

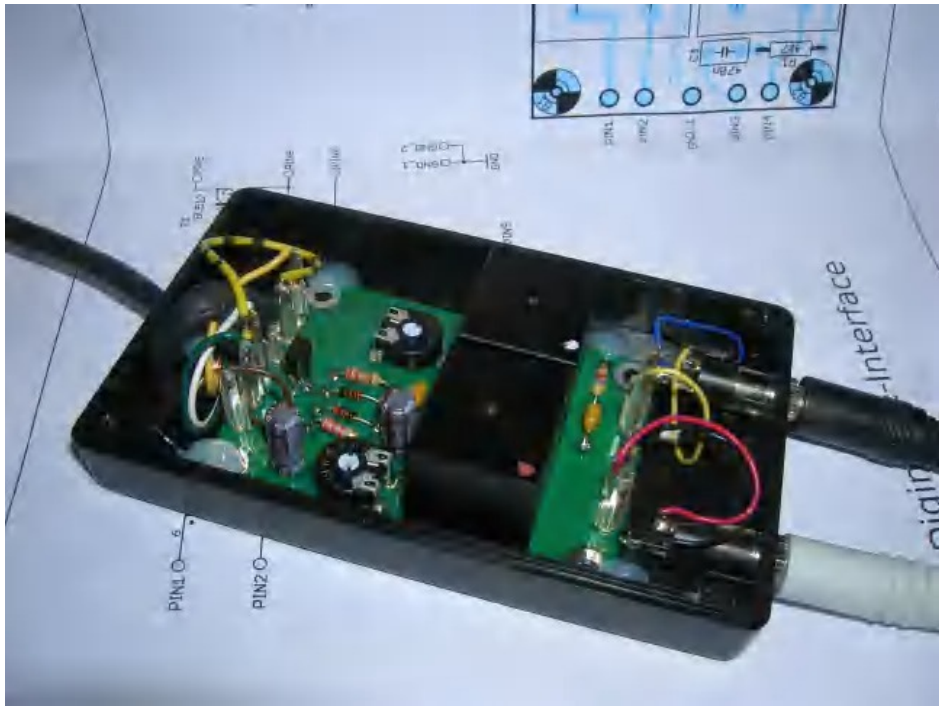
Digitales SSTV, HamDRM



Themenabend von DF6DOM

Übersicht

- Warum digitales SSTV?
- Wie funktioniert das?
- Wie macht man das?



Warum digitales SSTV ?

Etwa zur gleichen Zeit auf 80m empfangen:



3.730 kHz, mode Scotty2



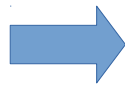
3.733 kHz, HamDRM



Rauschfreie Bilder durch Vorwärts/Rückwärtsfehlerkorrektur

Warum digitales SSTV?

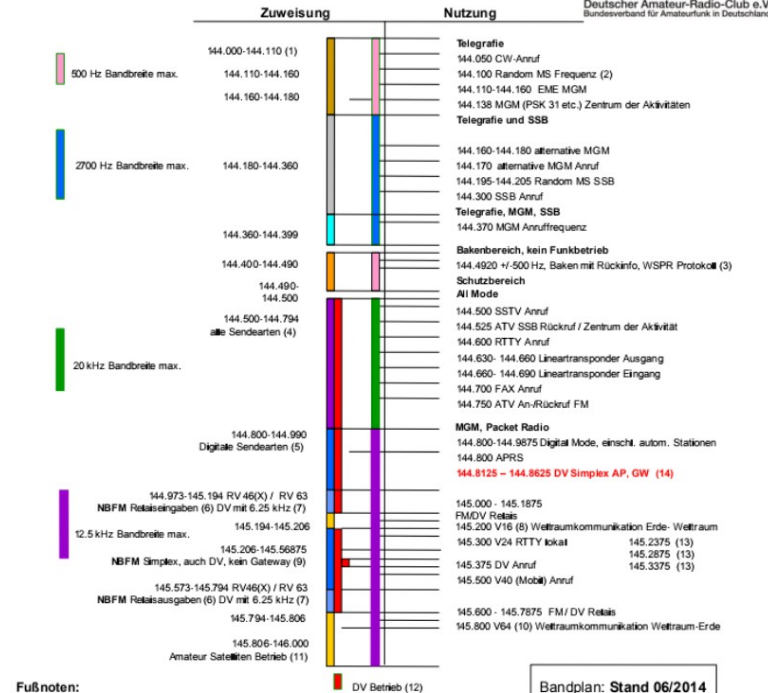
Nicht nur Bildübertragung möglich:



Beliebige Dateien
können per Funk
verschickt werden!

Bandplan PDF von DO1JKS auf
OV-Frequenz (10m USB)
empfangen

Bandplan 2m, 144 - 146 MHz



Fußnoten:

- 1 CW exklusiv
- 2 EME, MGM
- 3 Bakenbereich (+/- 500 Hz) für Baken mit Rückinfo über das Internet mit WSPR-Protokoll
- 4 ALL Mode, FM, DV usw., ohne Gateway
- 5 MGM, (APRS, PR, Echolink usw.) auch vernetzt (Gateway)
- 6 NBFM-Schmalbandfrequenzmodulation, Modulationsparameter 12K F3E, Kanalabstand 12.5 kHz
- 7 FM (Fonie) gleichrangig mit DV (Digitale Sprache mit eingebetteten Daten und Vernetzung) bei 6.25 kHz von RV48 bis RV63 = 145.600/145.7875 MHz. Zwischenf. mit X = z.B. RV48X, RV49X bis RV62X
- 8 Kanalpaar V16 / V64 als Duplexkanal, V16 als Simplexkanal für Erde-Weltraum
- 9 FM (Fonie) gleichrangig mit DV (Digitale Sprache mit eingebetteten Daten ohne Vernetzung)
- 10 Kanalpaar V64 / V16 als Duplexkanal, V64 als Simplexkanal für Weltraum-Erde
- 11 Sendearten gemäß Satellitenbandplan
- 12 DV (digitale Sprache mit eingebetteten Daten und FM möglich). Gateway nur in besonderen Bereichen.
- 13 FM Internet Voice Gateway, Kanalzahlweise, X = 6,25 kHz +/- vom RV Kanal (z.B. RV48X = 145.00625/145.00625 MHz)
- 14 DV Simplex AP und GW: 144.8125, 144.825, 144.8375, 144.850, 144.8625 (Wien 2013)

Zuweisungsstatus: Primär exklusiv

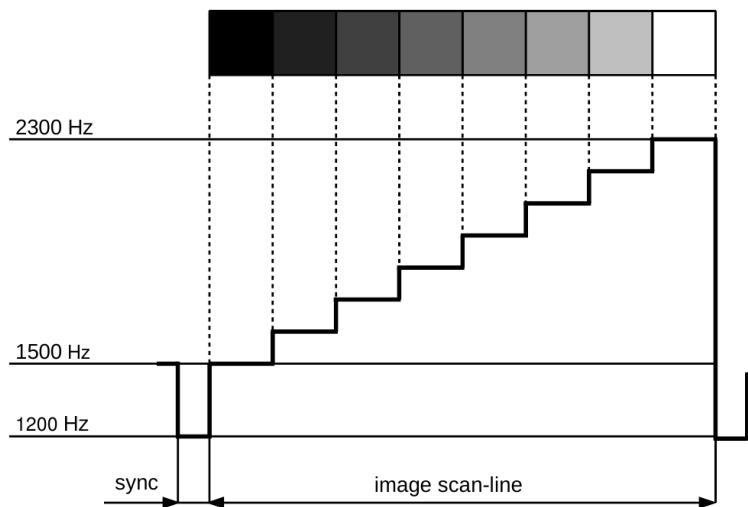
© by DARC VHF/UHF/SHF Referat, 03.06.2014 (IARU-Meeting Wien 2013)



Ortsverband
Marburg F15

Analogenes SSTV: Modulation Bild → Ton

- 'Asynchrone' Übertragung (zeilensynchron)
- Vertikale Synchronisation: 1200 Hz, 30ms
- Horizontale Synchronisation: 1200 Hz, 5ms
- Graustufen 1500 Hz (schwarz) bis 2300 Hz (weiss)
- ca. 1500Hz/16.6 Hz 90 pixel/Zeile, evtl. 2 mal so viel

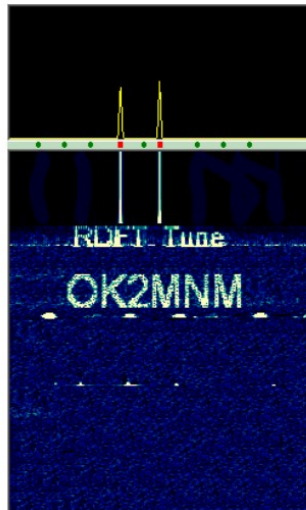


© M. Bruchanov OK2MNM

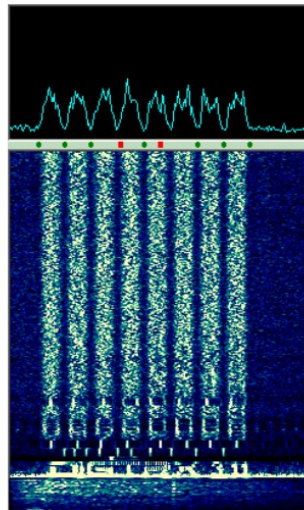
4/23/18

Digitales SSTV

- 2 Standards:
 - RDFT (links): redundant file data transfer, fast tot
 - HamDRM (rechts): abgeleitet vom DRM Standard, angepasst auf KW-Bandbreiten



Tunning signal
and station id.



Spectroscope with
data transmission.

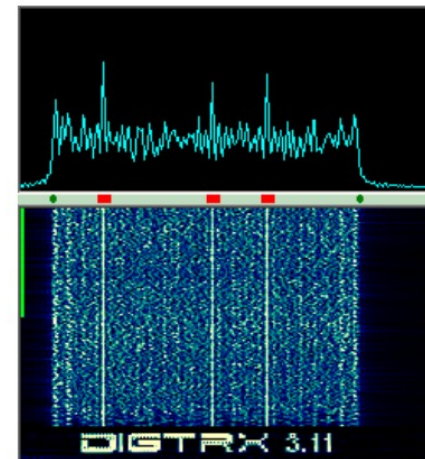
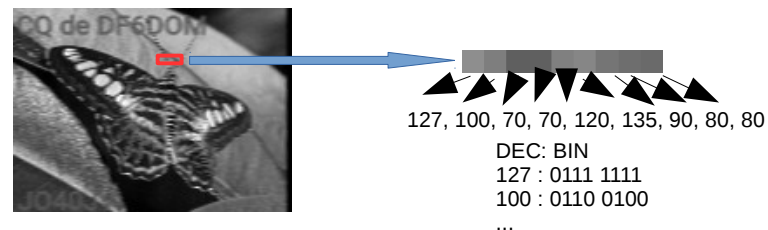


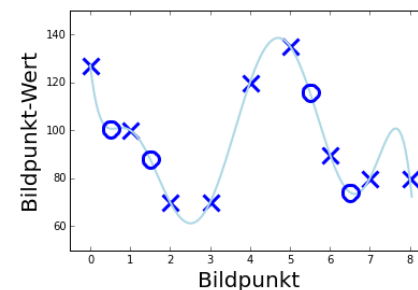
Figure 10.8: The tuning spectrocope in DIGTRX. Note three frequency peaks, that is used as guidelines for proper tuning.

Wie funktioniert das?

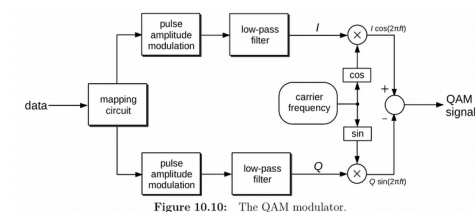
1. Umwandlung: Bild → (binäre) Zahlenwerte



2. Codierung: Zahlenwerte + Redundanz, 'forward error correction'



3. Modulation: Zahlenwerte → AF-QAM Signal, 'Quadrature Amplitude Modulation'

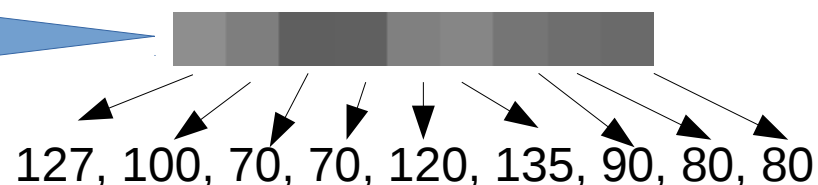
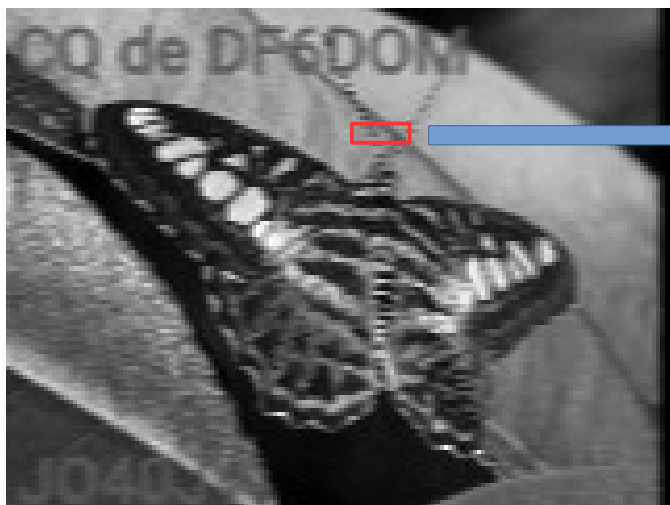


4. Modulation: AF-QAM Signal → SSB/FM (V/U)HF



1. Umwandlung Bild → Zahlen

Einfachster Fall: per Pixel, z.B. bmp



DEC: BIN

127 : 0111 1111

100 : 0110 0100

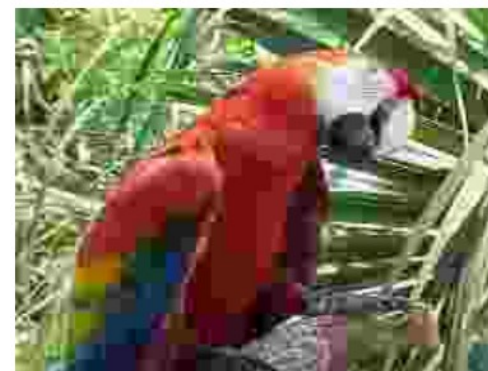
...

Besser (weniger Zahlen): JPEG

- Zerlegung in kleine Quadrate
- Beschreibung durch wenige Zahlen pro Quadrat
- Je weniger Zahlen, desto kleiner aber auch schlechter

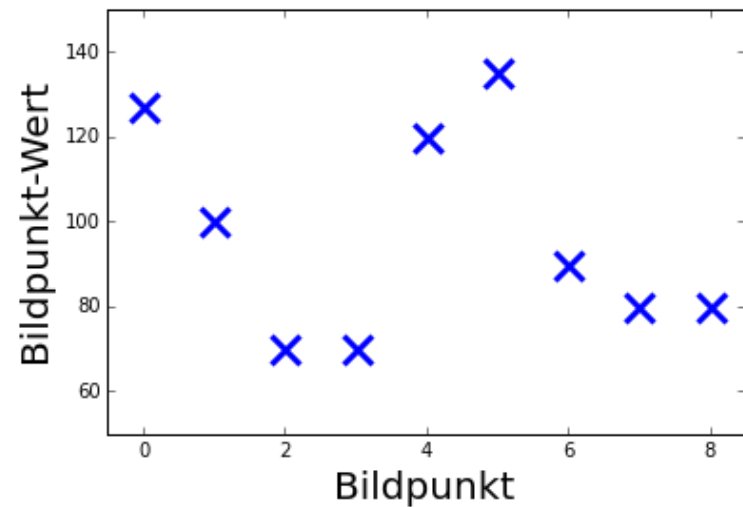
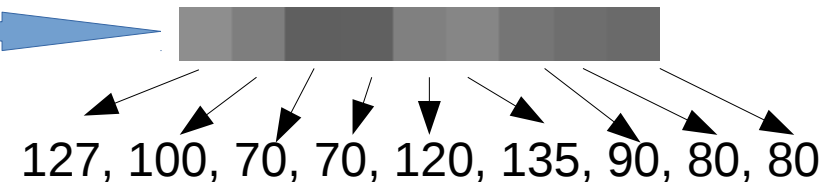
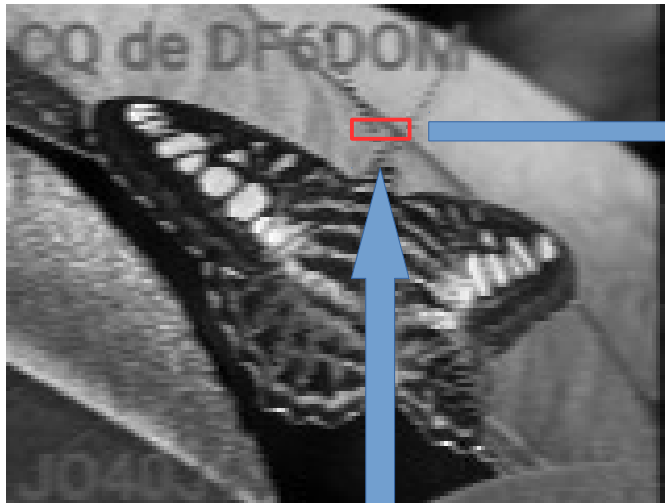


Quality 75%

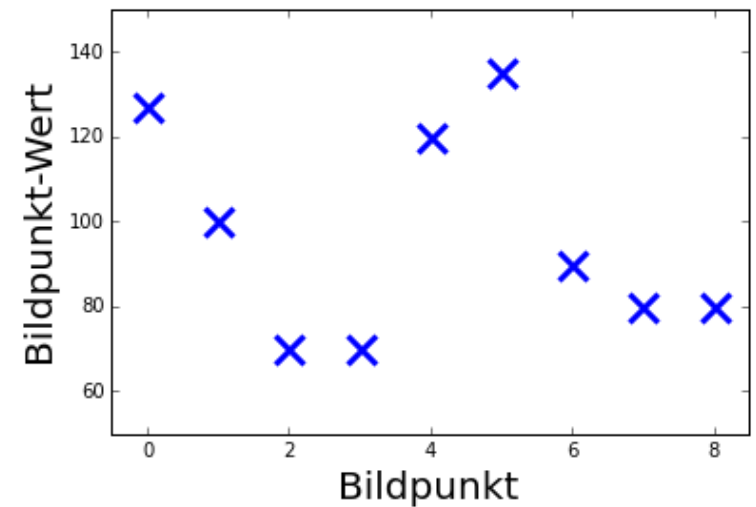


Quality 3%

Codierung ohne Redundanz

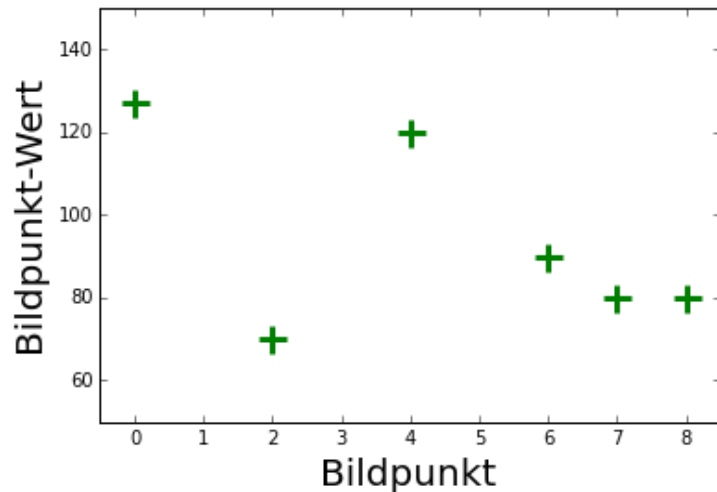
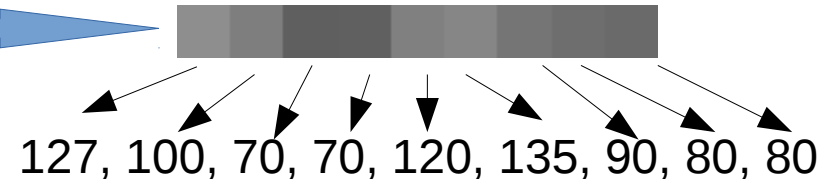
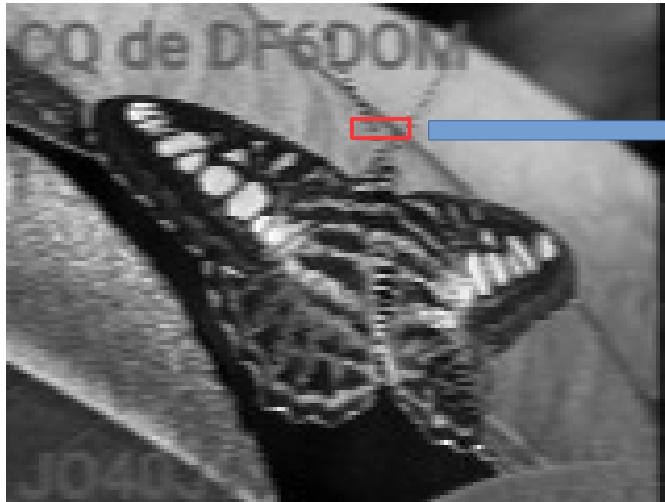


RX

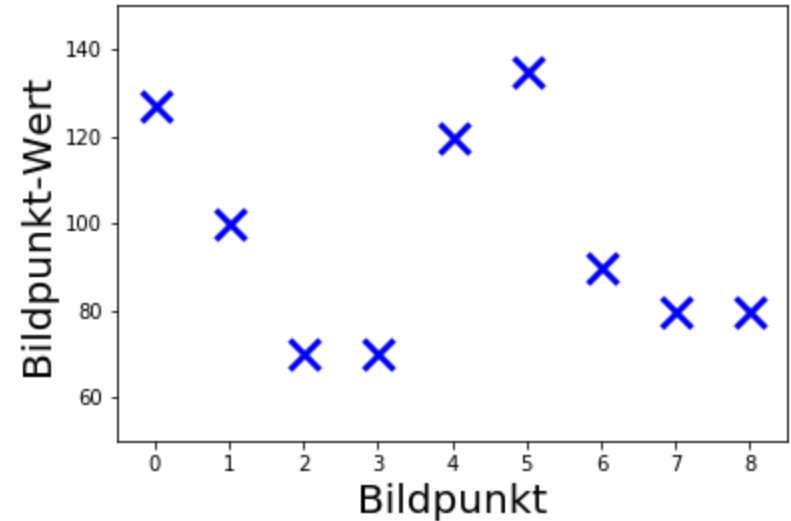


TX

Aber auf KW....



RX



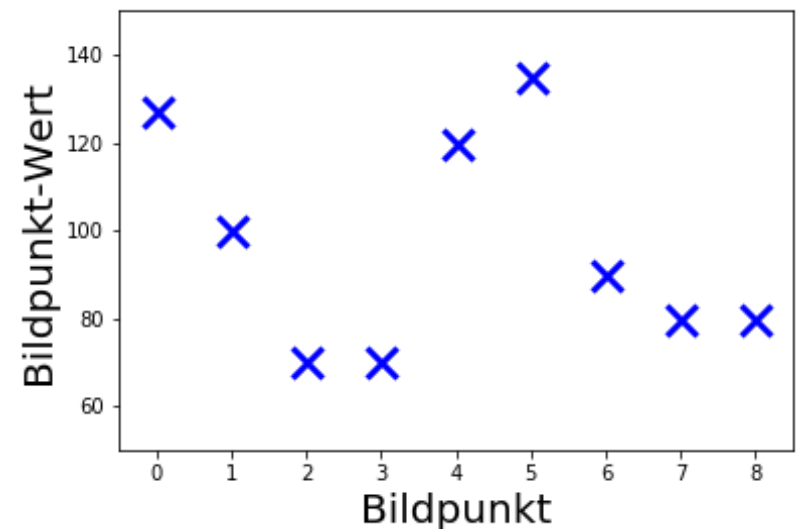
TX

Codierung mit Redundanz

FEC, 'Forward Error Correction', Vorwärtsfehlerkorrektur:

- Keine Korrektur, sondern Vorwegnahme **wahrscheinlicher** Fehler
- Wir erwarten QRM/QRN/QSB, also liefern wir gleich die Information mit, um diese ggf. zu korrigieren
- Hier: **Reed-Solomon** FEC (1960, MIT)

Zu sendendes Signal:



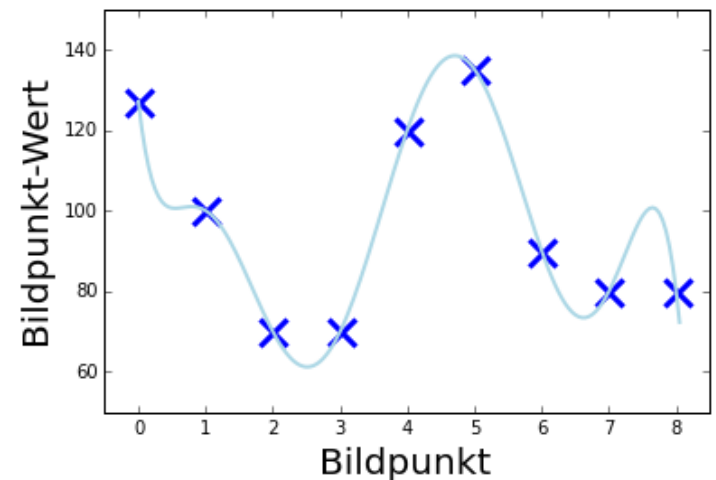
TX

Codierung mit Redundanz

FEC, 'Forward Error Correction', Vorwärtsfehlerkorrektur:

- Keine Korrektur, sondern Vorwegnahme **wahrscheinlicher** Fehler
- Wir erwarten QRM/QRN/QSB, also liefern wir gleich die (zusätzlichen, redundanten) Information mit, um diese ggf. zu korrigieren
- Hier: **Reed-Solomon** FEC (1960, MIT)

Interpolation mit Polynom-Funktion:

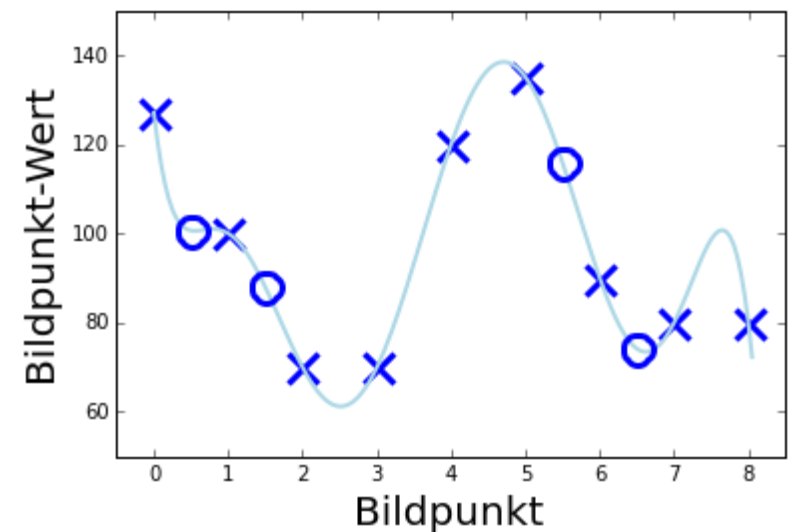


Codierung mit Redundanz

FEC, 'Forward Error Correction', Vorwärtsfehlerkorrektur:

- Keine Korrektur, sondern Vorwegnahme **wahrscheinlicher** Fehler
- Wir erwarten QRM/QRN/QSB, also liefern wir gleich die Information mit, um diese ggf. zu korrigieren
- Hier: **Reed-Solomon** FEC (1960, MIT)

Auswertung an
redundanten Punkten:



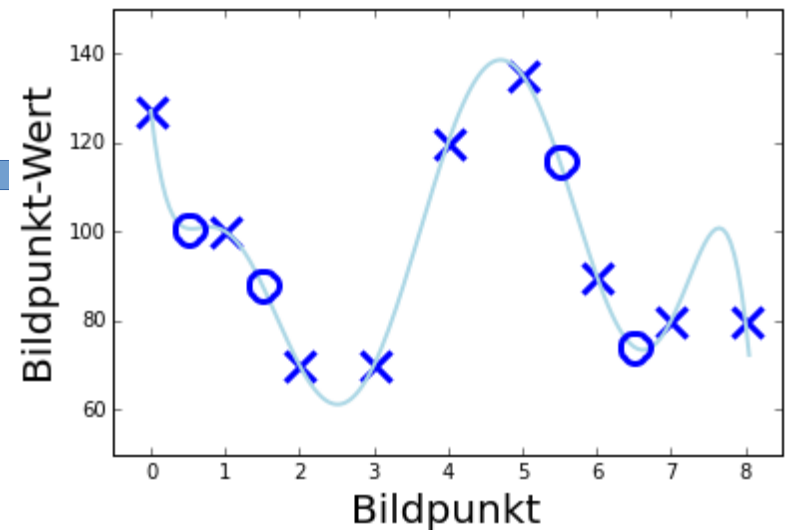
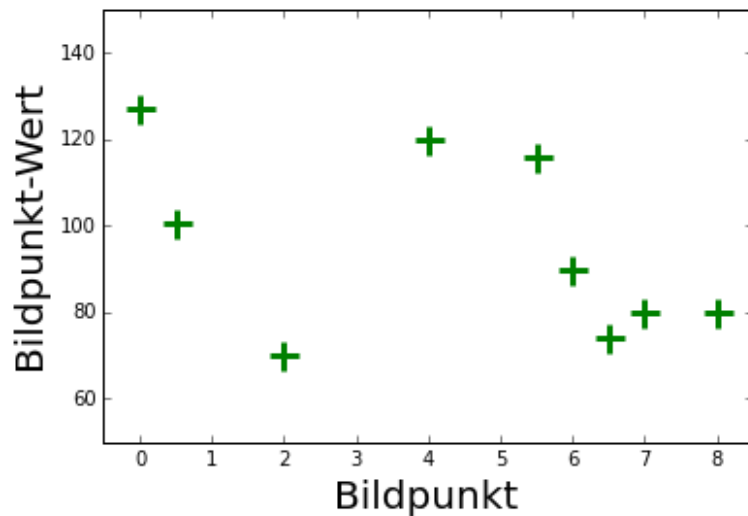
TX

Codierung mit Redundanz

FEC, 'Forward Error Correction', Vorwärtsfehlerkorrektur:

- Keine Korrektur, sondern Vorwegnahme **wahrscheinlicher** Fehler
- Wir erwarten QRM/QRN/QSB, also liefern wir gleich die Information mit, um diese ggf. zu korrigieren
- Hier: **Reed-Solomon** FEC (1960, MIT)

Übertragung aller Punkte:

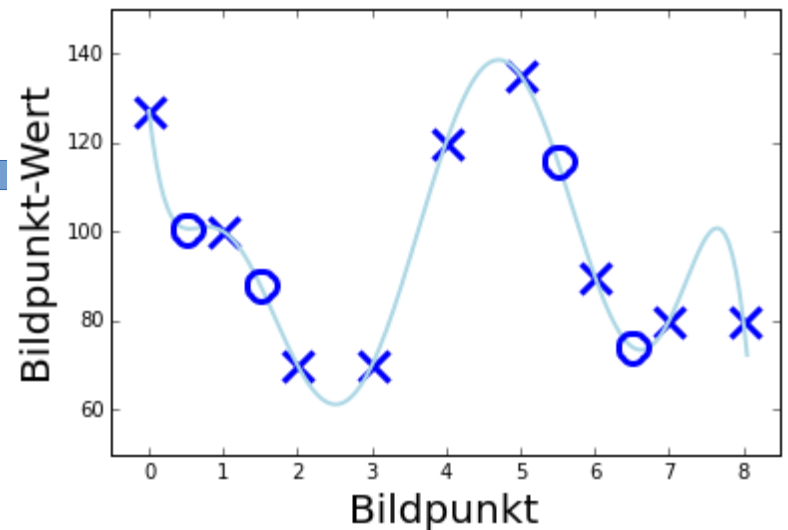
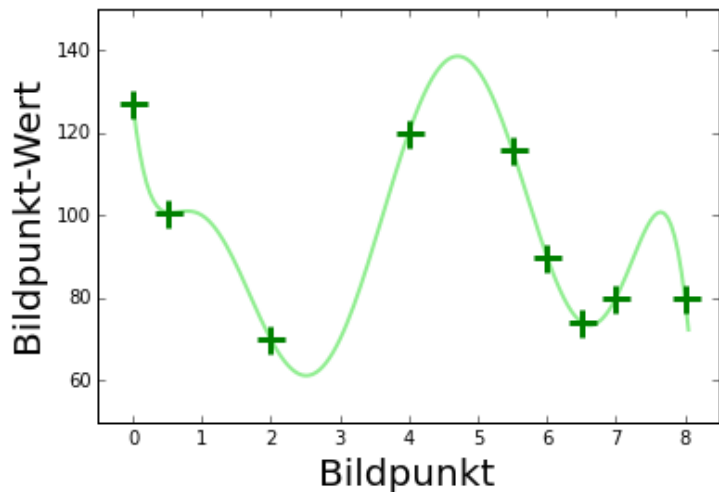


Codierung mit Redundanz

FEC, 'Forward Error Correction', Vorwärtsfehlerkorrektur:

- Keine Korrektur, sondern Vorwegnahme **wahrscheinlicher** Fehler
- Wir erwarten QRM/QRN/QSB, also liefern wir gleich die Information mit, um diese ggf. zu korrigieren
- Hier: **Reed-Solomon** FEC (1960, MIT)

Interpolation der empfangenen Punkte mit Polynom:



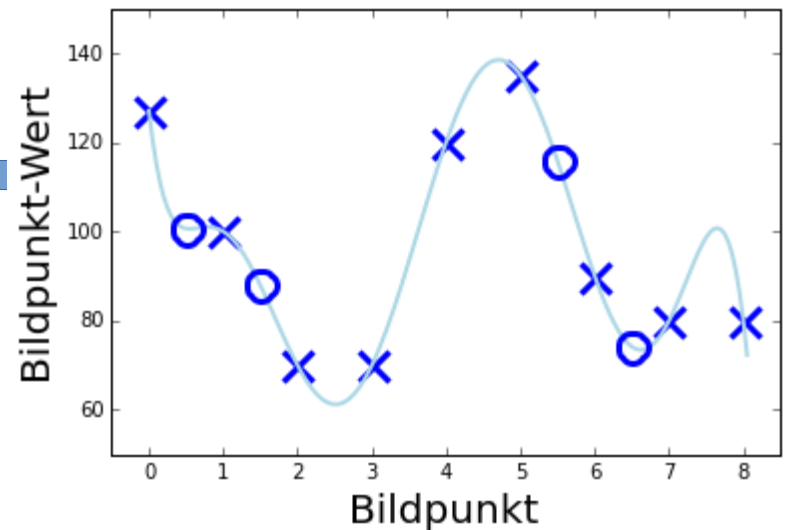
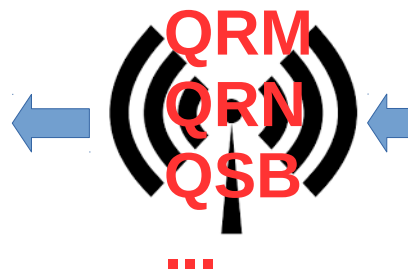
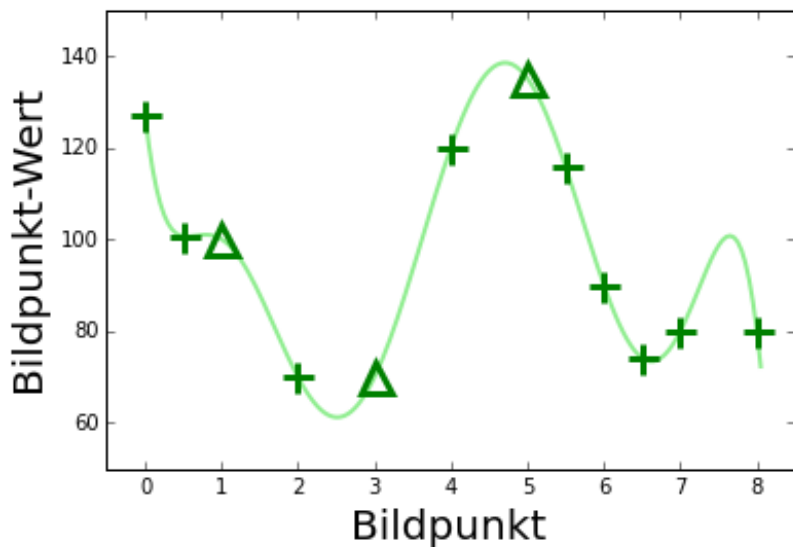
TX

Codierung mit Redundanz

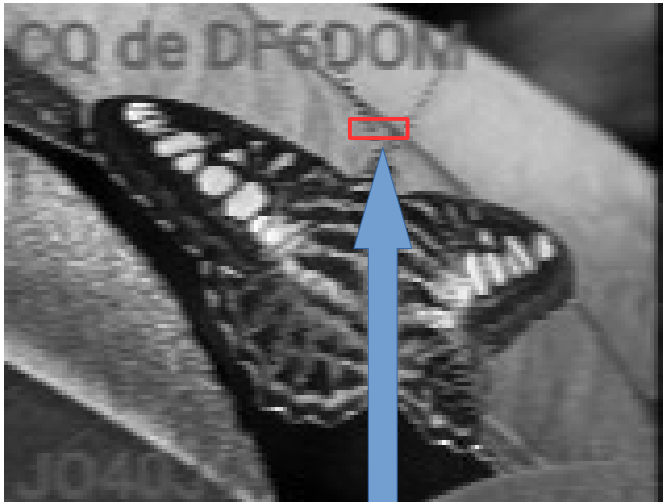
FEC, 'Forward Error Correction', Vorwärtsfehlerkorrektur:

- Keine Korrektur, sondern Vorwegnahme **wahrscheinlicher** Fehler
- Wir erwarten QRM/QRN/QSB, also liefern wir gleich die Information mit, um diese ggf. zu korrigieren
- Hier: **Reed-Solomon** FEC (1960, MIT)

Auswertung fehlender Punkte:

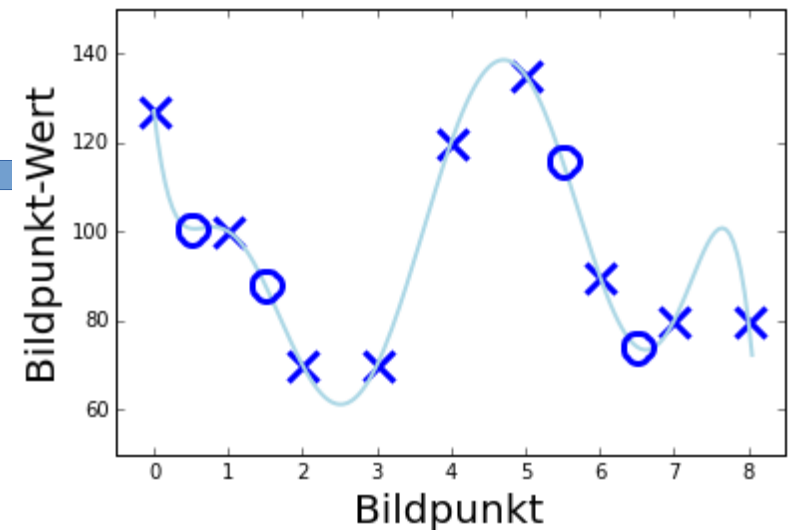
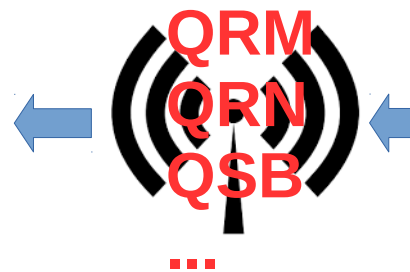
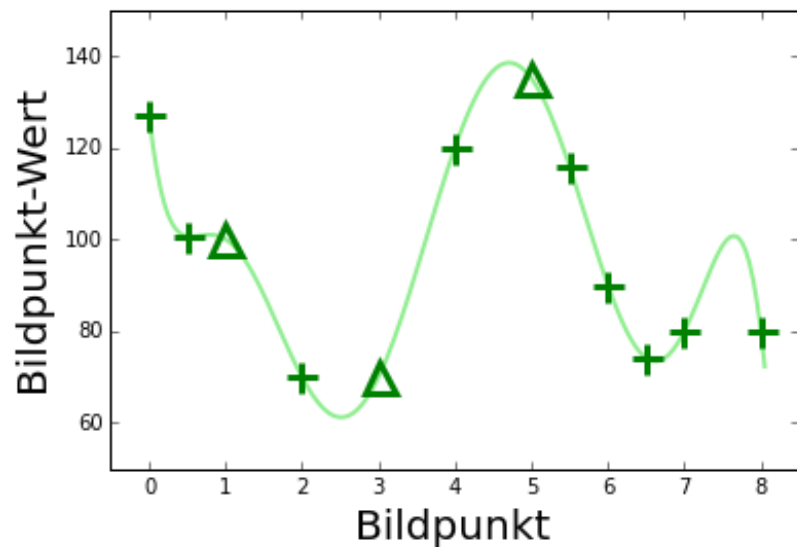


Codierung mit Redundanz



=> genug Information, um Bild wiederherzustellen

Es müssen mindestens so viele Punkte empfangen werden, wie im Bild benötigt werden, welche ist aber egal



TX

Modulation

Voraussetzung: Bild ist in binären
Zahlenstrom umgewandelt worden



Beispiel: digitale Modulation 2-stelliger Binärzahlen

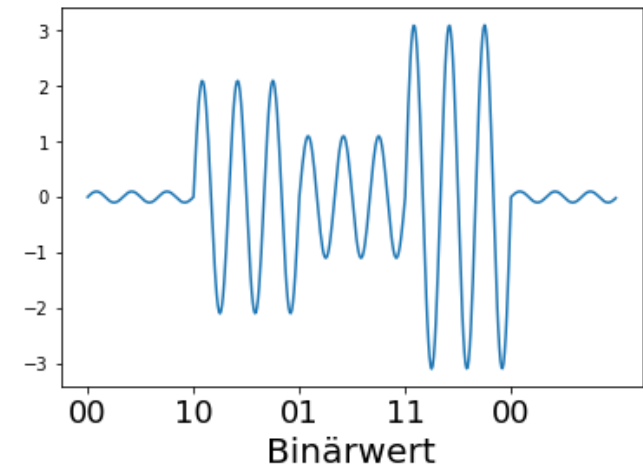
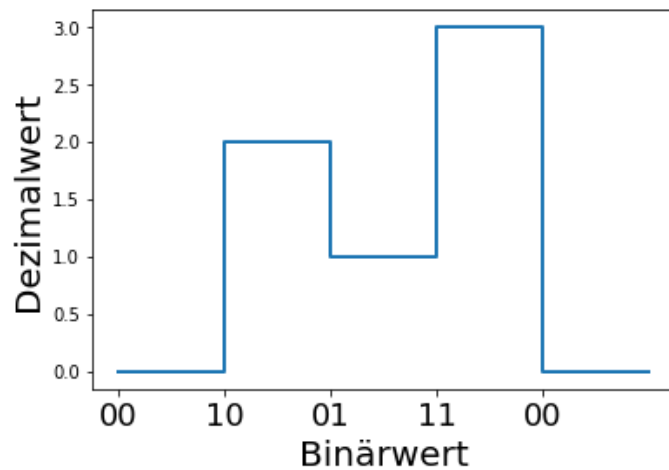
0: 00
1: 01
2: 10
3: 11

Trägersignal:

$$A \cdot \sin(\omega \cdot t + p)$$

A: Amplitude
 ω : (Kreis)Frequenz
p: Phase

Amplitudenmodulation



Modulation:

Voraussetzung: Bild ist in binären
Zahlenstrom umgewandelt worden



Beispiel: digitale Modulation 2-stelliger Binärzahlen

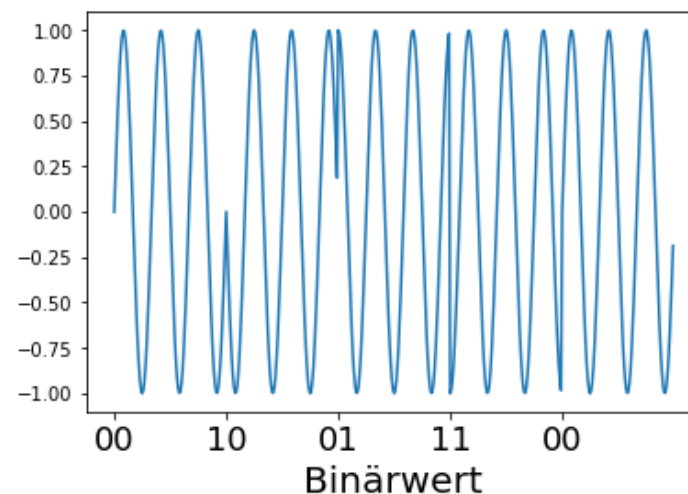
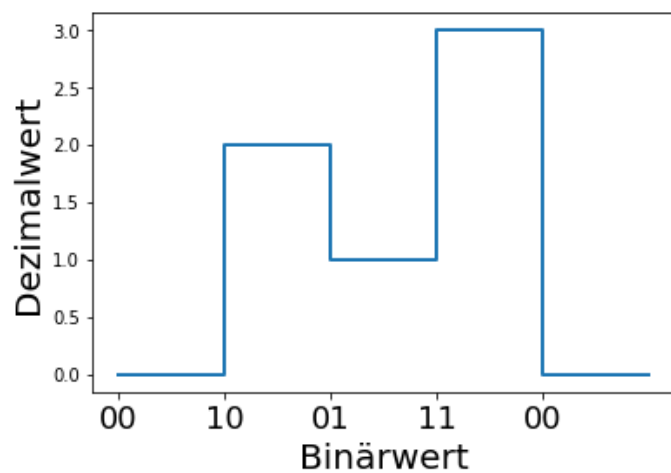
0: 00
1: 01
2: 10
3: 11

Trägersignal:

$$A \cdot \sin(w \cdot t + p)$$

A: Amplitude
w: (Kreis)Frequenz
p: Phase

Phasenmodulation, hier 4PSK



Modulation: QAM

Voraussetzung: Bild ist in binären
Zahlenstrom umgewandelt worden



Trägersignal:

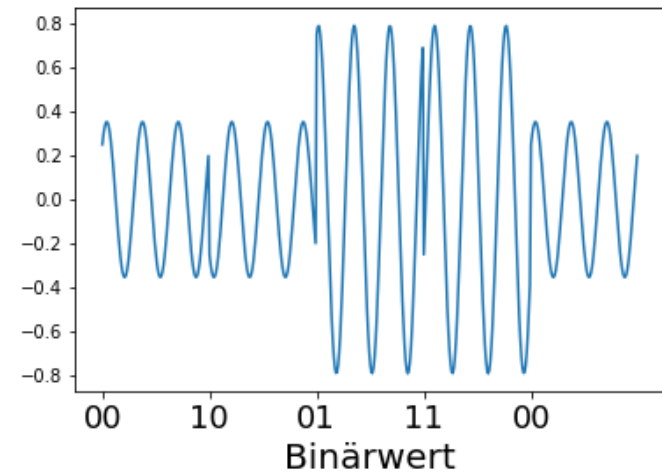
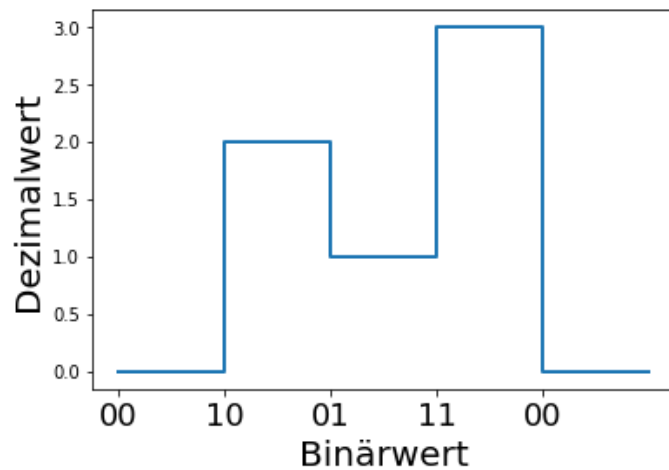
Beispiel: digitale Modulation 2-stelliger Binärzahlen

0: 00
1: 01
2: 10
3: 11

Quadraturamplitudenmodulation,
hier 16-QAM

$$A \cdot \sin(w \cdot t + p) \\ = I \cdot \cos(w \cdot t) + Q \cdot \sin(w \cdot t)$$

$$A^2 = I^2 + Q^2 \\ p = \arctan(Q/I)$$



Modulation: QAM

Warum QAM?

- Besser Ausnutzung der verfügbaren Modulationsparameter
- Gesamte Stufenanzahl stehts **Quadratzahl**
- 4-QAM: 2 I-Stufen x 2 Q-Stufen
- 16-QAM: 4 I-Stufen x 4 Q-Stufen (besseres SNR als 2 x 8)
- 64-QAM: 8 I-Stufen x 8 Q-Stufen
- Mehr Stufen: höhere Datenrate, aber höhere Störanfälligkeit
- Mehrere Unterträger im AF-Signal (31-53)

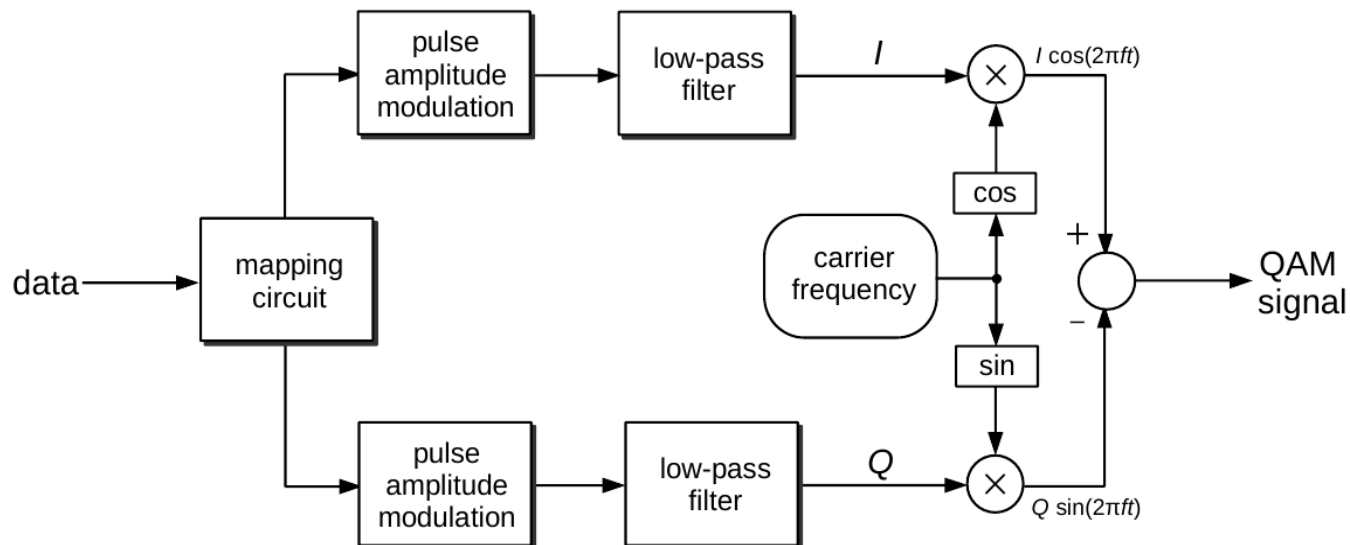


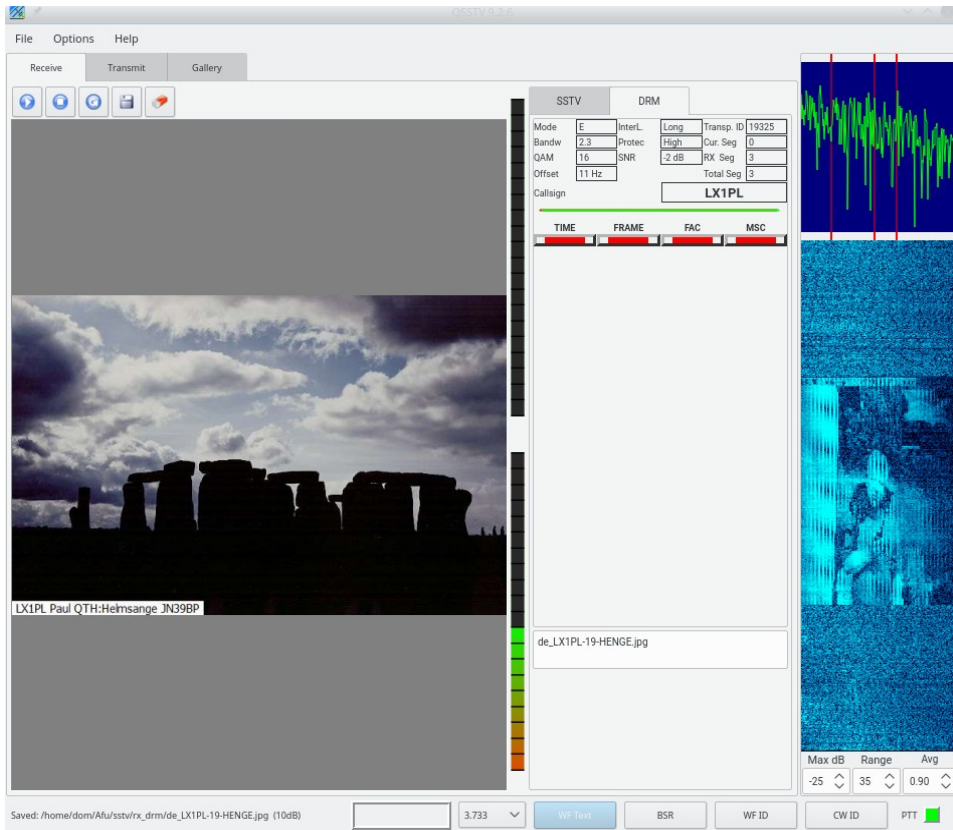
Figure 10.10: The QAM modulator.

HamDRM Modi

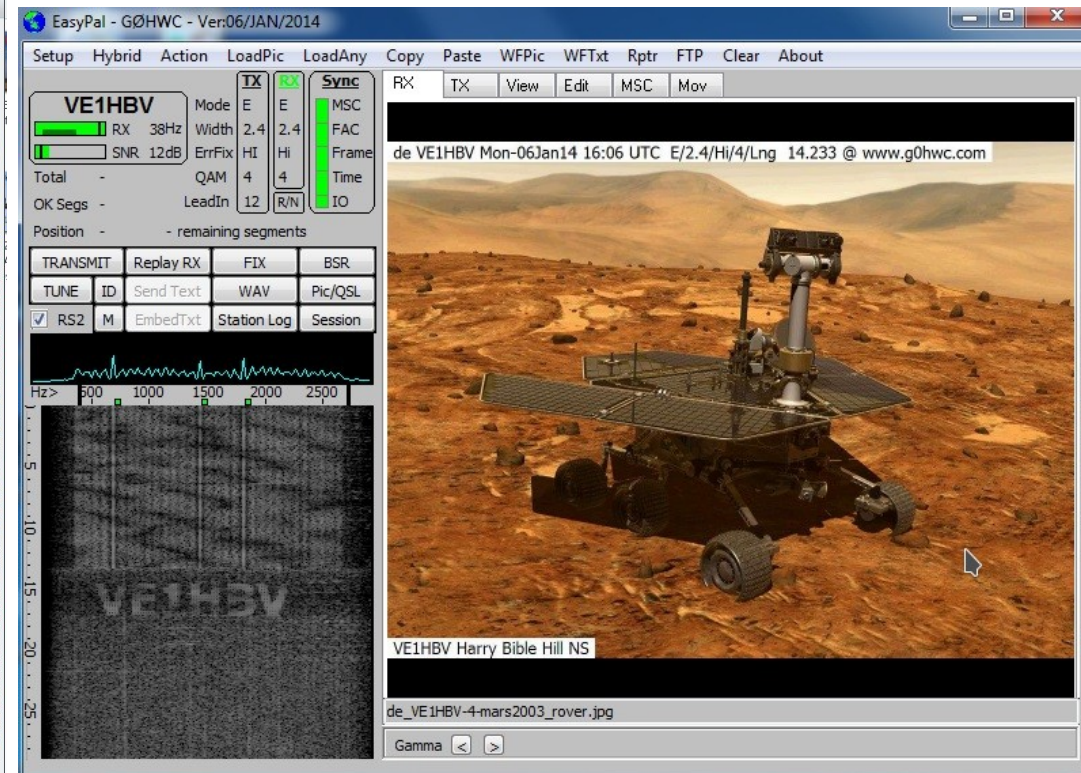
Mode	Bandwidth	Number of subcarriers	Level of MSC FEC	Transmission speed [bps]		
				QAM-4	QAM-16	QAM-64
A	2,3 kHz	53	normal	1480	2710	4170
			low	1900	3470	5340
	2,5 kHz	57	normal	1760	3220	4960
			low	2260	4130	6360
B	2,3 kHz	45	normal	1070	1950	3000
			low	1370	2500	3850
	2,5 kHz	51	normal	1270	2320	3570
			low	1630	2970	4580
E	2,3 kHz	29	normal	690	1270	1950
			low	890	1620	2500
	2,5 kHz	31	normal	820	1510	2320
			low	1060	1930	2970

Software für HamDRM

Linux: QSSTV, free, open-source



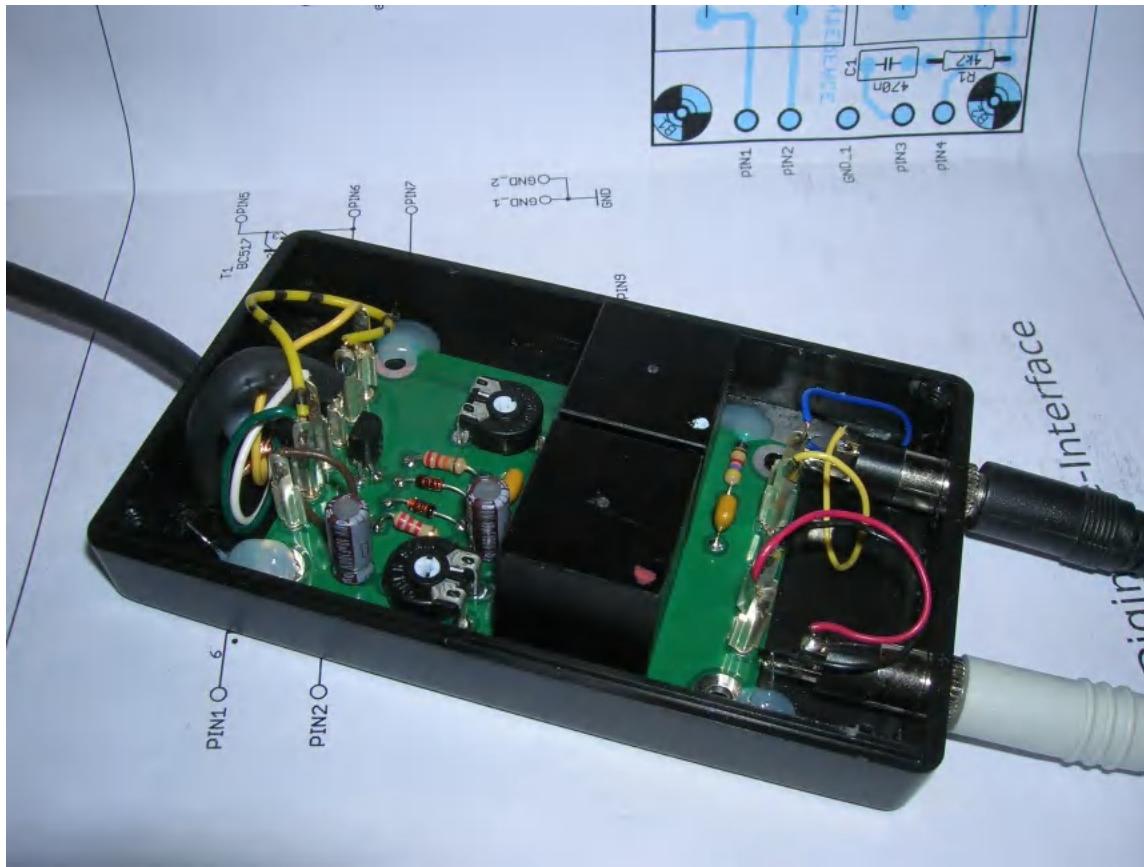
Windows 7-10: EasyPal, free



Experimente mit DO1JKS

Ziele:

- Welcher Modus funktioniert am besten?
- Wieviel FEC braucht man?
- Wie lange dauert die Übertragung?



Dauer: 12 min, Mode E, 0 RS

Einstellungen QSSTV, TX:

SSTV		DRM	
Mode	A	QAM	4
Interl.	Short	BW	2.2 kHz
Profile	Profile 1	Prot.	High
		Rs	None
TX Progress 0%			
<input type="checkbox"/> VOX	<input checked="" type="checkbox"/> CW		
<input checked="" type="checkbox"/> Use Template	cq_big_bg		

QAM: Anzahl Träger
Mode: A/B/E
Rs: Reed-Solomon FEC
BW: Bandwidth

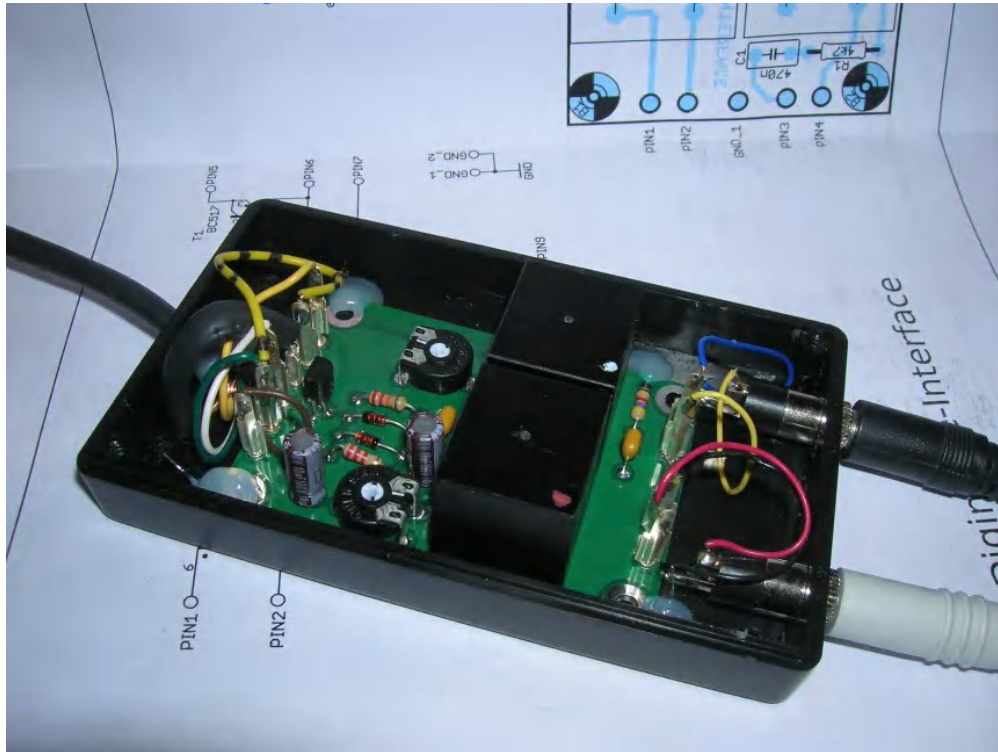
Anzeige QSSTV, RX:

SSTV		DRM	
Mode	E	InterL	Long
Bandw	2.3	Transp. ID	19325
QAM	16	Protec	High
Offset	11 Hz	SNR	-2 dB
		Cur. Seg	0
		RX Seg	3
		Total Seg	3
Callsign		LX1PL	
<div> <div>TIME</div> <div>FRAME</div> <div>FAC</div> <div>MSC</div> </div>			

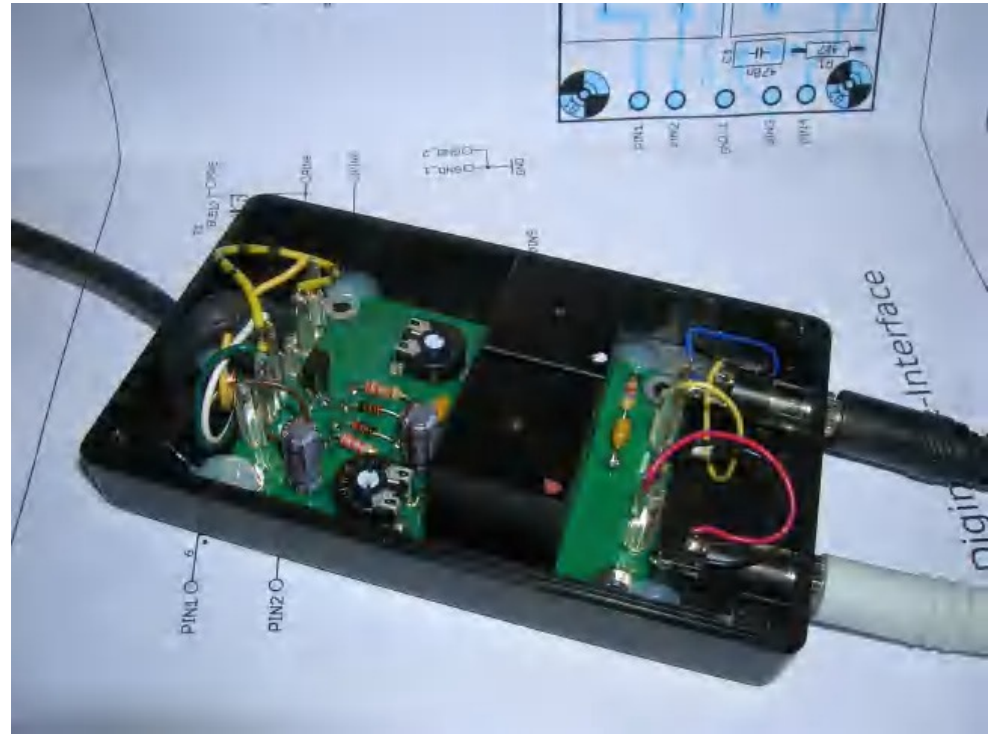
FAC: Fast Access Channel (Call, Mode etc.)

MSC: Main Service Channel (Daten)

Mode A / E



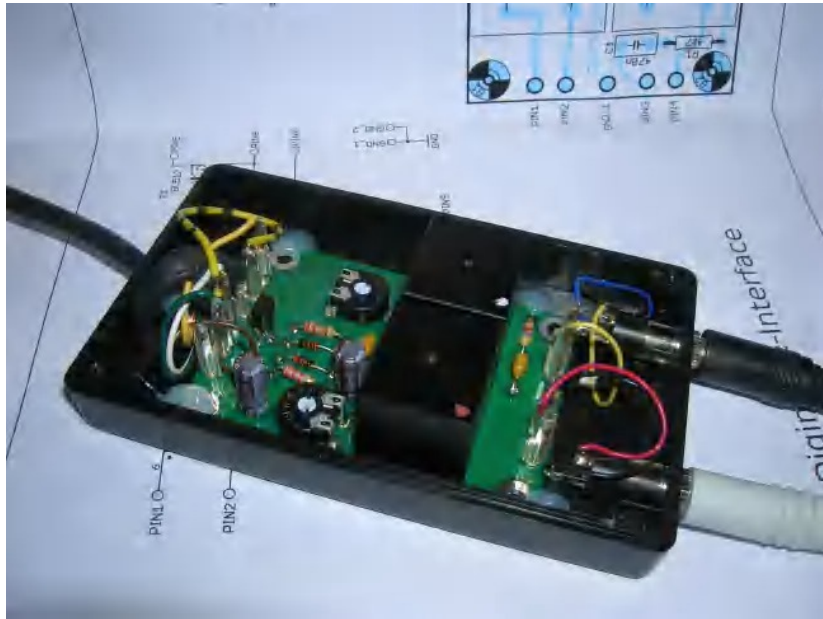
Dauer: 12 min, Mode E, 0 RS



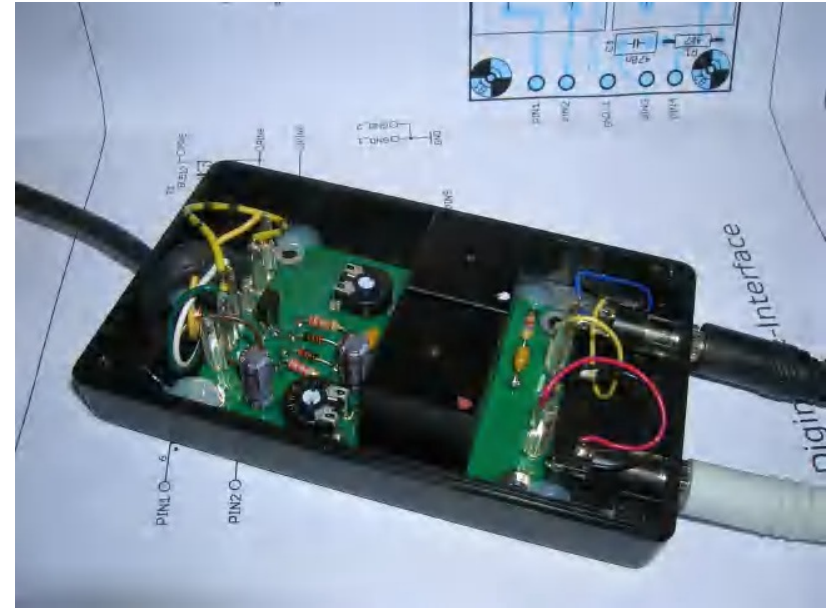
Dauer: 30s, Mode A, 0 RS

Reed-Solomon Einstellungen

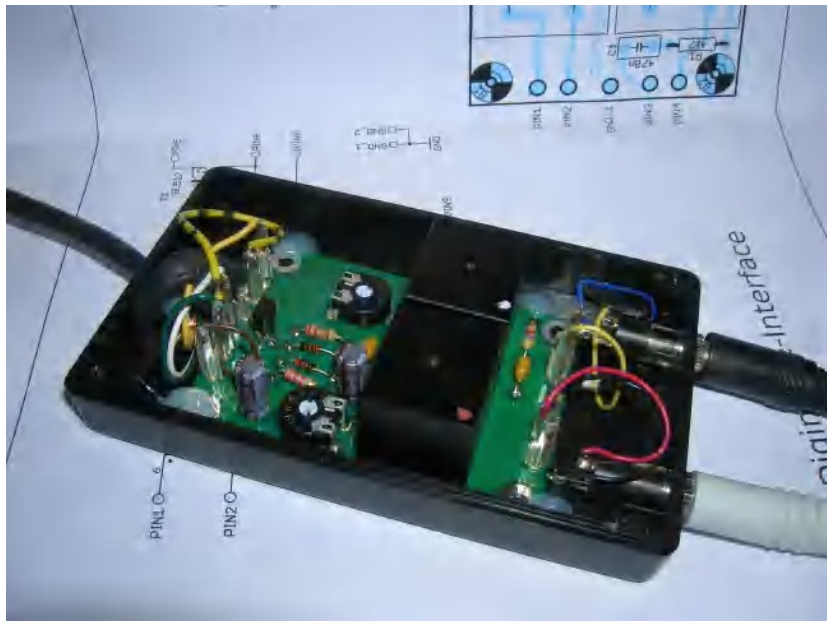
1



2



3



Alle Bilder Mode A, QAM-4

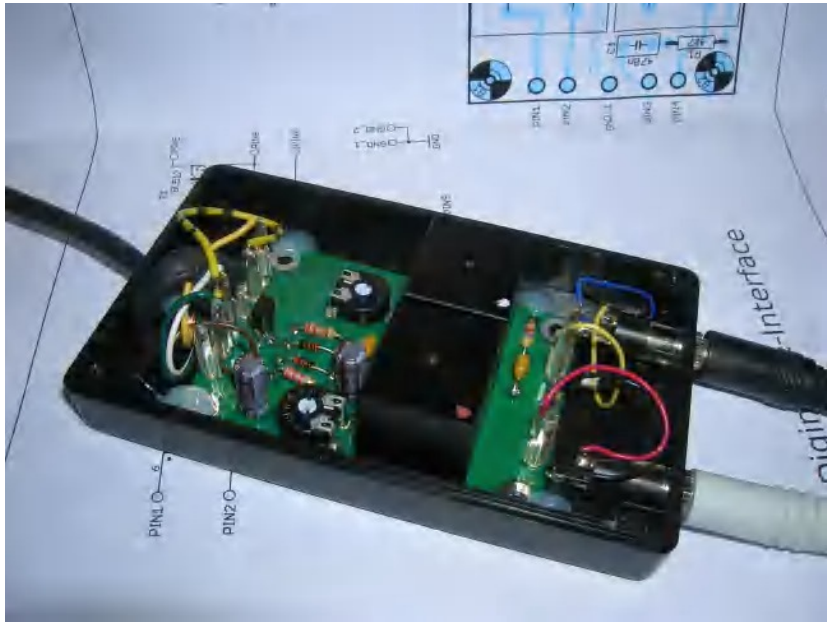
1: RS 0, 60 s

2: RS 2, 90 s → 50% Redundanz

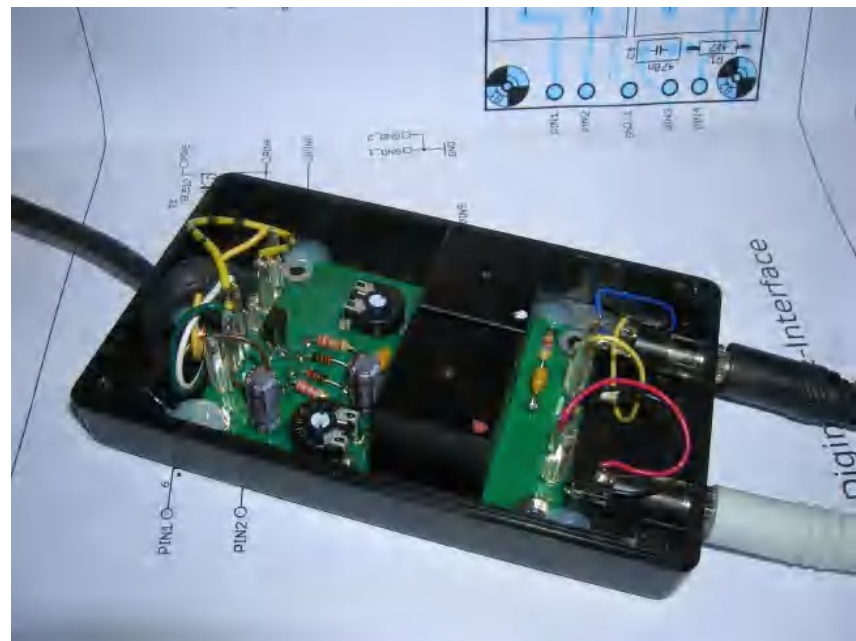
3: RS 4, 120 min → 100% Redundanz

Modi A,B,E

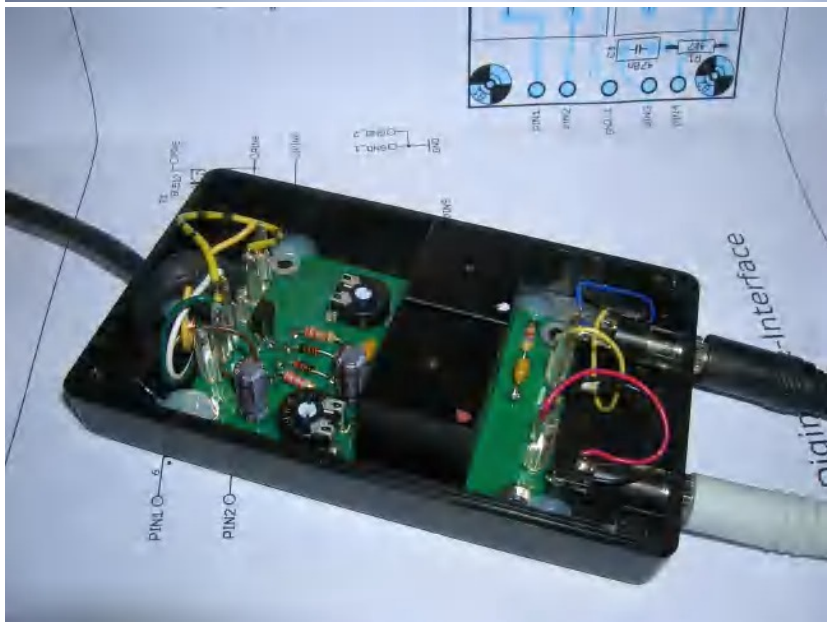
1



2



3



Alle Bilder RS-0, QAM-4

1.) Mode A: 60s

2.) Mode B: 90s

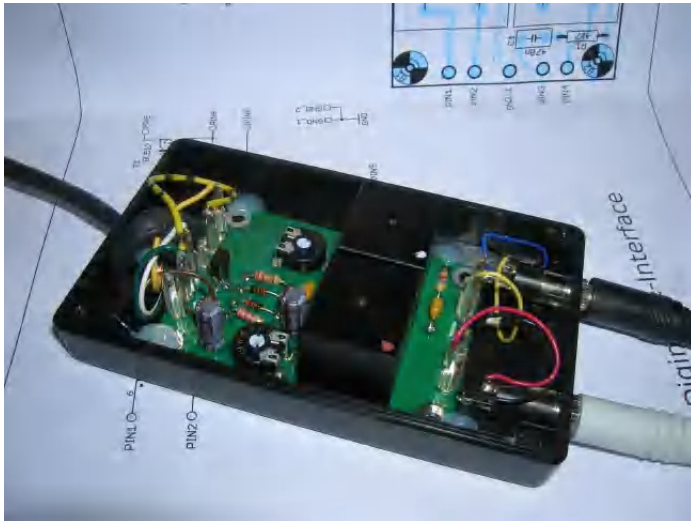
3.) Mode E: 180s



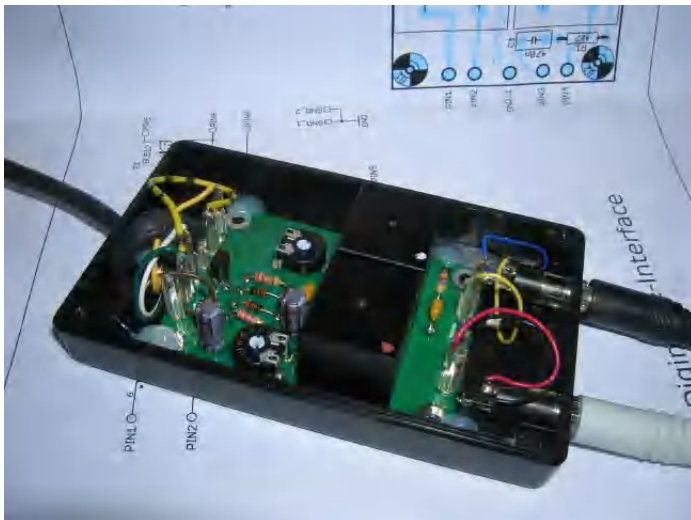
Deutscher Amateur-Radio-Club e.V.
Bundesverband für Amateurradio in Deutschland



QAM-4 gegen QAM-16



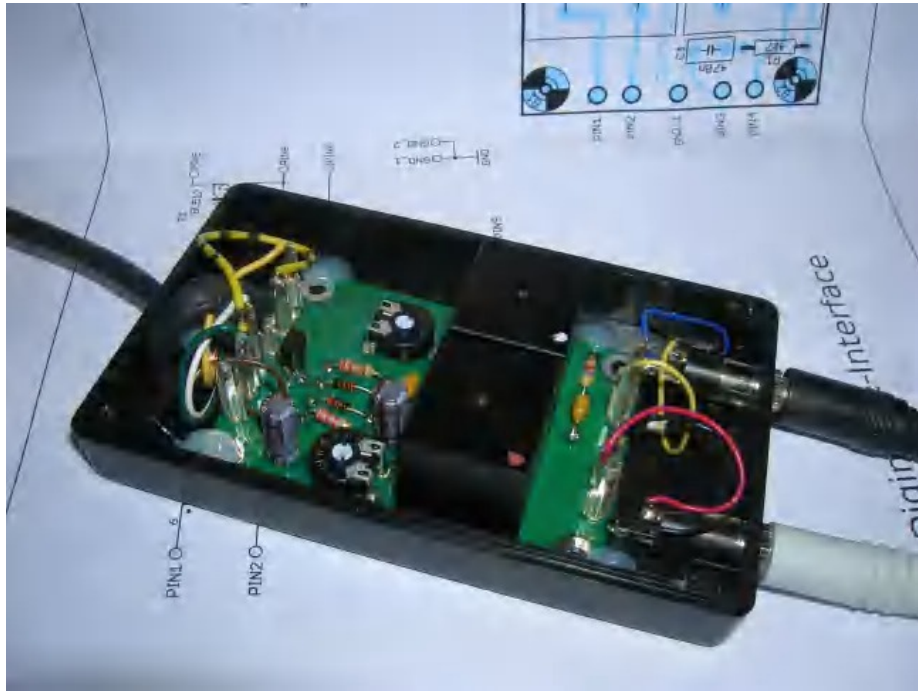
Mode A, RS 0, QAM 4: 30s



Mode A, RS 0, QAM 16: 60s

Doppelte Bitanzahl → halbe Dauer

Zusammenfassung Experimente

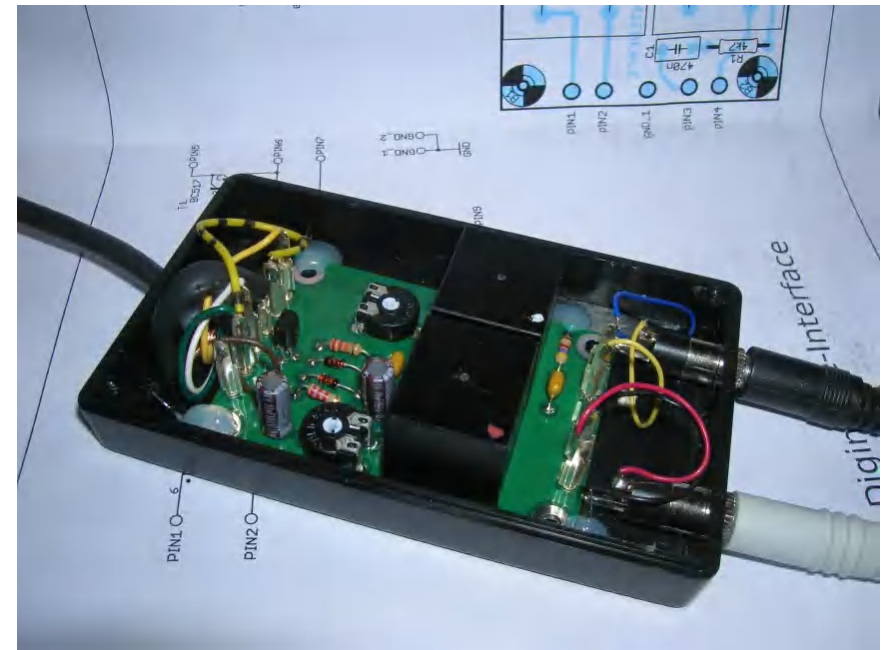


- Transceivereinstellungen wichtig: QAM braucht **sehr** lineare Modulation
- 64-QAM hat nicht funktioniert
- Bildqualität unabhängig von Modulationsparametern, steht vorher fest
- Modus E geht fast immer (KW), A/B nur bei hohem SNR
- RS 0-4: Reed-Solomon FEC mit 0-100% Redundanz, hilft bei kleinem SNR
- Mode E ca. 3 mal langsamer als A, aber sehr robust

‘Rückwärts’fehlerkorrektur: **BSR, Bad Segment Report:**

Software fragt bei Gegenstation nach, um fehlerhafte Datensegmente nochmal zu übertragen

Stationsausrüstung für HamDRM



- Computer mit passender Software (QSSTV oder EasyPal)
- Interface, z.B. das von uns gebastelte
- Funkgerät (FM-Handy oder KW-Station)

Martin Bruchanov OK2MNM (2012)

Image Communcation on Short Wave

Available online at <http://www.sstv-handbook.com>

HPE CUL !!