

# Einführung in C4FM, YSF und WIRES-X

## C4FM (Quelle: [Wikipedia](#))

**C4FM** ist eine digitale [Modulationstechnik](#), die der Übertragung von digitalen Sprach- und Dateninformationen über einen [Funkkanal](#) dient. C4FM ist ein [Akronym](#) für [englisch](#) *Continuous 4-level frequency modulation*, entsprechend werden bei der [Frequenzumtastung](#) vier Frequenzen verwendet. Diese liegen in [Frequenzbereichen](#) wie der [Ultrakurzwellen](#) sowie der [Dezimeterwellen](#) unter 1 [GHz](#). Genutzt wird das Modulationsverfahren unter anderem in [APCO P25](#) (*Radio Land Mobile Communications, Project 25*), einen übergeordneten Übertragungsnetz für digitalen Behördenfunk für Polizei und Rettungsdienste in Nordamerika, und weltweit im [Amateurfunk](#). C4FM ist für diese Anwendung von der [Telecommunications Industry Association](#) (TIA), einer Vereinigungsorganisation der Behörden der Vereinigten Staaten, im Standard *ANSI/TIA-102.CAAB-C* spezifiziert.<sup>[1]</sup>

### Realisierung

C4FM ist in ANSI/TIA-102 für eine [Bandbreite](#) von 12,5 kHz spezifiziert, bei einer Symbolrate von 4800 [Baud](#). Zur Datenübertragung werden vier verschiedene [Sendesymbole](#) eingesetzt, wobei jedes Symbol fix zugeordnet die Information von zwei Bit trägt, und durch vier verschiedene Frequenzen repräsentiert werden.<sup>[1]</sup> Dadurch ergibt sich eine [Bitrate](#) von 9600 bps brutto. Bezogen auf die [Trägerfrequenz](#)  $f_c$ , welche gleichzeitig die Mittenfrequenz im Funkkanal darstellt, sind die vier Frequenzen im Standard definiert als eine Frequenzabweichung zur Trägerfrequenz relativ zur Sendefrequenz:

#### Sendesymbole bei C4FM

Symbol	Bitkombination	Frequenzabweichung
+1	00	$f_c + 900 \text{ Hz}$
+3	01	$f_c + 2700 \text{ Hz}$
-1	10	$f_c - 900 \text{ Hz}$
-3	11	$f_c - 2700 \text{ Hz}$

Für die Datenübertragung werden die Nutzdaten in den der Modulation übergeordneten Übertragungsschichten im Standard ANSI/TIA-102 in sogenannten Rahmen zusammengefasst und je nach Betriebsmodus mit einer [Vorwärtsfehlerkorrektur](#) (FEC) versehen. Es können gleichzeitig und gemultiplext sowohl Sprache und Daten (**DN = data & voice narrow**) übertragen werden oder der Übertragungskanal kann exklusiv nur für Daten (DW = data wide) oder nur für Sprachübertragung (VW = voice wide) genutzt werden. Die Sprachdaten werden dabei unabhängig von C4FM mit einem in TIA-102 definierten [Vocoder](#) in der Datenmenge auf 4400 bps reduziert.<sup>[2]</sup> Die gesamte [digitale Signalverarbeitung](#) mit allen Übertragungsschichten lässt sich mit einem [Signalprozessor](#) realisieren.

### Relaisfunkstellen

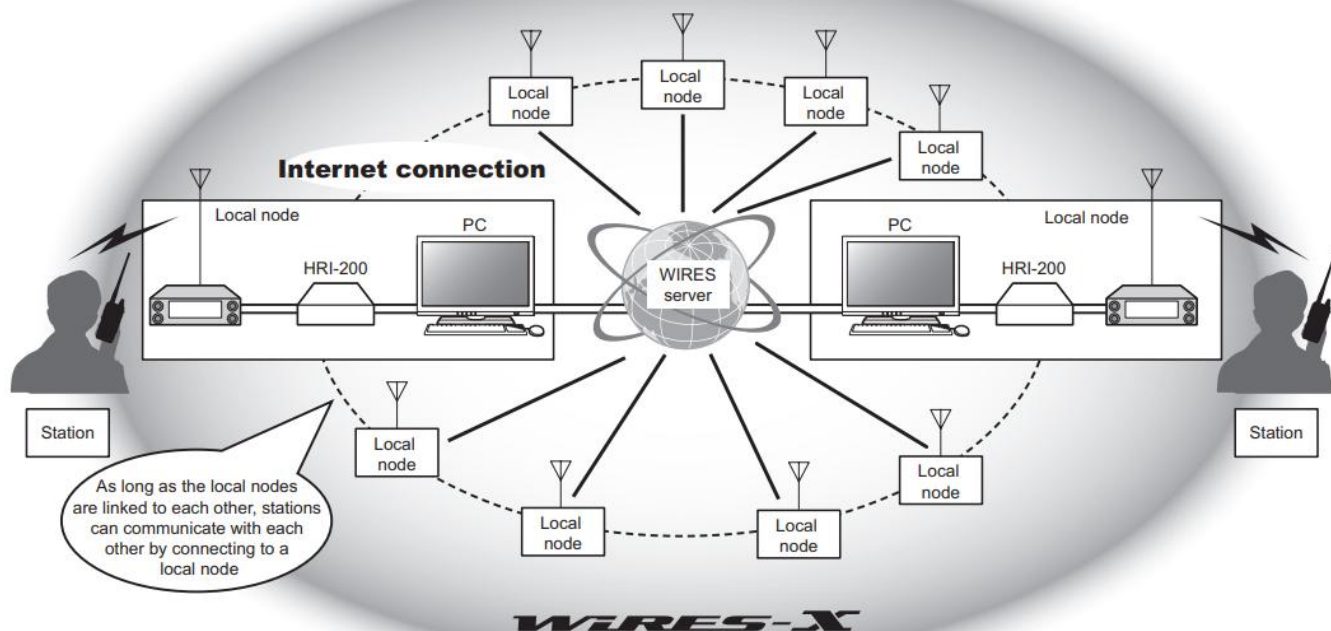
Das Verfahren eignet sich auch zum Einsatz in [Funknetzen](#) mit [Relaisfunkstellen](#). Relaisfunkstellen sind unbemannte Funkstellen, die meist in erhöhten Positionen installiert werden.<sup>[3]</sup> So sind mit vergleichsweise geringer Anzahl von Relaisstationen weitreichende Funknetzwerke, z. B. über mehrere Landkreise, zu realisieren. Im deutschsprachigen Mitteleuropa gibt es derzeit ca. 280 C4FM-Relaisstellen im Amateurfunk (Stand: 3/21).<sup>[4]</sup>

## YAESU System Fusion (Quelle: <https://www.systemfusion.de/>)

YAESU bietet mit seiner Dual-Mode Funktechnik "System Fusion" ein unkompliziertes Nebeneinander zwischen dem traditionellen FM-Betrieb und digitalen Netzen mit C4FM Modulation. Die in den Geräten implizierte **automatische Mode-Umschaltung (AMS)** erkennt die empfangene Modulationsart und stellt den Sender entsprechend ein. So ist der Betrieb sowohl in FM als auch C4FM mit dem gleichen Gerät möglich. Die YAESU-Repeater haben die gleiche Mode-Umschaltung, so dass jeder darüber funken kann. Eine Vernetzung der Geräte über das Internet (WIRES-X) ist möglich.

## WIRES-X (Quelle: [Lutz Electronics](#))

Wires-X ist ein weltweites Netzwerk, über das tausende von YAESU-Repeatern rund um den Globus übers Internet miteinander verbunden sind. Mit einem einfachen Drücken der X-Taste auf einem YAESU Gerät kann so z.B. über den Amateurfunk-Repeater auf dem UTO eine Verbindung zum Repeater [HB9CR](#) hergestellt werden. Ohne irgendwelche Programmierungen am Transceiver können so OMs und YLs im Laufental mit ihren „Gschpäpli“ in der Region Zürich kommunizieren.



Aktive WIRES-X Nodes (Knoten): [https://www.yaesu.com/jp/en/wires-x/id/active\\_node.php](https://www.yaesu.com/jp/en/wires-x/id/active_node.php)

NODE ID	DTMF ID	Call Sign	Ana/Dig	City	State	Country▲	Freq(MHz)	SQL	Lat	Lon	Comment
<a href="#">HB9SH-RPT</a>	96840	HB9SH	Digital	Neuhausen	Schaffhausen	Switzerland	439.025MHz-7.600MHz	DG-ID:00-00	N:47 41' 32"	E:008 36' 47"	
<a href="#">HB9SP-RPT</a>	79317	HB9SP	Digital	Zurich	Zurich	Switzerland	145.7375MHz-0.600MH	DG-ID:00-00	N:47 24' 10"	E:008 30' 53"	Radioamateure der StadtPolizei ZH
<a href="#">HB9T-RPT1</a>	31830	HB9T	Digital	Thun	Bern	Switzerland	439.025MHz-7.600MHz	DG-ID:00-00	N:46 45' 25"	E:007 32' 39"	Stadt-Relais Thun USKA Sektion Thun, HB9T

Aktive WIRES-X Rooms (Räume): [https://www.yaesu.com/jp/en/wires-x/id/active\\_room.php](https://www.yaesu.com/jp/en/wires-x/id/active_room.php)

ROOM ID▲	DTMF ID	Act	Room Name	City	State	Country	Comment
<a href="#">HB9SH-ROOM</a>	06840	000	USKA Schaffhausen	Neuhausen	Schaffhausen	Switzerland	
<a href="#">HB9T</a>	41157	000	Pays d'enhaut	Chateau d'Oex	Vaud	Switzerland	Chateau d'Oex
<a href="#">HB9T-47052</a>	47052	008	HB9T-47052	Richigen	Bern	Switzerland	Regionaler Raum - HB9T und Freunde
<a href="#">HB9TF-ROOM</a>	44083	002	HB9TF-ROOM	Zurich	Zurich	Switzerland	Linked to Brandmeister TG 22829

## Weltweit aktivste (am meisten Verknüpfungen) Rooms:

ROOM.ID	DTMF.ID	Act▼	Room.Name	City	State	Country	Comment
ALLJA-CQ-ROOM-D	20610	149	ALL JA CQ ROOM D	Komoro-city	Nagano	Japan	ALL JA CQ ROOM Digital - <a href="https://cqwires.com">https://cqwires.com</a>
AMERICA-KC-WIDE	28054	107	America's "KC-WIDE"	KANSAS CITY	Missouri	USA	All Welcome to the Center of America! SEE: <a href="http://www.kansascitywide.com">www.kansascitywide.com</a>
-PHILIPPINE-LINK	43534	061	PHILIPPINES ROOM D	Rancho Palos Verdes	California	USA	PHILIPPINE-LINK [DIGITAL C4FM ONLY] A WA6GM NETWORK
ALLJA-CQ-ROOM	20510	042	ALL JA CQ ROOM A	Komoro-city	Nagano	Japan	ALL JA CQ ROOM FM & Digital - <a href="https://cqwires.com">https://cqwires.com</a>
CQ-NW	86043	035	Northwest Repeaters	Northwich	Cheshire	UK	The "reliable" cqnorthwest low-latency Fusion network. Visit <a href="http://cq-nw.uk">cq-nw.uk</a>
DL-BAYERN	28821	001	PEGASUS Multi-IX	Munchen	Bayern	Germany	Projekt PEGASUS Multi-IX BMDMR:262810 YSF:DE PEGASUS Echolink: 711280

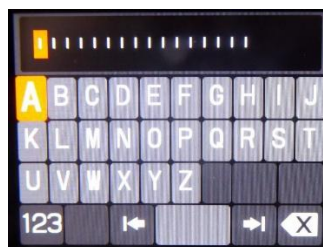
## Verbindung mit einem Raum auf einem anderen Node herstellen

1. Frequenz von HB9SH (439.025 MHz) einstellen und den «X» Knopf am YAESU Gerät betätigen. Als Voreinstellung ist der Knoten HB9SH-RPT mit dem Knoten Untersee/Rhein (HB9FU) verbunden (weisser Pfeil mit Weltkugel):



Drückt man PTT und spricht, wird man über HB9SH und HB9FU in C4FM gehört:

2. Über **SEARCH & DIRECT > ALL** ein Ziel auswählen oder **SEARCH & DIRECT > SEARCH & DIRECT** ein Ziel eingeben:



3. Alternativ zum Schritt 2 kann **direkt über die DTMF-Tastatur** die DTMF-ID eines Ziels eingeben. Dies ist geräteabhängig. Beim FTM-300: #(lang) 47052 # um sich mit HB9T in Thun zu verbinden.
4. Am Ende des QSOs den **Raum wieder verlassen**. Auch dies ist geräteabhängig. Beim FTM-300 die Sterntaste lang betätigen. Danach die **WIRES-X Verbindung trennen** mit dem «X»-Knopf am Gerät.

## Zwei C4FM Welten

Leider ist die Welt der C4FM-Treffpunkte nicht einheitlich. Das von YAESU implementierte System Wires-X bietet mit den am Funkgeräten/Relaisfunkstellen verbundenen WIRES-X connection kit HRI-200 über den YAESU-Server den Zugang zu allen gleichartig ausgerüsteten Relaisfunkstellen/Nodes und deren Räumen. Das sind weltweit mehrere Tausend.

Ganz anders ist das mit C4FM-Geräten, die über eine fremde Hard/Softwarelösung, z.B. über einen Hotspot, an sogenannte **Reflektoren** angeschlossen sind:

- [FCS Reflektoren](#): Diese haben jeweils max. 99 Räume, in denen man sich treffen kann. Beispielsweise der Raum FCS001/01, der Deutschland verbinden soll, oder der Raum FCS001/03 der für die Schweiz vorgesehen ist.
- [YSF Reflektoren](#): YSF steht für YAESU System Fusion. Viele Betreiber wollten sich den Einschränkungen im WIRES-X Netz (z.B. keine Hotspots, einziger Server bei YAESU in Japan) entziehen und bauten ein paralleles Netz auf, welches wie WIRES-X auf C4FM und System Fusion basiert.

Leider ist es nicht möglich, aus der WIRES-X Welt die FCS/YSF Welt zu erreichen. Der User/Sysop muss sich entscheiden, welches System er für sinnvoller hält. Zum Glück existieren einige **Brücken** zwischen den verschiedenen Welten:

- Die Brandmeister TG 22827 ist mit den WIRES-X Knoten HB9FU und HB9SH verbunden
- Die Brandmeister TG 22826 ist mit dem WIRES-X Knoten HB9T verbunden
- Der WIRES-X Knoten 28821 DL-PEGASUS, der YSF-Knoten 74154 DE-PEGASUS, die Brandmeister TG 262810 und der Echolink Knoten DBOBZA-R sind alle miteinander verbunden. Details siehe <https://projekt-pegasus.net/>
- [America's Kansas City Wide](#) ist ein anderer "Superknoten", der aus allen Netzen erreichbar ist. Natürlich wird dort ausschliesslich Englisch gesprochen. Aber nur schon das Mithören kann interessant sein.

Markus Lenggenhager HB9BRJ, 07.11.2024