

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

PACTOR, AMTOR, WINMOR, WINLINK???

Was ist das genau?

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

Sind nicht alle Aussendungen Daten?

Sprache, Bilder, Text...

Übertragungssicherheit?

Lieber OM, wie war dein Rufzeichen nochmal?

Digimodes verwenden nicht immer eine Fehlerkorrektur

Z. B. RTTY, PSK31, CW

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

In Notsituationen unverzichtbar...

Übertragungssicherheit

Stabilität bei QRM / QRN / Fading / Splatter

Trotzdem gute Geschwindigkeit

Verschiedene Arten von Daten mit einem System übertragen z. B. Text mit Dateianhängen

...E-Mail über Funk

→ WinLink2000 kurz WL2K

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

WL2K wurde 1998 ins Leben gerufen

WL2K benutzt zwei Übertragungsverfahren

WINMOR (**WIN**Link **m**ail **o**ver **r**adio)

PACTOR (**P**acet **t**eleprinting **o**ver **r**adio)

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

WINMOR im Detail

kostenlos

einfache Voraussetzungen

Soundkarte im PC

TRX mit Interface

„Audio-Modulationsart“ wie z. B. bei PSK

→ Modulation und Demodulation erfolgen im PC

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

Modulationsarten bei WINMOR

4FSK (vierfach Frequenzumtastung)

QPSK (Quadraturphasenumtastung)

16QAM (sechzehnfache
Quadraturamplitudenmodulation)

Je nach Anzahl von Trägertönen, Modulationsart und Bandbreite werden verschiedene Übertragungsraten erreicht

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

Je höher die Bandbreite umso störanfälliger

Phonie \leftrightarrow CW

WINMOR verwendet 500 Hz und 1600 Hz

Geringe Störfestigkeit \rightarrow Pakete müssen oft mehrmals gesendet werden um fehlerfrei zu sein \rightarrow Geringe Nutzdatenrate

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

Modulationsverfahren	Bandbreite (Hz)	Träger-töne	max. Brutto-Datendurchsatz (B/min)
4FSK	200 Hz	1	250
QPSK	200 Hz	1	480
16QAM	200 Hz	1	680
4FSK	500 Hz	3	700
QPSK	500 Hz	3	1300
16QAM	500 Hz	3	2300
4FSK	2000 Hz	15	2500
QPSK	2000 Hz	15	5500
16QAM	2000 Hz	15	10000

Diese Werte sind theoretisch erreichbar

→ In der Praxis max. 1300 Bit / Sekunde Netto

Keine Komprimierung

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

PACTOR im Detail

Sehr robust gegenüber Störungen

Hohe Datenraten durch Kompression

Nachteil → Teurer Controller

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

PACTOR ist auch eine „Audio-Modulation“

Weiterentwicklung von AMTOR

(**A**mateur **t**elprinting **o**ver **r**adio)

Zwei Töne mit 170 Hz Shift auf Kurzwelle /
850 Hz auf UKW mit 7 Bit / Zeichen

AMTOR ist wiederum die Weiterentwicklung von
RTTY

RTTY hat jedoch keine Fehlerkorrektur

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

PACTOR wurde in den 1980er Jahren von zwei Funkamateuren, die heutige Firma SCS, entwickelt

PACTOR-1 verwendet wie AMTOR zwei Töne

Einführung 1989

8 Bit / Zeichen

dreifach längere Pakete

zyklischer Redundanz-Check zu Fehlererkennung

Übertragungsrate von 100 – 200 Bit / Sekunde

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

PACTOR-2

Einführung 1994/95

Verschiedene Modi von DPSK

Neuer Controller PTC-2

Modulationsverfahren	Symbolrate	Brutto-Bitrate (Bit/s)	Netto-Bitrate (Bit/s)
DBPSK	1/2	200	100
DQPSK	1/2	400	200
8-DPSK	2/3	600	400
16-DPSK	7/8	800	700

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

Kompression erhöht die Übertragungsrates

mit Kompression 1200 Bit / Sekunde bei Text

Huffman

Pseudo-Markov ca. Faktor 1,3 zu Huffman

PTC wählt beste Kompression pro Datenpaket

Z. B. bei aufeinanderfolgenden Zeichen wird nur ein Zeichen und die Anzahl übertragen

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

PACTOR-3

Einführung 01.05.2002

Erweiterung des Modulationsverfahrens

Bis zu 18 Trägertöne von 400 – 2400 Hz

Jeder der Töne wird mit PSK moduliert

Bandbreite eines SSB-Signal

Durch Firmwareupdate kann der PTC-2 auch
PACTOR-3

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

Level	Anzahl der Träger	Brutto-Bitrate (Bit/s)	Netto-Bitrate (ohne Komprimierung, Bit/s)
1	2	200	76,8
2	6	600	247,5
3	14	1400	588,8
4	14	2800	1186,1
5	16	3200	2039,5
6	18	3600	2722,1

Als Komprimierung kommt die gleiche Methode wie bei PACTOR-2 zum Tragen
→ Brutto-Bitrate von 5200 Bit / Sekunde

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

PACTOR-4

Einführung 2011

Neuer Controller → P4dragon

Kommt mit schlechteren Signal / Rauschverhältnissen zurecht

Neues Modulationsverfahren

Nur noch ein Trägerton (außer Level 1) der mit vier verschiedenen Modulationsarten moduliert wird

Wiederum höhere Datenraten als bei PACTOR-3

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

Level	Modulationsverfahren	Brutto-Bitrate (Bit/s)	Netto-Bitrate (Bit/s)
1	2-Ton DBPSK-Chirp	113	46,9
2	DQPSK, Spread-16	225	85,32
3	DQPSK, Spread-16	225	147,2
4	DQPSK, Spread-8	450	300,8
5	BPSK	1800	433,1
6	BPSK	1800	1069,5
7	QPSK	3600	2199,5
8	PSK8	5400	3304,5
9	QAM16	7200	4407,5
10	QAM32	9000	5512,5

Die Kompression ist wieder die gleiche wie bei PACTOR-2 und 3

→ Brutto-Bitrate von 13000 Bit / Sekunde Text

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

Die Vorteile von PACTOR

Wesentlich höhere Übertragungsraten

Höhere Störnempfindlichkeit gegenüber
WINMOR

Enorme Vorteile in Notsituationen

Nachteil

Teurer Controller

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

PACTOR vs. WINMOR

Für nicht sicherheitsrelevante Übertragungen
wie z. B. im Urlaub ist WINMOR völlig
ausreichend

Wenn es wirklich auf die sichere und schnelle
Übertragung ankommt würde ich auf jeden Fall
PACTOR empfehlen

Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

Danke für eure Aufmerksamkeit
Noch Fragen?