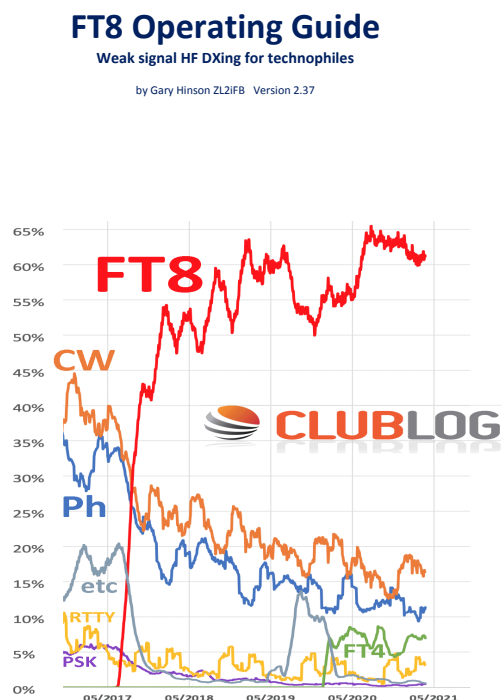
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#), [EST4](#) 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](#)  
[Visuell Wikitext](#)

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

Version vom 14. Februar 2021, 01:21 Uhr (  
Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

K (WSJT-X Version 2.3.0)

Zum vorherigen Versionsunterschied

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

(19 dazwischenliegende Versionen von 2 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwelle]]

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwelle]]

== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==

+ ==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==

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

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 ~~2.3.0~~ (Stand: ~~14. Feb. 2021~~, siehe [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc/wsjsx-main-2.3.0.html>] WSJT-X 2.3-~~Benutzerhandbuch~~].

Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [<https://wsjt.sourceforge.io/wsjsx-doc/wsjsx-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.

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.

Zeile 17:

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)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch)) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN> K9AN].

Zeile 17:

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)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch)) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN> K9AN].

+

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

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

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 30:

```
|+Dial Frequency
|-
|style="text-align:right;" |2190m
|style="text-align:right;" |136,130 kHz
|-
|style="text-align:right;" |630m
|style="text-align:right;" |freigegeben in
Österreich seit Dez. 2020: 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;" |freigegeben in
Österreich seit Dez. 2020: 5,357 MHz
|-
|style="text-align:right;" |40m
|style="text-align:right;" |7,074 MHz
|-
|style="text-align:right;" |30m
|style="text-align:right;" |10,136 MHz
|-
|style="text-align:right;" |20m
|style="text-align:right;" |14,074 MHz
|-
|style="text-align:right;" |17m
|style="text-align:right;" |18,100 MHz
|-
|style="text-align:right;" |15m
|style="text-align:right;" |21,074 MHz
|-
|style="text-align:right;" |12m
|style="text-align:right;" |24,915 MHz
```

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 32:

```
+|+Dial Frequency
+|-
+| style="text-align:right;" |2190m
+| 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;" |30m
+| style="text-align:right;" |10,136 MHz
+|-
+| style="text-align:right;" |20m
+| style="text-align:right;" |14,074 MHz
+|-
+| style="text-align:right;" |17m
+| style="text-align:right;" |18,100 MHz
+|-
+| style="text-align:right;" |15m
+| style="text-align:right;" |21,074 MHz
+|-
+| style="text-align:right;" |12m
+| style="text-align:right;" |24,915 MHz
```

|-  
|style="text-align:right;" |10m  
|style="text-align:right;" |28,074 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |6m  
|style="text-align:right;" |50,313 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |  
|style="text-align:right;" |interkontinentale  
QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.  
php 50,323 MHz]  
|-  
|style="text-align:right;" |4m  
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 70,100 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |4m  
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 70,154 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |2m  
|style="text-align:right;" |144,174 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |1.25m  
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 222,174 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |70cm  
|style="text-align:right;" |432,174 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |70cm  
|style="text-align:right;" |432,500 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |23cm  
|style="text-align:right;" |1296,174 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |13cm  
|style="text-align:right;" |????,??? MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |6cm  
|style="text-align:right;" |????,??? MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |3cm  
|style="text-align:right;" |?????,??? MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |1,25cm

|-  
+ | style="text-align:right;" |10m  
+ | style="text-align:right;" |28,074 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |6m  
+ | style="text-align:right;" |50,313 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |  
| style="text-align:right;" |interkontinentale QSO:  
+ [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php  
50,323 MHz]  
|-  
+ | style="text-align:right;" |4m  
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 70,100 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |4m  
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 70,154 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |2m  
+ | style="text-align:right;" |144,174 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |1.25m  
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 222,174 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |70cm  
+ | style="text-align:right;" |432,174 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |70cm  
+ | style="text-align:right;" |432,500 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |23cm  
+ | style="text-align:right;" |1296,174 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |13cm  
+ | style="text-align:right;" |????,??? MHz  
+ QO-100 Satellit,  
+ Uplink: 2400,040 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |6cm  
+ | style="text-align:right;" |????,??? MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |3cm  
+ | style="text-align:right;" |?????,??? MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |1,25cm



$$\left. \begin{array}{l} \text{style="text-align:right;" } | \text{????,??? MHz} \\ | \end{array} \right\}$$
$$+ \left. \begin{array}{l} \text{style="text-align:right,"} | \text{????,??? MHz} \\ | \end{array} \right\}$$

Zeile 122:

	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

Zeile 125:

		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

```
|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
|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  $79 * 2048 / 12000 = 13.48s$ .

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 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).

```
+ | 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
+ | 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  $79 * \frac{2048}{12000} = 13.48s$ .

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 frühere und wurde nicht patentiert.

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

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

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

~~Weitere Informationen: [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software))] WSJT (Wikipedia), [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt.html>] WSJT, [<http://ac4m.us/jt65.html>] AC4M Digital Radio Site], [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx.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](http://www.sigidwiki.com/wiki/FT8_Signal_Identification_Wiki)].~~

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

~~Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[JT9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]] und [[WSPR]].~~

Weitere Informationen: [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software))] WSJT (Wikipedia)], [<https://wsjt.sourceforge.io/>] WSJT, [<http://ac4m.us/jt65.html>] AC4M Digital Radio Site], [<https://wsjt.sourceforge.io/wsjsx.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](http://www.sigidwiki.com/wiki/FT8_Signal_Identification_Wiki)].

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

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

+ Das [[https://wsjt.sourceforge.io/FT4\\_FT8\\_QEX.pdf](https://wsjt.sourceforge.io/FT4_FT8_QEX.pdf)] FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [<http://www.arrl.org/qex>] 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)

+ [[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  $7 \times 7$  [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 auswählen 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: [50,323 MHz](#)

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  $79 * [\frac{12000}{2048} / \frac{12000}{12000}] = 13.48s$ .

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).

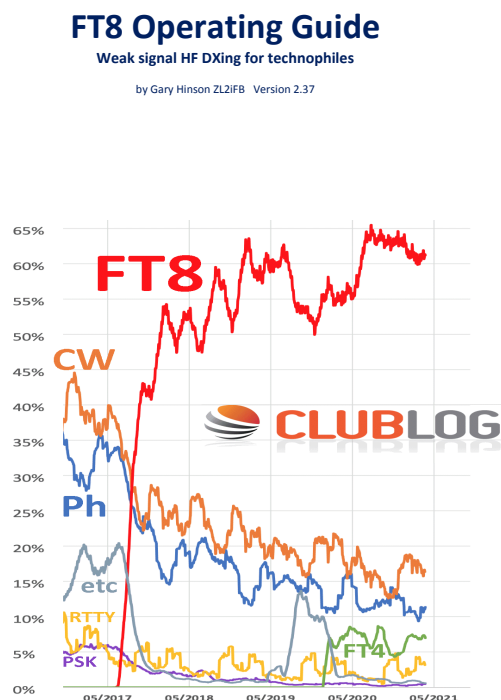
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#)  
[Visuell Wikitext](#)

Version vom 14. Februar 2021, 01:21 Uhr (  
Quelltext anzeigen)  
OE1VMC (Diskussion | Beiträge)  
K (WSJT-X Version 2.3.0)  
Zum vorherigen Versionsunterschied

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

(19 dazwischenliegende Versionen von 2 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzweille]]

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzweille]]

== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==

+ ==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==

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

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 2.3.0 (Stand: ~~14. Feb. 2021~~, siehe ~~[http~~  
~~://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc~~  
~~/wsjtx-main-2.3.0.html WSJT-X 2.3-~~  
~~Benutzerhandbuch]~~).

Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X  
Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [https://  
+ wsjt.sourceforge.io/wsjsx-doc/wsjtx-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.

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.

Zeile 17:

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\\_](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software))  
(Amateur\_radio\_software) WSJT-X] v. 1.8.0  
(siehe [[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc/wsjtx-main-1.8.0_de.pdf)  
[/wsjtx-doc/wsjtx-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc/wsjtx-main-1.8.0_de.pdf)  
deutschsprachiges Benutzerhandbuch]) durch  
[[http://en.wikipedia.org/wiki](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr)  
[/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr). Joe Taylor],  
[[http://www.qrz.com/db/K1JT K1JT](http://www.qrz.com/db/K1JT_K1JT)] und  
[[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke)  
franke Steven J. Franke], [[https://www.qrz.com](https://www.qrz.com/db/K9AN_K9AN)  
[/db/K9AN K9AN](https://www.qrz.com/db/K9AN_K9AN)].

Zeile 17:

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\\_](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software))  
(Amateur\_radio\_software) WSJT-X] v. 1.8.0  
(siehe [[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc/wsjtx-main-1.8.0_de.pdf)  
[/wsjtx-doc/wsjtx-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc/wsjtx-main-1.8.0_de.pdf)  
deutschsprachiges Benutzerhandbuch]) durch  
[[http://en.wikipedia.org/wiki](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr)  
[/Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr). Joe Taylor],  
[[http://www.qrz.com/db/K1JT K1JT](http://www.qrz.com/db/K1JT_K1JT)] und  
[[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke)  
franke Steven J. Franke], [[https://www.qrz.com](https://www.qrz.com/db/K9AN_K9AN)  
[/db/K9AN K9AN](https://www.qrz.com/db/K9AN_K9AN)].

+

FT8 verwendet denselben [[https://de.wikipedia.](https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code_LDPC)  
[org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code](https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code_LDPC)  
[LDPC](https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code_LDPC)] (174,91)-Code wie [[FT4](#)]. Die  
Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-

[[GFSK]]) bei  $12000/1920 = 6,25$  Baud. Die Synchronisation verwendet  $7 \times 7$  [[https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas\\_array](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array) Costas-Arrays] am Anfang, in der Mitte und am Ende jeder Übertragung (siehe weiter unten). Übertragene Symbole tragen drei Bits, so dass die Gesamtzahl der Kanalsymbole  $174/3 + 21 = 79$  beträgt. Die insgesamt belegte Bandbreite beträgt  $8 \times 6,25 = 50$  Hz.

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 30:

```
+Dial Frequency
|-
|style="text-align:right;" |2190m
|style="text-align:right;" |136,130 kHz
|-
|style="text-align:right;" |630m
|style="text-align:right;" |freigegeben in
Österreich seit Dez. 2020: 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;" |freigegeben in
Österreich seit Dez. 2020: 5,357 MHz
|-
|style="text-align:right;" |40m
|style="text-align:right;" |7,074 MHz
|-
|style="text-align:right;" |30m
|style="text-align:right;" |10,136 MHz
|-
|style="text-align:right;" |20m
|style="text-align:right;" |14,074 MHz
|-
|style="text-align:right;" |17m
|style="text-align:right;" |18,100 MHz
|-
|style="text-align:right;" |15m
|style="text-align:right;" |21,074 MHz
|-
|style="text-align:right;" |12m
```

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 32:

```
+Dial Frequency
|-
+ | style="text-align:right;" |2190m
+ | 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;" |30m
+ | style="text-align:right;" |10,136 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |20m
+ | style="text-align:right;" |14,074 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |17m
+ | style="text-align:right;" |18,100 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |15m
+ | style="text-align:right;" |21,074 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |12m
```



style="text-align:right;"  24,915 MHz	+   style="text-align:right;"  24,915 MHz
-	-
style="text-align:right;"  10m	+   style="text-align:right;"  10m
style="text-align:right;"  28,074 MHz	+   style="text-align:right;"  28,074 MHz
-	-
style="text-align:right;"  6m	+   style="text-align:right;"  6m
style="text-align:right;"  50,313 MHz	+   style="text-align:right;"  50,313 MHz
-	-
style="text-align:right;"	+   style="text-align:right;"
style="text-align:right;"  interkontinentale QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php 50,323 MHz]	+   style="text-align:right;"  interkontinentale QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php 50,323 MHz]
-	-
style="text-align:right;"  4m	+   style="text-align:right;"  4m
style="text-align:right;"  in Österreich nicht freigegeben: 70,100 MHz	+   style="text-align:right;"  in Österreich nicht freigegeben: 70,100 MHz
-	-
style="text-align:right;"  4m	+   style="text-align:right;"  4m
style="text-align:right;"  in Österreich nicht freigegeben: 70,154 MHz	+   style="text-align:right;"  in Österreich nicht freigegeben: 70,154 MHz
-	-
style="text-align:right;"  2m	+   style="text-align:right;"  2m
style="text-align:right;"  144,174 MHz	+   style="text-align:right;"  144,174 MHz
-	-
style="text-align:right;"  1.25m	+   style="text-align:right;"  1.25m
style="text-align:right;"  in Österreich nicht freigegeben: 222,174 MHz	+   style="text-align:right;"  in Österreich nicht freigegeben: 222,174 MHz
-	-
style="text-align:right;"  70cm	+   style="text-align:right;"  70cm
style="text-align:right;"  432,174 MHz	+   style="text-align:right;"  432,174 MHz
-	-
style="text-align:right;"  70cm	+   style="text-align:right;"  70cm
style="text-align:right;"  432,500 MHz	+   style="text-align:right;"  432,500 MHz
-	-
style="text-align:right;"  23cm	+   style="text-align:right;"  23cm
style="text-align:right;"  1296,174 MHz	+   style="text-align:right;"  1296,174 MHz
-	-
style="text-align:right;"  13cm	+   style="text-align:right;"  13cm
style="text-align:right;"  ????,??? MHz	+   style="text-align:right;"  ????,??? <u>MHz</u>
-	+ <u>QO-100 Satellit,</u>
-	+ <u>Uplink:</u> 2400,040 MHz
-	-
style="text-align:right;"  6cm	+   style="text-align:right;"  6cm
style="text-align:right;"  ????,??? MHz	+   style="text-align:right;"  ????,??? MHz
-	-
style="text-align:right;"  3cm	+   style="text-align:right;"  3cm
style="text-align:right;"  ?????,??? MHz	+   style="text-align:right;"  ?????,??? MHz
-	-



```
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |X
|style="text-align:right;" |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  $79 * 2048 / 12000 = 13.48s$ .

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 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.

```
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |X
+ | style="text-align:right;" |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  $79 * \frac{2048}{12000} = 13.48s$ .

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 frühere und wurde nicht patentiert.

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

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

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

~~Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\_(Amateur\_radio\_software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt.html WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html AC4M Digital Radio Site], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx.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.~~

~~Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[JT9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]] und [[WSPR]].~~

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

Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\_(Amateur\_radio\_software) WSJT (Wikipedia)], [https://wsjt.sourceforge.io/ WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html AC4M Digital Radio Site], [https://wsjt.sourceforge.io/wsjsx.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.

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

+  
Das [https://wsjt.sourceforge.io/FT4\_FT8\_QEX.pdf FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [http://www.arrl.org/qex 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)  
+ [[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  $79 * [\frac{12000}{2048} / \frac{12000}{12000}] = 13.48s$ .

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).

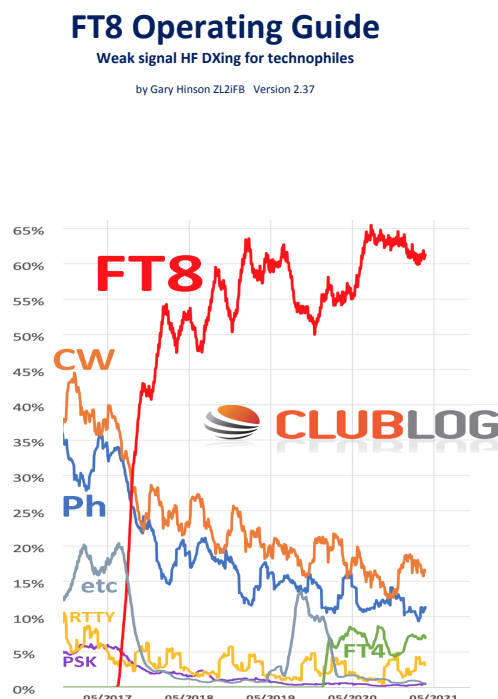
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#)  
[Visuell Wikitext](#)

[Version vom 14. Februar 2021, 01:21 Uhr \(](#)  
[Quelltext anzeigen](#))

[OE1VMC \(Diskussion | Beiträge\)](#)

K (WSJT-X Version 2.3.0)

[Zum vorherigen Versionsunterschied](#)

[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](#)

(19 dazwischenliegende Versionen von 2 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwelle]]

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwelle]]

== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==

+ ==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==

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

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 ~~2.3.0~~ (Stand: ~~14. Feb. 2021~~, siehe ~~[http~~  
~~://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc~~  
~~/wsjtx-main-2.3.0.html~~ WSJT-X ~~2.3-~~  
~~Benutzerhandbuch~~].

Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X  
Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [https://  
+ wsjt.sourceforge.io/wsjsx-doc/wsjtx-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.

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.

Zeile 17:

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\\_](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software))  
(Amateur\_radio\_software) WSJT-X] v. 1.8.0  
(siehe [[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc/wsjtx-main-1.8.0_de.pdf)  
[/wsjtx-doc/wsjtx-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc/wsjtx-main-1.8.0_de.pdf)  
deutschsprachiges Benutzerhandbuch]) durch  
[[http://en.wikipedia.org/wiki](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr)  
[Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr) Joe Taylor],  
[<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT] und  
[[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke)  
franke Steven J. Franke], [[https://www.qrz.com](https://www.qrz.com/db/K9AN)  
[/db/K9AN](https://www.qrz.com/db/K9AN) K9AN].

Zeile 17:

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\\_](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software))  
(Amateur\_radio\_software) WSJT-X] v. 1.8.0  
(siehe [[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc/wsjtx-main-1.8.0_de.pdf)  
[/wsjtx-doc/wsjtx-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc/wsjtx-main-1.8.0_de.pdf)  
deutschsprachiges Benutzerhandbuch]) durch  
[[http://en.wikipedia.org/wiki](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr)  
[Joseph\\_Hooton\\_Taylor,\\_Jr.](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr) Joe Taylor],  
[<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT] und  
[[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke)  
franke Steven J. Franke], [[https://www.qrz.com](https://www.qrz.com/db/K9AN)  
[/db/K9AN](https://www.qrz.com/db/K9AN) K9AN].



+

FT8 verwendet denselben [<https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code> LDPC] (174,91)-Code wie [[FT4]]. Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-[[GFSK]]) bei  $12000/1920 = 6,25$  Baud. Die Synchronisation verwendet  $7 \times 7$  [[https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas\\_array](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array) Costas-Arrays] am Anfang, in der Mitte und am Ende jeder Übertragung (siehe weiter unten). Übertragene Symbole tragen drei Bits, so dass die Gesamtzahl der Kanalsymbole  $174/3 + 21 = 79$  beträgt. Die insgesamt belegte Bandbreite beträgt  $8 \times 6,25 = 50$  Hz.

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 30:

```
|+Dial Frequency
|-
|style="text-align:right;" |2190m
|style="text-align:right;" |136,130 kHz
|-
|style="text-align:right;" |630m
|style="text-align:right;" |freigegeben in
Österreich seit Dez. 2020: 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;" |freigegeben in
Österreich seit Dez. 2020: 5,357 MHz
|-
|style="text-align:right;" |40m
|style="text-align:right;" |7,074 MHz
|-
|style="text-align:right;" |30m
|style="text-align:right;" |10,136 MHz
|-
|style="text-align:right;" |20m
|style="text-align:right;" |14,074 MHz
|-
|style="text-align:right;" |17m
|style="text-align:right;" |18,100 MHz
```

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 32:

```
|+Dial Frequency
|-
+ | style="text-align:right;" |2190m
+ | 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;" |30m
+ | style="text-align:right;" |10,136 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |20m
+ | style="text-align:right;" |14,074 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |17m
+ | style="text-align:right;" |18,100 MHz
```

-  
|style="text-align:right;" |15m  
|style="text-align:right;" |21,074 MHz  
-  
|style="text-align:right;" |12m  
|style="text-align:right;" |24,915 MHz  
-  
|style="text-align:right;" |10m  
|style="text-align:right;" |28,074 MHz  
-  
|style="text-align:right;" |6m  
|style="text-align:right;" |50,313 MHz  
-  
|style="text-align:right;" |  
|style="text-align:right;" |interkontinentale  
QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.  
php 50,323 MHz]  
-  
|style="text-align:right;" |4m  
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 70,100 MHz  
-  
|style="text-align:right;" |4m  
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 70,154 MHz  
-  
|style="text-align:right;" |2m  
|style="text-align:right;" |144,174 MHz  
-  
|style="text-align:right;" |1.25m  
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 222,174 MHz  
-  
|style="text-align:right;" |70cm  
|style="text-align:right;" |432,174 MHz  
-  
|style="text-align:right;" |70cm  
|style="text-align:right;" |432,500 MHz  
-  
|style="text-align:right;" |23cm  
|style="text-align:right;" |1296,174 MHz  
-  
|style="text-align:right;" |13cm  
|style="text-align:right;" |????,??? MHz  
-  
|style="text-align:right;" |6cm

-  
+ | style="text-align:right;" |15m  
+ | style="text-align:right;" |21,074 MHz  
-  
+ | style="text-align:right;" |12m  
+ | style="text-align:right;" |24,915 MHz  
-  
+ | style="text-align:right;" |10m  
+ | style="text-align:right;" |28,074 MHz  
-  
+ | style="text-align:right;" |6m  
+ | style="text-align:right;" |50,313 MHz  
-  
+ | style="text-align:right;" |  
| style="text-align:right;" |interkontinentale QSO:  
+ [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php  
50,323 MHz]  
-  
+ | style="text-align:right;" |4m  
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 70,100 MHz  
-  
+ | style="text-align:right;" |4m  
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 70,154 MHz  
-  
+ | style="text-align:right;" |2m  
+ | style="text-align:right;" |144,174 MHz  
-  
+ | style="text-align:right;" |1.25m  
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 222,174 MHz  
-  
+ | style="text-align:right;" |70cm  
+ | style="text-align:right;" |432,174 MHz  
-  
+ | style="text-align:right;" |70cm  
+ | style="text-align:right;" |432,500 MHz  
-  
+ | style="text-align:right;" |23cm  
+ | style="text-align:right;" |1296,174 MHz  
-  
+ | style="text-align:right;" |13cm  
+ | style="text-align:right;" |????,??? MHz  
+ QO-100 Satellit.  
+ Uplink: 2400,040 MHz  
-  
+ | style="text-align:right;" |6cm



```

|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|-
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |X
|style="text-align:right;" |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  $79 * 2048 / 12000 = 13.48s$ .

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 frühere und wurde nicht patentiert.

```

+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
|-
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |X
+ | style="text-align:right;" |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  $79 * \frac{2048}{12000} = 13.48s$ .

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

+ Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 frühere und wurde nicht patentiert.

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

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

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

~~Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\_(Amateur\_radio\_software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt.html WSJT], [http://ae4m.us/jt65.html AC4M Digital Radio Site], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx.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://www.digi.com/WorldWideDigiDXContest("WW Digi")]] 2019.~~

~~Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[JT9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]] und [[WSPR]].~~

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: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\_(Amateur\_radio\_software) WSJT (Wikipedia)], [https://wsjt.sourceforge.io/ WSJT], [http://ae4m.us/jt65.html AC4M Digital Radio Site], [https://wsjt.sourceforge.io/wsjsx.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://www.digi.com/WorldWideDigiDXContest("WW Digi")]] 2019.

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

+ Das [https://wsjt.sourceforge.io/FT4\_FT8\_QEX.pdf FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [http://www.arrl.org/qex 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)

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

# 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 auswählen 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  $79 * [\frac{12000}{2048} / \frac{12000}{12000}] = 13.48s$ .

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](#), [EST4](#) und [WSPR](#).

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

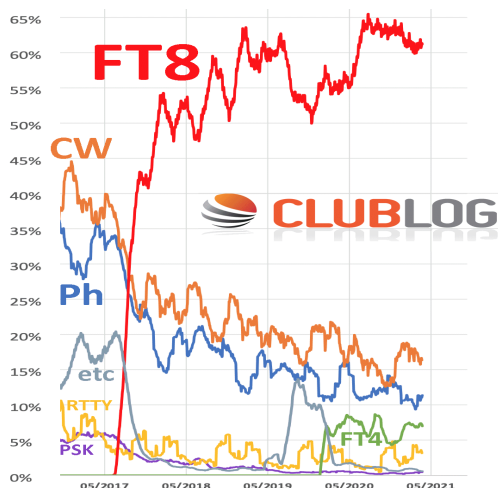
[https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.com/FT8_Hinson_tips_for_HF_DXers.pdf)



## FT8 Operating Guide

Weak signal HF DXing for technophiles

by Gary Hinson ZL2IFB Version 2.37



# FT8: Unterschied zwischen den Versionen

[Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen](#)

[Visuell Wikitext](#)

[Version vom 14. Februar 2021, 01:21 Uhr](#) (

[Quelltext anzeigen](#))

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

K (WSJT-X Version 2.3.0)

[Zum vorherigen Versionsunterschied](#)

[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](#)

(19 dazwischenliegende Versionen von 2 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwelle]]

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwelle]]

== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==

+ ==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==

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

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 2.3.0 (Stand: 14. Feb. 2021, siehe <http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc>

Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe <https://wsjt.sourceforge.io/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-2.6.1>.

/wsjtx-main-2.3.0.html WSJT-X 2.3-  
~~Benutzerhandbuch~~].

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.

Zeile 17:

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/wsjtx-doc/wsjtx-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjtx-doc/wsjtx-main-1.8.0_de.pdf)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch)) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN> K9AN].

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 30:

|+Dial Frequency

|-

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

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

|-

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

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

|-

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

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.

Zeile 17:

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/wsjtx-doc/wsjtx-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjtx-doc/wsjtx-main-1.8.0_de.pdf)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch)) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN> K9AN].

+

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

+

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 32:

|+Dial Frequency

|-

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

+ | 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;"  1,840 MHz
-	-
style="text-align:right;"  80m	+   style="text-align:right;"  80m
style="text-align:right;"  3,573 MHz	+   style="text-align:right;"  3,573 MHz
-	-
style="text-align:right;"  60m	+   style="text-align:right;"  60m
style="text-align:right;"  freigegeben in <del>Österreich seit Dez. 2020:</del> 5,357 MHz	+   style="text-align:right;"  5,357 MHz
-	-
style="text-align:right;"  40m	+   style="text-align:right;"  40m
style="text-align:right;"  7,074 MHz	+   style="text-align:right;"  7,074 MHz
-	-
style="text-align:right;"  30m	+   style="text-align:right;"  30m
style="text-align:right;"  10,136 MHz	+   style="text-align:right;"  10,136 MHz
-	-
style="text-align:right;"  20m	+   style="text-align:right;"  20m
style="text-align:right;"  14,074 MHz	+   style="text-align:right;"  14,074 MHz
-	-
style="text-align:right;"  17m	+   style="text-align:right;"  17m
style="text-align:right;"  18,100 MHz	+   style="text-align:right;"  18,100 MHz
-	-
style="text-align:right;"  15m	+   style="text-align:right;"  15m
style="text-align:right;"  21,074 MHz	+   style="text-align:right;"  21,074 MHz
-	-
style="text-align:right;"  12m	+   style="text-align:right;"  12m
style="text-align:right;"  24,915 MHz	+   style="text-align:right;"  24,915 MHz
-	-
style="text-align:right;"  10m	+   style="text-align:right;"  10m
style="text-align:right;"  28,074 MHz	+   style="text-align:right;"  28,074 MHz
-	-
style="text-align:right;"  6m	+   style="text-align:right;"  6m
style="text-align:right;"  50,313 MHz	+   style="text-align:right;"  50,313 MHz
-	-
style="text-align:right;"	+   style="text-align:right;"
style="text-align:right;"  interkontinentale QSO: [ <a href="http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php">http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php</a> 50,323 MHz]	+   style="text-align:right;"  interkontinentale QSO: + [ <a href="http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php">http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php</a> 50,323 MHz]
-	-
style="text-align:right;"  4m	+   style="text-align:right;"  4m
style="text-align:right;"  in Österreich nicht freigegeben: 70,100 MHz	+   style="text-align:right;"  in Österreich nicht freigegeben: 70,100 MHz
-	-
style="text-align:right;"  4m	+   style="text-align:right;"  4m
style="text-align:right;"  in Österreich nicht freigegeben: 70,154 MHz	+   style="text-align:right;"  in Österreich nicht freigegeben: 70,154 MHz
-	-
style="text-align:right;"  2m	+   style="text-align:right;"  2m

```

|style="text-align:right;" |144,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |1.25m
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 222,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |70cm
|style="text-align:right;" |432,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |70cm
|style="text-align:right;" |432,500 MHz
|-
|style="text-align:right;" |23cm
|style="text-align:right;" |1296,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |13cm
|style="text-align:right;" |????,??? MHz

|-
|style="text-align:right;" |6cm
|style="text-align:right;" |????,??? MHz
|-
|style="text-align:right;" |3cm
|style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|-
|style="text-align:right;" |1,25cm
|style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|}

```

Zeile 122:

```

{| 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;" |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
|style="text-align:right;" |0

```

```

+ | style="text-align:right;" |144,174 MHz
+ |-
+ | style="text-align:right;" |1.25m
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht
+ |freigegeben: 222,174 MHz
+ |-
+ | style="text-align:right;" |70cm
+ | style="text-align:right;" |432,174 MHz
+ |-
+ | style="text-align:right;" |70cm
+ | style="text-align:right;" |432,500 MHz
+ |-
+ | style="text-align:right;" |23cm
+ | style="text-align:right;" |1296,174 MHz
+ |-
+ | style="text-align:right;" |13cm
+ | style="text-align:right;" |????,??? MHz
+ | QO-100 Satellit.
+ | Uplink: 2400,040 MHz
+ |-
+ | style="text-align:right;" |6cm
+ | style="text-align:right;" |????,??? MHz
+ |-
+ | style="text-align:right;" |3cm
+ | style="text-align:right;" |?????,??? MHz
+ |-
+ | style="text-align:right;" |1,25cm
+ | style="text-align:right;" |?????,??? MHz
+ |}

```

Zeile 125:

```

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

```

```

|style="text-align:right;" |0
|-
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |X
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|-
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |X
|-
|style="text-align:right;" |X
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|-
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |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.

```

+ | style="text-align:right;" |0
|-
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |X
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
|-
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |X
|-
+ | style="text-align:right;" |X
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
|-
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |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  $79 * 2048 / 12000 = 13.48s$ .

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

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 frühere und wurde nicht patentiert.

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

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

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

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

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 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: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\_(Amateur\_radio\_software) WSJT (Wikipedia)], [https://wsjt.sourceforge.io/ WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html AC4M Digital Radio Site], [https://wsjt.sourceforge.io/wsjsx.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.

+

- + Siehe auch: [\[\[FT4\]\]](#), [\[\[JT65\]\]](#), [\[\[JT4\]\]](#), [\[\[JT9\]\]](#), [\[\[JT6M\]\]](#), [\[\[QRA64\]\]](#), [\[\[MSK144\]\]](#), [\[\[FSK441\]\]](#), [\[\[FST4\]\]](#) und [\[\[WSPR\]\]](#).
- + Das [\[https://wsjt.sourceforge.io/FT4\\_FT8\\_QEX.pdf\]](https://wsjt.sourceforge.io/FT4_FT8_QEX.pdf) [FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll](#) wurde in einem [\[http://www.arrl.org/qex\]](http://www.arrl.org/qex) [QEX Artikel](#) dokumentiert.

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

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

- + [https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.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 auswählen 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  $79 * [\frac{12000}{2048} / \frac{12000}] = 13.48s$ .

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](#), [EST4](#) und [WSPR](#).

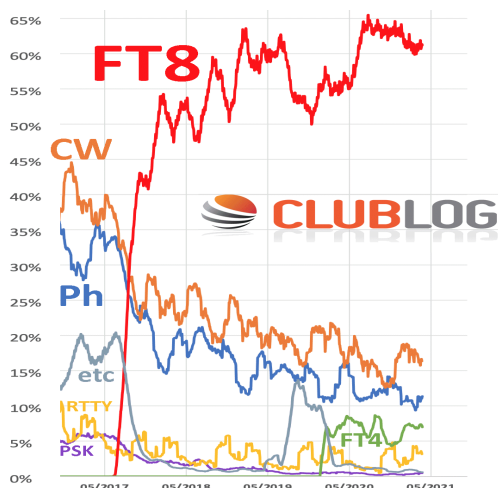
Das [FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll](#) wurde in einem [QEX Artikel](#) dokumentiert.

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

## FT8 Operating Guide

Weak signal HF DXing for technophiles

by Gary Hinson ZL2IFB Version 2.37



## FT8: Unterschied zwischen den Versionen

[Versionsgeschichte interaktiv durchsuchen](#)  
[Visuell Wikitext](#)

[Version vom 14. Februar 2021, 01:21 Uhr \(](#)  
[Quelltext anzeigen\)](#)

[OE1VMC \(Diskussion | Beiträge\)](#)

K (WSJT-X Version 2.3.0)

[Zum vorherigen Versionsunterschied](#)

[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](#)

(19 dazwischenliegende Versionen von 2 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwelle]]

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwelle]]

== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==

+ ==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==

FT8 ist eine ~~sehr junge~~ digitale Betriebsart  
(~~beta release~~ seit Juli 2017), die sehr geeignet

FT8 ist eine digitale Betriebsart, die seit Juli  
2017 existiert und die sehr geeignet ist für

+

ist für niedrige Sendeleistung ("QRP-Betrieb") und für Stationen mit Antennendefiziten. Diese Betriebsart wurde sehr rasch populär.

Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.3.0 (Stand: 14. Feb. 2021, siehe [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc/wsjsx-main-2.3.0.html>] WSJT-X 2.3-~~Benutzerhandbuch~~].

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.

Zeile 17:

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)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch]) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN> K9AN].

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 30:

|+Dial Frequency

|-

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

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/wsjsx-doc/wsjsx-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.

Zeile 17:

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)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch]) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN> K9AN].

+

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

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 32:

|+Dial Frequency

|-

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

|style="text-align:right;" |136,130 kHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |630m  
 |style="text-align:right;" |~~freigegeben in Österreich seit Dez. 2020:~~ 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;" |~~freigegeben in Österreich seit Dez. 2020:~~ 5,357 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |40m  
 |style="text-align:right;" |7,074 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |30m  
 |style="text-align:right;" |10,136 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |20m  
 |style="text-align:right;" |14,074 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |17m  
 |style="text-align:right;" |18,100 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |15m  
 |style="text-align:right;" |21,074 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |12m  
 |style="text-align:right;" |24,915 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |10m  
 |style="text-align:right;" |28,074 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |6m  
 |style="text-align:right;" |50,313 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |  
 |style="text-align:right;" |interkontinentale QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php 50,323 MHz]  
 |-  
 |style="text-align:right;" |4m

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

```

|style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,100 MHz
|-
|style="text-align:right;" |4m
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,154 MHz
|-
|style="text-align:right;" |2m
|style="text-align:right;" |144,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |1.25m
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 222,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |70cm
|style="text-align:right;" |432,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |70cm
|style="text-align:right;" |432,500 MHz
|-
|style="text-align:right;" |23cm
|style="text-align:right;" |1296,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |13cm
|style="text-align:right;" |????,??? MHz

|-
|style="text-align:right;" |6cm
|style="text-align:right;" |????,??? MHz
|-
|style="text-align:right;" |3cm
|style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|-
|style="text-align:right;" |1,25cm
|style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|}

```

Zeile 122:

```

{| 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;" |0

```

```

+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,100 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |4m
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,154 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |2m
+ | style="text-align:right;" |144,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |1.25m
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 222,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |70cm
+ | style="text-align:right;" |432,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |70cm
+ | style="text-align:right;" |432,500 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |23cm
+ | style="text-align:right;" |1296,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |13cm
+ | style="text-align:right;" |????,??? MHz
+ | QO-100 Satellit.
+ | Uplink: 2400,040 MHz

|-
+ | style="text-align:right;" |6cm
+ | style="text-align:right;" |????,??? MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |3cm
+ | style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |1,25cm
+ | style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|}

```

Zeile 125:

```

+ | 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;" |0

```



```
|style="text-align:right;" |0
|style="text-align:right;" |0
|}
```

```
+ | style="text-align:right;" |0
+ | style="text-align:right;" |0
|}
```

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

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

Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * 2048 / 12000 = 13.48s$ .

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

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

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 frühere und wurde nicht patentiert.

+ Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 frühere und wurde nicht patentiert.

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

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

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

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

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

Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\_(Amateur\_radio\_software) WSJT (Wikipedia)], [https://wsjt.sourceforge.io/ WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html AC4M Digital Radio Site], [https://wsjt.sourceforge.io/wsjsx.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].

Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\_(Amateur\_radio\_software) WSJT (Wikipedia)], [http://physics.princeton.edu

~~/pulsar/k1jt/wsjt.html WSJT], [http://ae4m.us/jt65.html AC4M Digital Radio Site], [http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt.html WSJT-X] [https://www.facebook.com/groups/FT8.Digital.Mode/about/ FT8 Facebook Gruppe] und [http://www.sigidwiki.com/wiki/FT8 Signal Identification Wiki].~~

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

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

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

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

~~Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[JT9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]] und [[WSPR]].~~

+ https://www.g4ifb.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 auswählen 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  $79 * \lfloor \frac{12000}{2048} \rfloor / 12000 = 13.48s$ .

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).

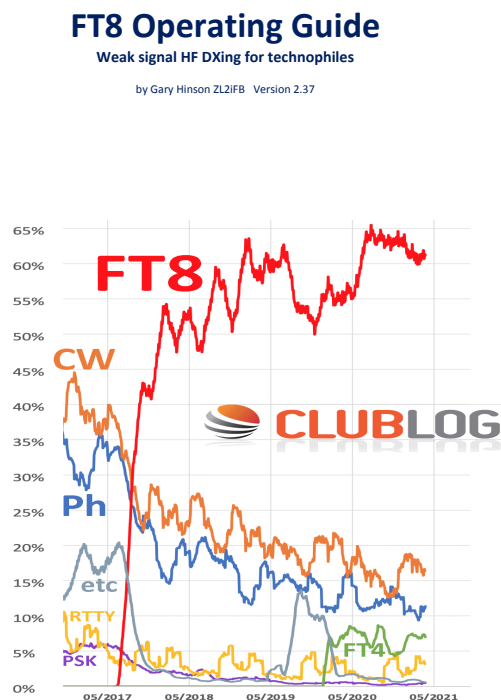
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#)

[Visuell Wikitext](#)

**[Version vom 14. Februar 2021, 01:21 Uhr](#)** ([Quelltext anzeigen](#))

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

K (WSJT-X Version 2.3.0)

[Zum vorherigen Versionsunterschied](#)

**[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](#)

(19 dazwischenliegende Versionen von 2 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzweile]]

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzweile]]

== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==

+ ==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==

FT8 ist eine ~~sehr junge~~ digitale Betriebsart (~~beta release~~ seit Juli 2017), 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 2.3.0 (Stand: ~~14. Feb. 2021~~, siehe [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-2.3.0.html>] WSJT-X 2.3-~~Benutzerhandbuch~~).

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.

Zeile 17:

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)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch)) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN> K9AN].

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 30:

|+Dial Frequency

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/wsjt-x-doc/wsjt-x-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.

Zeile 17:

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)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch)) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN> K9AN].

+

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

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 32:

|+Dial Frequency

|-  
 |style="text-align:right;" |2190m  
 |style="text-align:right;" |136,130 kHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |630m  
 |style="text-align:right;" |freigegeben in  
~~Österreich seit Dez. 2020:~~ 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;" |freigegeben in  
~~Österreich seit Dez. 2020:~~ 5,357 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |40m  
 |style="text-align:right;" |7,074 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |30m  
 |style="text-align:right;" |10,136 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |20m  
 |style="text-align:right;" |14,074 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |17m  
 |style="text-align:right;" |18,100 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |15m  
 |style="text-align:right;" |21,074 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |12m  
 |style="text-align:right;" |24,915 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |10m  
 |style="text-align:right;" |28,074 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |6m  
 |style="text-align:right;" |50,313 MHz  
 |-  
 |style="text-align:right;" |  
 |style="text-align:right;" |interkontinentale  
 QSO: [<http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php>  
 50,323 MHz]  
 |-

+ | style="text-align:right;" |2190m  
 + | 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;" |30m  
 + | style="text-align:right;" |10,136 MHz  
 |-  
 + | style="text-align:right;" |20m  
 + | style="text-align:right;" |14,074 MHz  
 |-  
 + | style="text-align:right;" |17m  
 + | style="text-align:right;" |18,100 MHz  
 |-  
 + | style="text-align:right;" |15m  
 + | style="text-align:right;" |21,074 MHz  
 |-  
 + | style="text-align:right;" |12m  
 + | style="text-align:right;" |24,915 MHz  
 |-  
 + | style="text-align:right;" |10m  
 + | style="text-align:right;" |28,074 MHz  
 |-  
 + | style="text-align:right;" |6m  
 + | style="text-align:right;" |50,313 MHz  
 |-  
 + | style="text-align:right;" |  
 | style="text-align:right;" |interkontinentale QSO:  
 + [<http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php>  
 50,323 MHz]  
 |-





|style="text-align:right;" |0  
|style="text-align:right;" |0  
|style="text-align:right;" |0  
|}

+ | style="text-align:right;" |0  
+ | style="text-align:right;" |0  
+ | style="text-align:right;" |0  
|}

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

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

Die Dauer eines Tx Durchgangs ist  $79 * 2048 / 12000 = 13.48s$ .

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

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

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 frühere und wurde nicht patentiert.

+ Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 frühere und wurde nicht patentiert.

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

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

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

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

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

+ Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\_(Amateur\_radio\_software) WSJT (Wikipedia)], [https://wsjt.sourceforge.io/ WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html AC4M Digital Radio Site], [https://wsjt.sourceforge.io/wsjsx.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].

~~Weitere Informationen: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\_(Amateur\_radio\_software) WSJT~~



~~(Wikipedia)], [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt.html> WSJT], [<http://ae4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt.html> WSJT-X], [<https://www.facebook.com/groups/FT8.Digital.Mode/about/> FT8 Facebook Gruppe] und [[http://www.sigidwiki.com/wiki/FT8\\_Signal\\_Identification\\_Wiki](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.

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

+  
Das [[https://wsjt.sourceforge.io/FT4\\_FT8\\_QEX.pdf](https://wsjt.sourceforge.io/FT4_FT8_QEX.pdf) FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [<http://www.arrl.org/qex> QEX Artikel] dokumentiert.

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

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

+ [https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.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  $7 \times 7$  [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  $79 * [\frac{12000}{2048} / \frac{12000}{12000}] = 13.48s$ .

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).

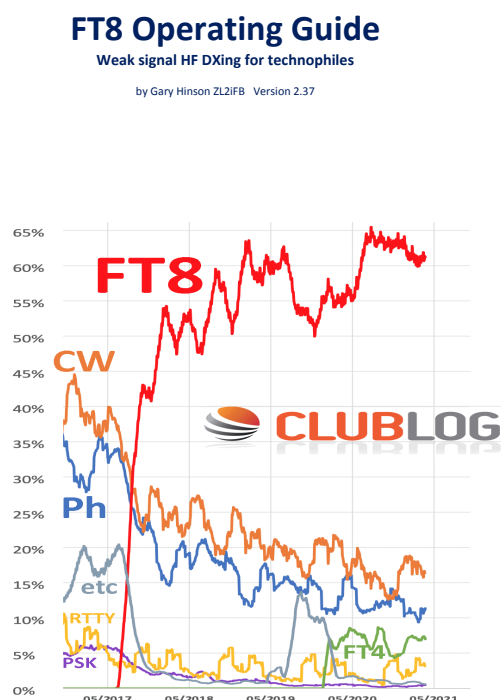
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#), [EST4](#) 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](#)  
[Visuell Wikitext](#)

[Version vom 14. Februar 2021, 01:21 Uhr](#) ([Quelltext anzeigen](#))

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

K (WSJT-X Version 2.3.0)

[Zum vorherigen Versionsunterschied](#)

[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](#)

(19 dazwischenliegende Versionen von 2 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwele]]

== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==

FT8 ist eine ~~sehr junge~~ digitale Betriebsart (~~beta release~~ seit Juli 2017), 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 2.3.0 (Stand: 14. Feb. 2021, siehe [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-main-2.3.0.html>] WSJT-X 2.3-~~Benutzerhandbuch~~).

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.

Zeile 17:

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-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-main-1.8.0_de.pdf)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch)) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN> K9AN].

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwele]]

+ ==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==

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

Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [<https://wsjt.sourceforge.io/wsjt-x-doc/wsjt-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.

Zeile 17:

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-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-x-doc/wsjt-main-1.8.0_de.pdf)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch)) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke> Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN> K9AN].

+

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

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 30:

+Dial Frequency
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-
style="text-align:right;"
style="text-align:right;"
-

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 32:

+Dial Frequency
+ | style="text-align:right;" |2190m  
+ | 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;" |30m  
+ | style="text-align:right;" |10,136 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |20m  
+ | style="text-align:right;" |14,074 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |17m  
+ | style="text-align:right;" |18,100 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |15m  
+ | style="text-align:right;" |21,074 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |12m  
+ | style="text-align:right;" |24,915 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |10m  
+ | style="text-align:right;" |28,074 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |6m  
+ | style="text-align:right;" |50,313 MHz  
|-

```

|style="text-align:right;" |
|style="text-align:right;" |interkontinentale
QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.
php 50,323 MHz]
|-
|style="text-align:right;" |4m
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,100 MHz
|-
|style="text-align:right;" |4m
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,154 MHz
|-
|style="text-align:right;" |2m
|style="text-align:right;" |144,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |1.25m
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 222,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |70cm
|style="text-align:right;" |432,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |70cm
|style="text-align:right;" |432,500 MHz
|-
|style="text-align:right;" |23cm
|style="text-align:right;" |1296,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |13cm
|style="text-align:right;" |????,??? MHz

|-
|style="text-align:right;" |6cm
|style="text-align:right;" |????,??? MHz
|-
|style="text-align:right;" |3cm
|style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|-
|style="text-align:right;" |1,25cm
|style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|}

```

Zeile 122:

```

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

```

```

+ | style="text-align:right;" |
+ | style="text-align:right;" |interkontinentale QSO:
+ [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php
50,323 MHz]
|-
+ | style="text-align:right;" |4m
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,100 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |4m
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,154 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |2m
+ | style="text-align:right;" |144,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |1.25m
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 222,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |70cm
+ | style="text-align:right;" |432,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |70cm
+ | style="text-align:right;" |432,500 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |23cm
+ | style="text-align:right;" |1296,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |13cm
+ | style="text-align:right;" |????,??? MHz
+ QO-100 Satellit.
+ Uplink: 2400,040 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |6cm
+ | style="text-align:right;" |????,??? MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |3cm
+ | style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |1,25cm
+ | style="text-align:right;" |?????,??? MHz
+ |}

```

Zeile 125:

```

{| class="wikitable"
+ | 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  $79 * 2048 / 12000 = 13.48s$ .

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 frühere und wurde nicht patentiert.

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

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

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

```
+ | 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  $79 * \frac{2048}{12000} = 13.48s$ .

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 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: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT (Amateur radio software) WSJT (Wikipedia)], [https://wsjt.sourceforge.io/ WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html AC4M Digital Radio Site], [https://wsjt.sourceforge.io/wsjsx.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](http://www.sigidwiki.com/wiki/FT8_Signal_Identification_Wiki)].

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

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

+  
Das [[https://wsjt.sourceforge.io/FT4\\_FT8\\_QEX.pdf](https://wsjt.sourceforge.io/FT4_FT8_QEX.pdf) FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde  
+ in einem [<http://www.arrl.org/qex> QEX Artikel] dokumentiert.

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

~~Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[JT9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]] und [[WSPR]].~~

+ [https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.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  $7 \times 7$  [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  $79 * [\frac{12000}{2048} / \frac{12000}{12000}] = 13.48s$ .

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).

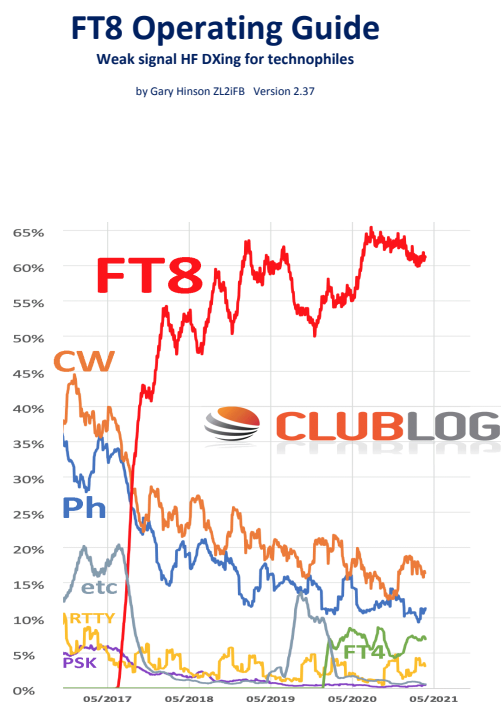
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#), [EST4](#) 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](#)  
[Visuell Wikitext](#)

**[Version vom 14. Februar 2021, 01:21 Uhr](#)** (  
[Quelltext anzeigen](#))  
[OE1VMC](#) ([Diskussion](#) | [Beiträge](#))  
K (WSJT-X Version 2.3.0)  
[Zum vorherigen Versionsunterschied](#)

**[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

(19 dazwischenliegende Versionen von 2 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwelle]]

== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==

FT8 ist eine ~~sehr junge~~ digitale Betriebsart (~~beta release~~ seit Juli 2017), 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 2.3.0 (Stand: 14. Feb. 2021, siehe [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-main-2.3.0.html>] WSJT-X 2.3-~~Benutzerhandbuch~~].

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.

Zeile 17:

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-doc/wsjt-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-doc/wsjt-main-1.8.0_de.pdf)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch]) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke>] Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN>] K9AN].

Zeile 2:

[[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/wsjt-doc/wsjt-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.

Zeile 17:

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-doc/wsjt-main-1.8.0\\_de.pdf](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt-doc/wsjt-main-1.8.0_de.pdf)] deutschsprachiges Benutzerhandbuch]) 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] und [<https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke>] Steven J. Franke], [<https://www.qrz.com/db/K9AN>] K9AN].

+

FT8 verwendet denselben [[https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code LDPC](https://de.wikipedia.org/wiki/Low-Density-Parity-Check-Code_LDPC)] (174,91)-Code wie [[FT4]]. Die Modulation ist eine 8-Ton-Frequenzumtastung (8-[[GFSK]]) bei  $12000/1920 = 6,25$  Baud. Die Synchronisation verwendet  $7 \times 7$  [[https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas\\_array](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costas_array)] Costas-Arrays] am Anfang, in der Mitte und am Ende jeder Übertragung (siehe weiter unten). Übertragene Symbole tragen drei Bits, so dass die Gesamtzahl der Kanalsymbole  $174/3 + 21 = 79$  beträgt. Die

insgesamt belegte Bandbreite beträgt  $8 \times 6,25 = 50$  Hz.

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 30:

```
|+Dial Frequency
|-
|style="text-align:right;" |2190m
|style="text-align:right;" |136,130 kHz
|-
|style="text-align:right;" |630m
|style="text-align:right;" |freigegeben in
Österreich seit Dez. 2020: 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;" |freigegeben in
Österreich seit Dez. 2020: 5,357 MHz
|-
|style="text-align:right;" |40m
|style="text-align:right;" |7,074 MHz
|-
|style="text-align:right;" |30m
|style="text-align:right;" |10,136 MHz
|-
|style="text-align:right;" |20m
|style="text-align:right;" |14,074 MHz
|-
|style="text-align:right;" |17m
|style="text-align:right;" |18,100 MHz
|-
|style="text-align:right;" |15m
|style="text-align:right;" |21,074 MHz
|-
|style="text-align:right;" |12m
|style="text-align:right;" |24,915 MHz
|-
|style="text-align:right;" |10m
|style="text-align:right;" |28,074 MHz
|-
```

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 32:

```
|+Dial Frequency
|-
+ | style="text-align:right;" |2190m
+ | 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;" |30m
+ | style="text-align:right;" |10,136 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |20m
+ | style="text-align:right;" |14,074 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |17m
+ | style="text-align:right;" |18,100 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |15m
+ | style="text-align:right;" |21,074 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |12m
+ | style="text-align:right;" |24,915 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |10m
+ | style="text-align:right;" |28,074 MHz
|-
```

```

|style="text-align:right;" |6m
|style="text-align:right;" |50,313 MHz
|-
|style="text-align:right;" |
|style="text-align:right;" |interkontinentale
QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.
php 50,323 MHz]
|-
|style="text-align:right;" |4m
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,100 MHz
|-
|style="text-align:right;" |4m
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,154 MHz
|-
|style="text-align:right;" |2m
|style="text-align:right;" |144,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |1.25m
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 222,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |70cm
|style="text-align:right;" |432,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |70cm
|style="text-align:right;" |432,500 MHz
|-
|style="text-align:right;" |23cm
|style="text-align:right;" |1296,174 MHz
|-
|style="text-align:right;" |13cm
|style="text-align:right;" |????,??? MHz

|-
|style="text-align:right;" |6cm
|style="text-align:right;" |????,??? MHz
|-
|style="text-align:right;" |3cm
|style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|-
|style="text-align:right;" |1,25cm
|style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|}

```

Zeile 122:

```

+ | style="text-align:right;" |6m
+ | style="text-align:right;" |50,313 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |
+ | style="text-align:right;" |interkontinentale QSO:
+ [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php
50,323 MHz]
|-
+ | style="text-align:right;" |4m
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,100 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |4m
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 70,154 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |2m
+ | style="text-align:right;" |144,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |1.25m
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht
freigegeben: 222,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |70cm
+ | style="text-align:right;" |432,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |70cm
+ | style="text-align:right;" |432,500 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |23cm
+ | style="text-align:right;" |1296,174 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |13cm
+ | style="text-align:right;" |????,??? MHz
+ QO-100 Satellit,
+ Uplink: 2400,040 MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |6cm
+ | style="text-align:right;" |????,??? MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |3cm
+ | style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|-
+ | style="text-align:right;" |1,25cm
+ | style="text-align:right;" |?????,??? MHz
|}

```

Zeile 125:





```
|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  $79 * 2048 / 12000 = 13.48s$ .

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 frühere und wurde nicht patentiert.

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

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

~~\*Still to come, not yet implemented.\* We plan to implement signal subtraction, two pass decoding, and use of "a priori" (already~~

```
+ | 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
+ | 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  $79 * \frac{2048}{12000} = 13.48s$ .

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 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: [http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\_(Amateur\_radio\_software) WSJT (Wikipedia)], [https://wsjt.sourceforge.io/ WSJT], [http://ac4m.us/jt65.html AC4M Digital Radio

~~known) information as it accumulates during a QSO.~~

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

+ Site], [https://wsjt.sourceforge.io/wsjitx.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.

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

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

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

~~Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[JT9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]] und [[WSPR]].~~

+ [https://www.g4ifb.com/FT8\\_Hinson\\_tips\\_for\\_HF\\_DXers.pdf](https://www.g4ifb.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  $7 \times 7$  [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: [50.323 MHz](#)

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  $79 * [\frac{12000}{2048} / \frac{12000}{12000}] = 13.48s$ .

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).

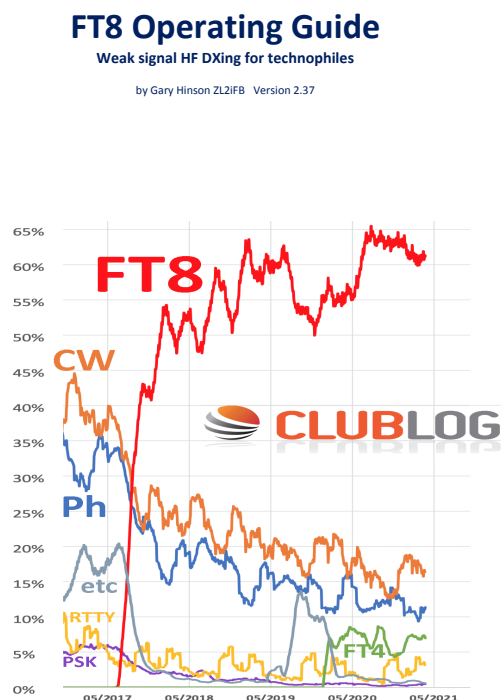
Weitere Informationen: [WSJT \(Wikipedia\)](#), [WSJT](#), [AC4M Digital Radio Site](#), [WSJT-X FT8 Facebook Gruppe](#) und [Signal Identification Wiki](#).

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](#), [EST4](#) 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](#)  
[Visuell Wikitext](#)

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

Version vom 14. Februar 2021, 01:21 Uhr (  
Quelltext anzeigen)

OE1VMC (Diskussion | Beiträge)

K (WSJT-X Version 2.3.0)

Zum vorherigen Versionsunterschied

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

(19 dazwischenliegende Versionen von 2 Benutzern werden nicht angezeigt)

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwele]]

Zeile 2:

[[Kategorie:Kurzwele]]

== Digitale Betriebsarten im Detail: FT8 ==

+ ==Digitale Betriebsarten im Detail: FT8==

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

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 ~~2.3.0~~ (Stand: ~~14. Feb. 2021~~, siehe [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc/wsjsx-main-2.3.0.html>] WSJT-X 2.3-  
~~Benutzerhandbuch~~].

Die aktuelle Programmversion ist WSJT-X  
Version 2.6.1 (Stand: 23.03.2024), siehe [<https://wsjt.sourceforge.io/wsjsx-doc/wsjsx-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.

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.

Zeile 17:

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\\_](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software))  
(Amateur\_radio\_software) WSJT-X] v. 1.8.0  
(siehe [[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc/wsjsx-main-1.8.0_de.pdf)  
/wsjsx-doc/wsjsx-main-1.8.0\_de.pdf  
deutschsprachiges Benutzerhandbuch]) durch  
[[http://en.wikipedia.org/wiki](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr)  
/Joseph\_Hooton\_Taylor,\_Jr. Joe Taylor],  
[<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT] und  
[[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke)  
franke Steven J. Franke], [[https://www.qrz.com](https://www.qrz.com/db/K9AN)  
/db/K9AN K9AN].

Zeile 17:

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\\_](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software))  
(Amateur\_radio\_software) WSJT-X] v. 1.8.0  
(siehe [[https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt](https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx-doc/wsjsx-main-1.8.0_de.pdf)  
/wsjsx-doc/wsjsx-main-1.8.0\_de.pdf  
deutschsprachiges Benutzerhandbuch]) durch  
[[http://en.wikipedia.org/wiki](http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Hooton_Taylor,_Jr)  
/Joseph\_Hooton\_Taylor,\_Jr. Joe Taylor],  
[<http://www.qrz.com/db/K1JT> K1JT] und  
[[https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-](https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke)  
franke Steven J. Franke], [[https://www.qrz.com](https://www.qrz.com/db/K9AN)  
/db/K9AN K9AN].

+

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

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

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 30:

```
|+Dial Frequency
|-
|style="text-align:right;" |2190m
|style="text-align:right;" |136,130 kHz
|-
|style="text-align:right;" |630m
|style="text-align:right;" |freigegeben in
Österreich seit Dez. 2020: 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;" |freigegeben in
Österreich seit Dez. 2020: 5,357 MHz
|-
|style="text-align:right;" |40m
|style="text-align:right;" |7,074 MHz
|-
|style="text-align:right;" |30m
|style="text-align:right;" |10,136 MHz
|-
|style="text-align:right;" |20m
|style="text-align:right;" |14,074 MHz
|-
|style="text-align:right;" |17m
|style="text-align:right;" |18,100 MHz
|-
|style="text-align:right;" |15m
|style="text-align:right;" |21,074 MHz
|-
|style="text-align:right;" |12m
|style="text-align:right;" |24,915 MHz
```

FT8 hat viele Gemeinsamkeiten mit [[JT65]], [[JT9]] und [[JT4]], aber der zeitliche Ablauf ist organisiert in Durchgängen von 15s Dauer.

Zeile 32:

```
+|+Dial Frequency
+|-
+| style="text-align:right;" |2190m
+| 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;" |30m
+| style="text-align:right;" |10,136 MHz
+|-
+| style="text-align:right;" |20m
+| style="text-align:right;" |14,074 MHz
+|-
+| style="text-align:right;" |17m
+| style="text-align:right;" |18,100 MHz
+|-
+| style="text-align:right;" |15m
+| style="text-align:right;" |21,074 MHz
+|-
+| style="text-align:right;" |12m
+| style="text-align:right;" |24,915 MHz
```



|-  
|style="text-align:right;" |10m  
|style="text-align:right;" |28,074 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |6m  
|style="text-align:right;" |50,313 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |  
|style="text-align:right;" |interkontinentale  
QSO: [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.  
php 50,323 MHz]  
|-  
|style="text-align:right;" |4m  
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 70,100 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |4m  
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 70,154 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |2m  
|style="text-align:right;" |144,174 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |1.25m  
|style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 222,174 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |70cm  
|style="text-align:right;" |432,174 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |70cm  
|style="text-align:right;" |432,500 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |23cm  
|style="text-align:right;" |1296,174 MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |13cm  
|style="text-align:right;" |????,??? MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |6cm  
|style="text-align:right;" |????,??? MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |3cm  
|style="text-align:right;" |?????,??? MHz  
|-  
|style="text-align:right;" |1,25cm

|-  
+ | style="text-align:right;" |10m  
+ | style="text-align:right;" |28,074 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |6m  
+ | style="text-align:right;" |50,313 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |  
| style="text-align:right;" |interkontinentale QSO:  
+ [http://uksmg.org/ft8-code-of-practice.php  
50,323 MHz]  
|-  
+ | style="text-align:right;" |4m  
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 70,100 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |4m  
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 70,154 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |2m  
+ | style="text-align:right;" |144,174 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |1.25m  
+ | style="text-align:right;" |in Österreich nicht  
freigegeben: 222,174 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |70cm  
+ | style="text-align:right;" |432,174 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |70cm  
+ | style="text-align:right;" |432,500 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |23cm  
+ | style="text-align:right;" |1296,174 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |13cm  
+ | style="text-align:right;" |????,??? MHz  
+ QO-100 Satellit.  
+ Uplink: 2400,040 MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |6cm  
+ | style="text-align:right;" |????,??? MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |3cm  
+ | style="text-align:right;" |?????,??? MHz  
|-  
+ | style="text-align:right;" |1,25cm

$$\left. \begin{array}{l} \text{style="text-align:right;" } | \text{????,??? MHz} \\ | \end{array} \right\}$$
$$+ \left. \begin{array}{l} \text{style="text-align:right,"} | \text{????,??? MHz} \\ | \end{array} \right\}$$

Zeile 122:

		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

Zeile 125:

[illegible]

```
|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
|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  $79 * 2048 / 12000 = 13.48s$ .

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 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).

```
+ | 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
+ | 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  $79 * \frac{2048}{12000} = 13.48s$ .

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

Dieser wird mit dem neuen soft-output <i>Franke-Taylor</i> Algorithmus dekodiert, der von [https://www.ece.illinois.edu/directory/profile/s-franke Steven J. Franke], [https://www.qrz.com/db/K9AN K9AN], und [https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph\_Hooton\_Taylor\_Jr. 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 frühere und wurde nicht patentiert.

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

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

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

~~Weitere Informationen: [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) WSJT (Wikipedia)], [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjt.html> WSJT], [<http://ac4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<http://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/wsjsx.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](http://www.sigidwiki.com/wiki/FT8_Signal_Identification_Wiki)].~~

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

~~Siehe auch: [[FT4]], [[JT65]], [[JT4]], [[JT9]], [[JT6M]], [[QRA64]], [[MSK144]], [[FSK441]] und [[WSPR]].~~

Weitere Informationen: [[http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT\\_\(Amateur\\_radio\\_software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WSJT_(Amateur_radio_software)) WSJT (Wikipedia)], [<https://wsjt.sourceforge.io/> WSJT], [<http://ac4m.us/jt65.html> AC4M Digital Radio Site], [<https://wsjt.sourceforge.io/wsjsx.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](http://www.sigidwiki.com/wiki/FT8_Signal_Identification_Wiki)].

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

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

+ Das [[https://wsjt.sourceforge.io/FT4\\_FT8\\_QEX.pdf](https://wsjt.sourceforge.io/FT4_FT8_QEX.pdf) FT4 und FT8 Übertragungsprotokoll] wurde in einem [<http://www.arrl.org/qex> 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)

+ [[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  $7 \times 7$  [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 auswählen 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: [50,323 MHz](#)

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  $79 * [\frac{12000}{2048} / \frac{12000}{12000}] = 13.48s$ .

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 Operating Guide

Weak signal HF DXing for technophiles

by Gary Hinson ZL2IFB Version 2.37

