

# 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 fehler-  
frei zu sein  $\rightarrow$  Geringe Nutzdatenrate

# Datenübertragung im Amateurfunk

Aus dem Betrachtungswinkel des Notfunk

Modulations- verfahren	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

Modulations- verfahren	Symbol- rate	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 Übertragungsrate

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	Modulations- verfahren	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 Störunempfindlichkeit 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?