

Vortrag auf der ITG-Fachtagung am 18.04.1997 in Mainz

Titel: Schutzabstandsbestimmung für im Spektrum benachbarte Mobilfunksysteme
Verfasser: Dipl.-Ing. Matthias Lott
Dipl.-Ing. Markus Scheibenbogen
Prof. Dr.-Ing. B. Walke
Vortragender: Dipl.-Ing. Matthias Lott

Kurzfassung

Bei der Vergabe von Frequenzen für Funkssysteme muß der gleichzeitige, störungsfreie Betrieb von Mobilfunksystemen, die in benachbarten Frequenzbereichen betrieben werden, gewährleistet sein. Dabei kommt es aus frequenzökonomischer Sicht darauf an, die notwendigen Schutzabstände zwischen koexistierenden Systemen zu minimieren ohne die Dienstgüte der Systeme zu gefährden. Die bei gegebenem Schutzabstand wechselseitige Störung von Mobilfunksystemen erzwingt jedoch in den Zellen, welche die betroffenen Frequenzkanäle benutzen, die Beschaltung mit mehr FDMA/TDMA-Kanälen als es dem Verkehrswert ($\text{Erlang}/\text{km}^2$) der Zellen entspräche, um die angestrebte Dienstgüte zu erreichen. In Hinsicht auf effiziente Vergabe von Frequenzspektrum an Mobilfunkbetreiber müssen daher die Eigenschaften der geplanten bzw. schon existierenden Mobilfunksysteme beachtet werden.

Besonders berücksichtigt werden müssen dabei die Störleistungen, die durch den gleichzeitigen Betrieb der Systeme hervorgerufen werden und von der gesendeten Leistung, der Funkfelddämpfung und von der gewählten Frequenz abhängen. Die Auswirkungen dieser Störungen hängen stark von der Störfrequenz, von der Nutzfrequenz des gestörten Systems und von dem Empfänger, insbesondere seiner Filtercharakteristik ab. Berücksichtigt werden müssen bei der Beurteilung des Einflusses der Störungen auf den Empfänger die verwendeten Modulationsverfahren von störendem und gestörtem System. Intermodulationsprodukte sowie Störsignale durch Signalflanken benachbarter sowie desselben Systems, die um die Funkfelddämpfung geschwächt werden und in das Nutzfrequenzband des zu untersuchenden Systems fallen, müssen erfaßt und die Einflüsse abgeschätzt werden.

Am Beispiel der Systeme TETRA (Trans European Trunked Radio), GSM (Global System for Mobile Communications) und dem GSM der UIC (Union Internationale des Chemins de Fer) werden die Störeinflüsse durch koexistierende Mobilfunksysteme exemplarisch dargestellt. Die sich aus den Störsignalen ergebenden Träger-zu-Interferenzleistungenverhältnisse (C/I) am Empfänger, seien es Gleichkanalinterferenzen (I_c) oder Nachbarkanalinterferenzen (I_a), wurden berechnet und mit Referenzwerten verglichen (GSM Rec. 05.05). Gemäß verschiedener untersuchter Störszenarien wird die Auswirkung von GSM/UIC-Sendern auf TETRA-Empfänger und TETRA-Sendern auf GSM/UIC-Empfänger dargestellt.

Dazu wurden analytische Modellrechnungen und realitätsnahe stochastische Simulationen durchgeführt. Der für diesen Zweck am Lehrstuhl für Kommunikationsnetze entwickelte Simulator ist durch seinen modularen Aufbau charakterisiert und auf andere Mobilfunksysteme erweiterbar.

Die zugelassenen Störaussendungen sowie Filtercharakteristiken der Sender und Empfänger lt. Standard wurden durch Maskenmodelle nachgebildet. Alle wesentlichen Parameter (geometrische Abstände, Schutzband, Versorgungsradius, usw.) wurden berücksichtigt. Die geometrische Abstandsverhältnisse zwischen gestörtem Empfänger und Störer sowie zwischen Sender und Empfänger wurden mit Wahrscheinlichkeitswerten berechnet. Die Pfadverluste wurden mit Hilfe von Ausbreitungsmodellen berechnet, welche entfernungsabhängig ausgewählt wurden. Um auf das erforderliche Schutzband zu schließen, wurde die Wahrscheinlichkeit für das Unterschreiten des geforderten C/I-Verhältnisses simulativ ermittelt. Eine Validierung der Ergebnisse, die durch Simulation erzeugt wurden, erfolgte anhand von analytisch bestimmten Referenzwerten.

Die Simulationen lassen den Schluß zu, daß auch sehr große Schutzbänder (im MHz Bereich) nicht verhindern, daß ein gestörtes System unter ungünstigen Bedingungen nicht funktioniert. Die Anzahl der Störer pro km^2 hat dabei einen starken Einfluß auf den erforderlichen Schutzabstand. Eine strengere Definition der Masken würde jedoch die Störsituationen verbessern. Auch durch Intrazell-Handover könnten kritische Störsituationen umgangen werden. Vermutlich kann bei praktisch unverminderter Kapazität der Systeme ein geringerer Schutzabstand durch Frequenz-Handover erzielt werden. Der Betrag der Kapazitätseinbuße durch Fremdsysteme bei gegebenem Schutzband läßt sich simulativ ermitteln, wenn zusätzlich die Protokolle für die Kanalvergabe, Leistungssteuerung und Handoversteuerung nachgebildet werden. Weiterführende Untersuchungen werden die Integration der Protokolle in den bestehenden Simulator beinhalten.