2.3 Mobilfunkkanäle

2.3.1 Theoretische Grundlagen

Ergänzend zu den im vorigen Abschnitt eingeführten Mehrwegekanälen sind Mobilfunkkanäle typischerweise zeitvariante Kanäle. Dies liegt in erster Linie daran, daß sich der mobile Teilnehmer im Netz relativ zum Sender bewegt und dadurch Dopplereffekte auftreten. Unter der Annahme einer endlichen Anzahl am Empfänger eintreffender Signalanteile lautet die Impulsantwort

$$h(\tau, t) = \sum_{\nu=0}^{n-1} h_\nu(t) \cdot \delta_0(\tau - \tau_\nu) \ , \tag{2.3.1}$$

wobei t der Meßzeitpunkt und $\tau = t - t'$ die Differenz zwischen t und dem Sendezeitpunkt t', also die Echolaufzeit, ist. Die komplexe Einhüllende eines unmodulierten Signals $u(t) = u_0$ hat nach der Übertragung die Form

$$s_0(t) = u_0 \cdot \sum_{\nu=0}^{n-1} h_\nu(t) \ . \tag{2.3.2}$$

Für sehr viele einfallende, statistisch unabhängige Echos sind Real- und Imaginärteil von $s_0(t)$ aufgrund des zentralen Grenzwertsatzes näherungsweise gaußverteilt. Weiterhin können sie als statistisch unabhängig angesehen werden. Besteht keine direkte Sichtverbindung zwischen Sender und Empfänger, so ist der Betrag von $s_0(t)$ Rayleigh-verteilt

$$p_{|s_0(t)|}(x) = \begin{cases} 2x/\sigma_s^2 \cdot \exp(-x^2/\sigma_s^2) & x \geq 0 \\ 0 & \text{sonst} \ . \end{cases} \tag{2.3.3}$$

Durch diese Rayleigh-Verteilung weist $s_0(t)$ starke Betragsschwankungen auf, die als Signalschwund bzw. *Fading* bezeichnet werden. Die Phase ist hingegen im Intervall $[-\pi, \ \pi]$ gleichverteilt.

Existiert eine direkte Sichtverbindung (*line of sight*), so unterliegt $|s_0(t)|$ einer Rice-Verteilung

$$p_{|s_0(t)|}(x) = \begin{cases} 2x/\sigma_s^2 \cdot \exp(-(x^2/\sigma_s^2 + c)) \cdot I_0(2x\sqrt{c}/\sigma_s) & x \geq 0 \\ 0 & \text{sonst} \ , \end{cases} \tag{2.3.4}$$

wobei $I_0()$ die modifizierte Besselfunktion erster Art und nullter Ordnung darstellt. Der Rice-Faktor c gibt das Leistungsverhältnis zwischen der direkten und den gestreuten Komponenten an.