

# Technische Vorgaben und theoretische Grenzen

## Zitat Amsat:

- \* Not stronger than the Beacon
- \* No FM mode
- \* Nomodulation exceeding max. 2700 Hz BW
- \* No digital FM modes like C4FM, DSTAR...
- \* No transmission below the Lower Beacon
- \* No transmission above the Upper Beacon
- \* Excessive signals might trigger LEILA warnings
- \* Full-Duplex operation is mandatory
- \* Remote operation over Internet is undesirable

## AMSAT QO-100 / P4A NB Transponder Bandplan



Uplink		Downlink		Available [MHz]	Comment
Start [MHz]	End [MHz]	Start [MHz]	End [MHz]		
		10489,500	10489,505	0,005	Lower Beacon 10489,500 MHz, CW F1A, + guard band
2400,005	2400,040	10489,505	10489,540	0,035	CW only
2400,040	2400,080	10489,540	10489,580	0,040	digimodes (500 Hz max. BW)
2400,080	2400,150	10489,580	10489,650	0,070	digimodes (2700 Hz max. BW)
2400,150	2400,245	10489,650	10489,745	0,095	SSB only (2700 Hz max. BW)
		10489,745	10489,755	0,010	Middle Beacon 10489,750 MHz, 400 Bit/s BPSK + guard band
2400,255	2400,350	10489,755	10489,850	0,095	SSB only (2700 Hz max. BW)
2400,350	2400,495	10489,850	10489,995	0,145	mixed modes (2700 Hz max. BW) & special purpose
		10489,995	10490,000	0,005	Experimental Beacon 10490,000 MHz, CW and other modulations + guard Band

## Realisierung in HS-Modem

Es gilt es zwei Grenzwerte einzuhalten, welche beim Betrieb über auf QO-100 vorgeschrieben sind: die maximale Bandbreite ist 2,7kHz und das maximale Signal darf den Bakenpegel nicht übersteigen. Aus diesen zwei Werten ergibt sich ein Fenster für die maximal erreichbare Übertragungsgeschwindigkeit digitaler Daten.

Laut Shannon-Hartley-Gesetz bestimmt die Bandbreite die maximale Zahl an Symbolen pro Zeiteinheit. Shannon definiert zunächst nicht, wie viele Bit in einem Symbol verpackt sind. Da die

Symbolrate diese physikalische Grenze hat, muss man, um die Übertragungsgeschwindigkeit zu erhöhen, die Anzahl der Bits/Symbol erhöhen. Dazu gibt es viele Möglichkeiten. Bei einer Phasenmodulation kann man z.B. die Phase mehr oder weniger stark verändern. Jeder Phasenlage entspricht dann ein Bit. An dieser Stelle greift die zweite QO-100-Regel „kein Signal stärker als die Bake“. Diese Regel gibt ein maximales Signal-Rauschverhältnis vor. Rauschen führt dazu, dass die Punkte im Konstellationsdiagramm zu „Wolken“ aufgebläht werden.

Wenn man zu viele Phasenzustände nutzt, wird es dem Empfänger bei zunehmendem Rauschen schließlich unmöglich, einzelne Symbole zuverlässig zu unterscheiden (Bilder 2a-2c). Da bei der Übertragung über QO-100 praktisch keine Störungen, sondern nur weißes Rauschen (AWGN) das Signal beeinflusst, gilt für die maximal übertragbare Bitrate die folgende Formel:

max. Bitrate [bit/s] =  $B * \log(1+S/N) / \log(2)$ ,

mit B=Bandbreite und S/N=Signal-Rausch-Verhältnis.

Wir setzen eine maximal zulässige Bandbreite von 2700 Hz und ein S/N von 10, was einem Signal mit +10 dB über dem Rauschen entspricht, ein. Daraus ergibt sich eine theoretisch maximal erreichbare Bitrate von 9340 Bit/Sekunde. Natürlich könnte man auch mit einem höheren SNR rechnen, aber wir wollen im Satellitenbetrieb mit geringen Leistungen arbeiten und müssen auch Stationen mit kleinen Parabolspiegeln berücksichtigen.

Eine detaillierte Erklärung dieser Zusammenhänge findet man [hier](#).

From:

<https://wiki.amsat-dl.org/> - **Satellite Wiki**

Permanent link:

<https://wiki.amsat-dl.org/doku.php?id=de:hsmodem:techvorgaben>

Last update: **2021/03/28 19:08**

