$$|f| \le \frac{1}{2 \cdot T}$$

begrenzt ist, erfüllt hingegen das erste Nyquist-Kriterium. Wir folgern daraus, dass die Frequenz

$$f_N = \frac{1}{2 \cdot T}$$

gerade die (theoretische) Grenzfrequenz darstellt, die für eine Übertragung ohne Intersymbolinterferenz notwendig ist. Sie wird Nyquistbandbreite genannt.

Aus diesen Überlegungen folgt eine fundamentale Beziehung der digitalen Nachrichtentechnik.

Bedingung für intersymbolfreie Übertragung

Ist die Übertragungsfunktion H(f) eines Systems auf den Frequenzbereich $|f| \le f_g$ begrenzt, so muss die Symbolrate R = 1/T die Bedingung

$$R = \frac{1}{T} \le 2 \cdot f_g$$

erfüllen, damit eine Übertragung ohne Intersymbolinterferenz realisierbar ist.

Die maximal mögliche Symbolrate

$$R_N = 2 \cdot f_g$$

wird als Nyquistrate bezeichnet. Sie kann in der Praxis nicht erreicht werden.

19.4 Zweites Nyquist-Kriterium

Bei der Rückgewinnung des Symboltaktes spielen die Werte der Impulsform zu den Zeitpunkten ±1.5·T, ±2.5·T, ±3.5·T, usw. eine entscheidende Rolle. Im zweiten Nyquist-Kriterium wird deshalb verlangt, dass h(t) zu diesen Zeiten verschwindet.

Werden zweiwertige Symbole $b_n \in \{-1, +1\}$ mit Impulsen übertragen, welche das zweite Nyquist-Kriterium erfüllen, so kann das Signal zu den Zeiten $n \cdot T \pm T/2$ nur drei mögliche Werte annehmen

$$y\left(n \cdot T \pm \frac{T}{2}\right) = \begin{cases} 2 \cdot h\left(\frac{T}{2}\right) & b_n = b_{n+1} = 1 \\ 0 & b_n = -b_{n+1} \\ -2 \cdot h\left(\frac{T}{2}\right) & b_n = b_{n+1} = -1 \end{cases} .$$

Bei einem Wechsel des Symbols entsteht somit immer eine Flanke, deren Nulldurchgang genau um ± T/2 gegenüber dem Abtastzeitpunkt verschoben ist.