

Einführung Weak Signal Communication

Dr. Jürg Regli, HB9BIN



Hinweise und Feedback

Wichtige Hinweise stehen in weisser Schrift in einem roten Kasten unten auf der Folien!

Feedback erwünscht!
Viele Wege führen auch nach Rom!



© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 2

Agenda Einführung Weak Signal Communication

- Lernziele «Einführung Weak Signal Communication»
- Erfinder von FT8: Steven Franke und Joe Taylor
- Entwicklung der Betriebsarten von 2017 bis 2018
- Wesensmerkmale der Weak Signal Communication
- WST-Modes: "Fast"- versus "Slow"-Modes
- Parameter ausgewählter Betriebsarten
- Tonbeispiele
- Übermittlung strukturierter Texte
- Zeitsynchronisation
- 2 Übungen

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 3

Literaturhinweise zu FT8

- Die meisten Literaturhinweise findet man auf der Website von WSJT-X: <https://physics.princeton.edu/pulsar/k1j/wsjitx.html>
- Hinson, Gary, ZL2IFB: **FT8 Arbeitsanleitung** - Arbeite die Welt auf Kurzwellen mit dem neuen digitalen Mode, Version 1.13, Februar 2018
Die Deutsche Übersetzung aus dem Englischen stammt von Ekkehard Körner DJ5EJ. https://www.darc.de/fileadmin/user_upload/Arbeitsanleitungen/FT8_Arbeitsanleitung_1_13.pdf
- Hinweis: Dieses Papier wird fortlaufend überarbeitet. Die letzte Version auf Englisch befindet sich hier: www.g4ifb/FT8_Hinson_tips_for_HF_Divers.pdf
- Joseph H Taylor, Jr., K1JT, **WSJT-X User Guide** Version 1.9.0 <https://physics.princeton.edu/pulsar/k1j/wsjitx-doc/wsjitx-main-1.9.1.html>
- Die Deutsche Übersetzung aus dem Englischen stammt von Enrico Schürer, OE1EQW. https://physics.princeton.edu/pulsar/k1j/wsjitx-doc/wsjitx-main-1.9.1_de.pdf
- Joseph H Taylor, Jr., K1JT, **Instructions for FT8 DXpedition Mode** User Guide, April 18, 2018 https://physics.princeton.edu/pulsar/k1j/FT8_DXpedition_Mode.pdf
→ Viele Dokumente sind auf Deutsch übersetzt worden!

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 4

Lernziele und Zusammenfassung Einführung Weak Signal Communication

Mit dem Kapitel «Einführung in die Weak Signal Communication» werden folgende beiden Lernziele erreicht:

- Zweck und Wesensmerkmale (Betriebsarten, Rapporte in dB, Parameter, Zeitsynchronisation usw.) der Weak Signal Communication kennenlernen
- Den Unterschied und die Anwendung zwischen den schnellen und langsamen Betriebsarten von Weak Signal Communication begreifen und anwenden können

Die WSJT-Modi eignen sich sehr gut bei schwachen Signalen mit QSB.

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 5

Erfinder von FT8: Steven Franke und Joe Taylor

Franke + **T**aylor + **8** Töne → **FT8**
«We've been as surprised as anyone about the rapid uptake of FT8 for making QSOs on the HF bands.»
Quelle: Joe Taylor, K1JT, QST, January 2018, p. 81

Joe Taylor, K1JT

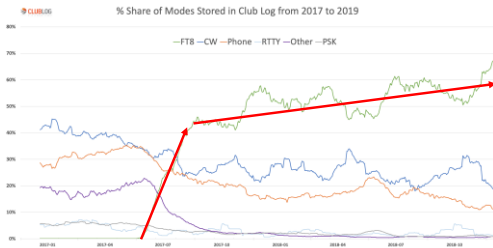
- Geburtsdatum. 29.3.1941 → **77 Jahre alt**
- Erwerb der Funklizenz als Teenager
- **Nobelpreisträger** 1993 für Astrophysik für die Entdeckung eines neuen Typs von Pulsaren bzw. der Bestätigung von Gravitationswellen, welche Albert Einstein postulierte.



© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 6

Entwicklung der Betriebsarten von 2017 bis 2019



© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 7

Gründe für die Beliebtheit von FT8

	Anteil in %
Gegenüber JT65 viermal kürzerer Durchlauf	36
Viele Stationen arbeiten in FT8	22
Automatisches Loggen	16
Keine Sprachkenntnisse	14
Multitasking: Man kann noch gleichzeitig etwas anderes im Shack machen	8
Erfordert kein Zuhören	4
Quelle: Hambefragung an der Hamvention und in Japan, QST February 2019, p. 73	100
Weitere Gründe:	
• Schlechte Bedingungen (Minimum des Sonnenfleckenzyklus)	
• Bessere Eignung für sporadische Propagation und DXpeditionen	
• Chance für Antennengeschädigte, Technische Antwort auf erhöhte Störpegel	
• Keine Morsekenntnisse	

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 8

«Fast»- und «Slow»-Modes

«Fast»-Modes	
• MSK144, JT9E-H	→ Meteo Scatter (MS), Flugzeug Scatter
«Slow»-Modes	
• JT65, QRA64, JT4	→ EME, QRP auf HF
• JT9, JT9A	→ LF, MF, lower HF und DXen mit QRP
• WSPR	→ Testen von Ausbreitungsbedingungen
• ECHO	→ Calldecodierung bei EME
• FT8 und JT65A	→ HF und 6 Meter und DXen mit QRP
Gleiche Decodierungssoftware für «Fast»- und «Slow»-Modes	
• WSJT-X	→ Joseph H Taylor, Jr und Steven Franke
• MSHV	→ Christo, LZ2HV
• JTDX	→ Vladimir, UA3DJV
• MixWave	→ Ohne DX-Peditionsmodus

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 9

Wesensmerkmale der Weak Signal Communication

Zweck:	Dekodierung schwacher, teilweise unhörbarer Signale mit Schwund für multi-hop sporadic E	Minimalwerte für SNR: Musik 40 dB Telefon 30 dB SSB 0 dB CW -10 dB FT8 -20/24 dB JT65 -25 dB
QRGs:	HF, VHF, UHF	
QSO:	Übermittlung strukturierter Texte: Callsign, Lokator, Rapporte, 73, freie Texte → kein «rag chewing-QSOs»	
R/T Seq.:	15, 30, 60 Sekunden je nach Betriebsart und Usanz	
Rapporte:	Angabe in dB (logarithmisches Mass)	
Arten:	Schnelle und langsame Betriebsarten	
Inhalte:	Übermittlung strukturierter Texte	

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 10

Übermittlung strukturierter Texte

Generate Std Msgs	Next	Now
KH7Z HB9BIN JN37	<input checked="" type="radio"/>	Tx 1
KH7Z HB9BIN -12	<input type="radio"/>	Tx 2
KH7Z HB9BIN R-12	<input type="radio"/>	Tx 3
KH7Z HB9BIN RRR	<input type="radio"/>	Tx 4
KH7Z HB9BIN 73	<input type="radio"/>	Tx 5
CQ HB9BIN JN37	<input type="radio"/>	Tx 6

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 11

FT8-Sequenz (neu: 77 Bits, früher 75 Bits)

Rufzeichen und Lokator oder Signalraport:

HB9BQI HB9BIN JN37

$$28 + 28 + 15 + 6 = 77 \text{ Bits}$$

Freier Text, bis zu 13 Zeichen:

TNX Rene 73

$$\text{Bits: } 71 + 6 = 77 \text{ Bits}$$

Message type

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 12

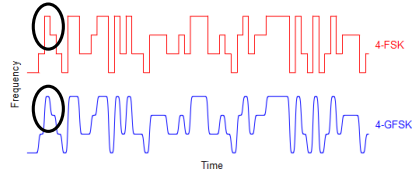
Beispiele für Message Types

- **HB9BQI HB9BIN JN37**
- Free text: **SOTA**
- Nonstandard callsign z.B. **HB90USKA**
- NA VHF contest
- EU VHF contest
- ARRL RTTY Roundup
- ARRL Field Day
- DXpedition ("Fox & Hound") mode
- Telemetry: arbitrary 71 bits
- ...

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 13

Gaussian frequency-shift keying (GFSK)



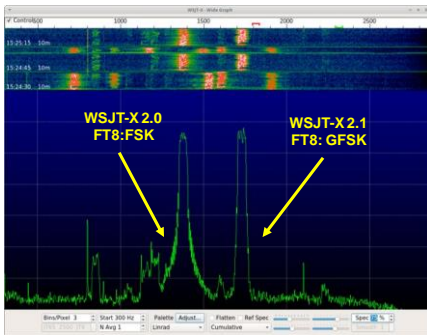
- Die FSK-Modulation von Rechtecksignalen ist «hässlich»!
- Geglättete Frequenzaustrahlung mit GFSK ist «eleganter»!

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Quelle: Vortrag von Joe Taylor an der Ham Radio 2019

Folie 14

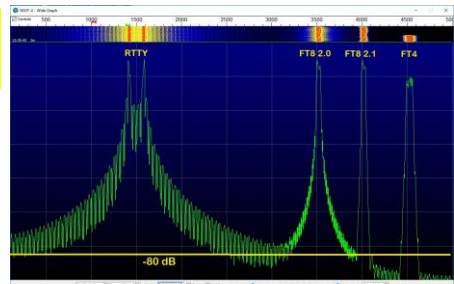
FSK versus GFSK



Quelle: Vortrag von Joe Taylor an der Ham Radio 2019

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

RTTY versus FT8, FT4



Quelle: Vortrag von Joe Taylor an der Ham Radio 2019

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 16

Kritik und Würdigung von FT8

FT8 QSO → standardisierter Austausch von Rufzeichen, Lokator, RST in dB und 73. --> **Die ausschliessliche Übermittlung von strukturierten Texten sei unpersönlich!**
 Echte digitale Kommunikation → JS8Call (alt: FT8Call) PSK31, Olivia usw. Wenn du aber QSOs und Diplome sammelst oder die Ausbreitungsbedingungen testen willst, ist **FT8 ideal!**
DXpeditionsbericht C8T: «Während der ersten Schicht sass ich (Emil, DL8JJ) an meinem Flex-6500 und versuchte, auf 40, dann auf 30 m in CW QSOs zu fahren, war aber nicht zufrieden...Ich wechselte auf den FT8-DX-Mode und nur nach ein paar Minuten war ein **FT8-C8T-Pile** up da. Ich war glücklich, denn egal was mir persönlich gefällt oder nicht, ich war auf einer DXpedition und dazu da, die Funker auf der anderen Seite des Pile-Ups glücklich zu machen.»
 Zitiert aus Mosambik: Eine DXpedition der Superlative - C8T 2.-15.5.2018, in CQ DL 9-2018, S. 56f.

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 17

Kritik an FT8: Robo-QSO

A41ZZ	A45XR	CN2MA	ES6DO
EW8W	HA1RB	HA7TM	IK4LZH
KA1AQP	KW4SP	OG0C	OO6O
OO7B	RA9H	SQ9IWA	SV1EDY
SV5DKL	W1KE	???	

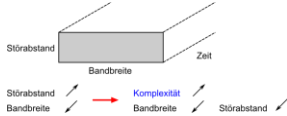
- Aufgabe des OpenSourcecode
- Quelle: Vortrag von Joe Taylor an der Ham Radio 2019

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 18

Neue Dimension der digitalen Signalverarbeitung

- Früher standen Physik, Geräte- und Schaltungstechnik im Vordergrund.
- Heute sind es Algorithmen, Information als Symbole, digitale Signalverarbeitung, Standard-Hardware (z.B. SDR-HW).
- **Fazit:** Mit Hilfe digitaler Signalverarbeitung können die Anforderungen an die notwendige Bandbreite und den Störabstand reduziert werden. Dafür steigt die Komplexität!



© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 19

Parameter ausgewählter Betriebsarten

Vergleich FT8/JT65A

- FT8 ist viermal schneller als JT65A.
- FT8 hat die rund dreimal kleinere Bandbreite als JT65A
- FT8 ist weniger empfindlich als JT65A
- FT8 hat 8 Töne

Betriebsart	Modulationsart	Keying rate (Baud)	Bandbreite (Hz)	Tx-Zeit (sec)	S/N Empfindlichkeit (dB)
Schnellen Modi					
ISCAT-B	42-FSK	43.1	1809	0.588	
JT9E	9-FSK	25	225	3.4	
JT9F	9-FSK	50	450	1.7	
JT9G	9-FSK	100	900	0.85	
JT9H	9-FSK	200	1800	0.425	
MSK144	OQPSK	2000	2400	0.072	
Langsamen Modi					
FT8	8-FSK	6.25	50	12.6	-21
JT4A	4-FSK	4.375	17.5	47.1	-23
JT9A	9-FSK	1.736	15.6	49	-27
JT65A	65-FSK	2.624	1776	46.8	-25
QR45A	64-FSK	1.736	111.1	48.4	-28
WSPR	4-FSK	1.465	5.9	110.6	-31

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 20

Zeitsynchronisation

- Ungenauere Zeitsynchronisation durch Windows Z2LA:** «out of synchro DT 1.9 Sek»
- Abhilfe:**
- NetTime
 - Meinberg NTP
 - TimeSynchTool
 - BktTimeSynch
 - Dimension-4
 - usw.

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 21

Software und Tonbeispiele

- **Aktuelle Software:** WSJT-X Version 2.2.1
- **Geplante Software:** 2.3.0-rc1 Release-Candidate
FST4 → Lang- und Mittelwellen

Neuerungen

- Erweiterung auf 77 Bits: z.B. sechsstelliger Locator
- Contest-Betrieb QSO-Seriennummer, portable Rufzeichen

Tonbeispiele

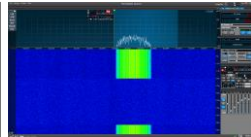
- MSK-144
- JT65
- FT8

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 22

«Fast»-Mode: MSK144 für Meteor Scatter (MS)

- Reichweite: zirka 2'250Km → 1 Hop
- Bandbreite 2400 KHz
- MSK144 tönt wie ein Maschinengewehr!
- Wasserfalldiagramm (Bilder rechts)
- Dauer: 15 sec oder 30 sec.
- ON4KST-Chat: <http://www.on4kst.org/chat/index.php>



MS eignet sich wegen der geringen Reichweite nur auf 2m und bedingt auf 6m zum DXen: Es sind stets die gleichen Stationen innerhalb von Europa QRV. Die QSO-Zeit am Morgen ist nicht unbedingt auf einen Meteorschauer beschränkt!

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 23

Übung 1: Übermittlung strukturierter Texte

Ist das QSO zwischen ZF1EJ und HB9BIN auf 6 Meter zustande gekommen?
Wird HB9BIN für das QSO eine QSL-Karte erhalten?

144745	-17	0.0	336	~	HB9BIN	ZF1EJ	R-10	
144815	-16	-0.0	337	~	HB9BIN	ZF1EJ	R-10	a3
144915	-16	-0.0	337	~	SP3F	ZF1EJ	R-15	
144915	-7	0.1	647	~	CQ	F5PAC	JN37	~France
144945	-14	0.0	337	~	SP3F	ZF1EJ	R-15	

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 24

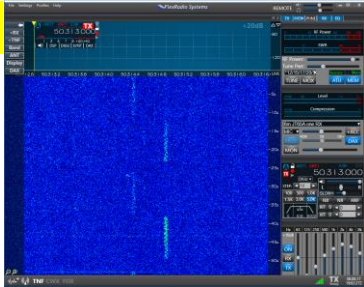
25

Übung 2: «Fast»- oder «Slow»-Mode?

Datum des Screenshots:
8.8.2017

Arbeitsaufträge

- Handelt es sich beim Signal um einen «Fast»- oder «Slow»-Mode?
- Studiere den Screenshot solange, bis du eine weitere Erkenntnis gefunden hast!



© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 25

Fragen zur Einführung

????????????????

© Dr. Jürg Regli, HB9BIN

Folie 26