

Verträglichkeit zwischen DRM+ und FM

Friederike Maier, Albert Waal,
Institut für Kommunikationstechnik, Leibniz Universität Hannover

7.November 2008

1 Einleitung

Zum testen des nötigen Frequenzabstandes unter Berücksichtigung der relativen Leistung des DRM+ und FM-Signals im Hybridmode wurden Laboruntersuchungen am Institut für Kommunikationstechnik der Universität Hannover durchgeführt.

Mithilfe des Schutzabstandes oder Protection Ratio (PR) läßt sich der Störeinfluss von DRM+ auf den FM-Empfang darstellen. Die PR bezeichnet den benötigten HF-Leistungsabstand des FM-Empfangssignals zum empfangenen DRM+ Störsignal in dB (Schutzabstand), welcher zu einem Audio SNR von 50 dB (in Anlehnung an die Empfehlung ITU-R BS.641) des demodulierten Nutzsignals führt. Dabei muss das FM-Signal ohne Störsignal eine Audio SNR größer als 56 dB haben.

Bei geringen Frequenzabständen des DRM+-Signals zum FM-Empfangssignal ist der Söreinfluss auf das FM-demodulierte Signal nach [3] vergleichbar mit dem Störeinfluss, verursacht durch ein empfangenes FM-Störsignal.

Simulationen in [3], und Messungen von der BBC und T-Systems, die in [1] verglichen werden und der FH Kaiserslautern in [2], zeigen, dass für FM gestört durch DRM+ grössere Schutzabstände benötigt werden, als bei Störung mit FM. Als Verursacher wurde der höhere Crestfaktor durch die nichtkonstante Einhüllende des DRM+ Signals ausgemacht. Festgestellt wurde außerdem eine grosse Abhängigkeit des Audio-SNRs von den verwendeten Empfängern und von der jeweiligen Eingangsleistung, die hier nicht berücksichtigt wurde.

Als FM-Audio Signal wurden hier Sprachaufnahmen, Stille und ein Musikstück verwendet, da das subjektive empfinden untersucht werden sollte (angelehnt an Rec. ITU-R BS.1284-1).

2 Messaufbau

Zum testen des benötigten Frequenzabstandes zwischen FM und DRM+ wurde der Aufbau nach Abb. 1 realisiert.

Das Ausgangssignal des DRM+ Modulators wird verstärkt, gefiltert und durchläuft einen 40 dB Richtkoppler, von dem ein Testsignal abgegriffen werden kann. Gleichzeitig wird ein FM-Stereo-Signal mit einem Transradio 100W FM Transmitter T3270 erzeugt und das DRM+ Signal auf dieses mithilfe eine 10 dB Kopplers (RVR IJECT12K10A) eingekoppelt. Die offenen Ausgänge des Kopplers wurden mit Dummys abgeschlossen. Das Ausgangssignal wurde mit einem Spektrumanalyser aufgezeichnet und das FM-Signal von einem Sony STR-GX 415 demoduliert und über eine Edirol FA-101 Soundkarte mit dem Open Source Schnittprogramm Audacity aufgenommen (herunterladbar für Linux, Windows und MAC unter www.audacity.de).

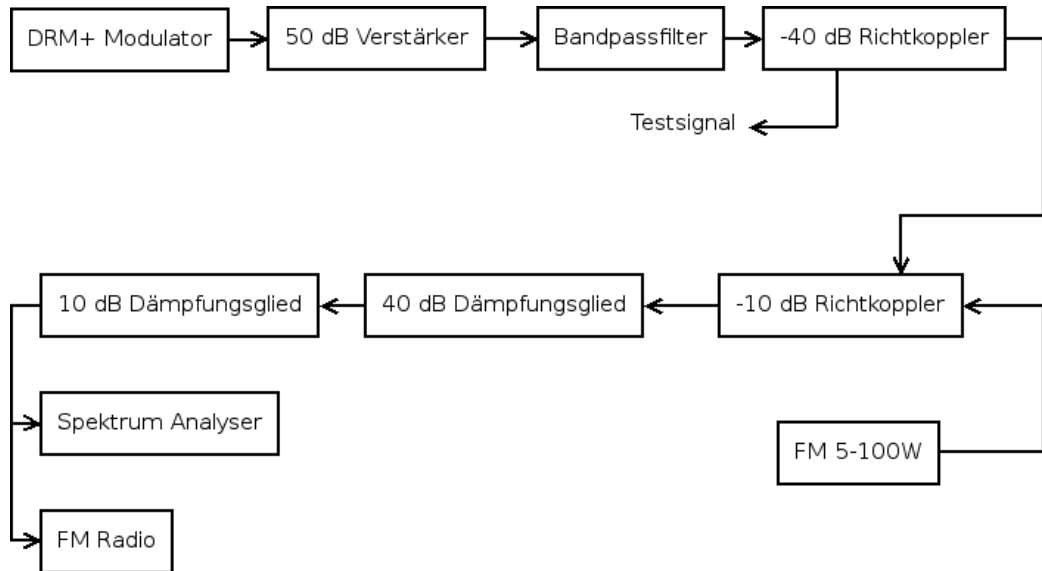


Abbildung 1: Blockschaltbild des Simulationsaufbaus

Abbildung 2 zeigt schematisch die nebeneinanderliegenden DRM+ und FM-Signale. Der Frequenzabstand Δf bezeichnet den Abstand der Mittenfrequenzen der beiden Signale, ΔP die Differenz der HF-Leistungen bzw. den Schutzabstand.

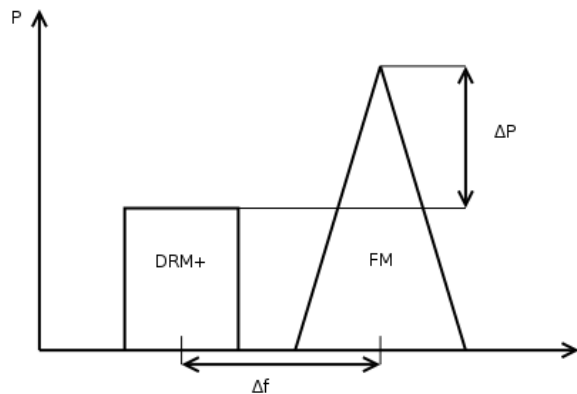


Abbildung 2: FM und DRM+ im Hybridmode

3 Messungen

Das FM-Audio-Signal wurde zuerst ohne Störer, anschliessend mit dem DRM+ Signal als Störer im Abstand von 200 kHz, 150 kHz und 100 kHz aufgezeichnet. Abbildungen 3 - 5 zeigen die Spektren in verschiedenen Abständen des FM-Signals zu dem DRM+ Signal, wobei sich die Spektren bei einem Frequenzabstand von 100 kHz so sehr überlappen, dass mit erheblichen Störungen zu rechnen ist.

Desweiteren wurde die FM Leistung variiert, so dass der Unterschied zwischen FM- und DRM+ Leistung ΔP zwischen 11 und 26 dB liegt. Die Abbildungen 8-11 zeigen Aufnahmen des Audiosignals. In der ersten Spur ist jeweils das FM-Audiosignal, bestehend aus einer Sprachaufnahme, Stille und

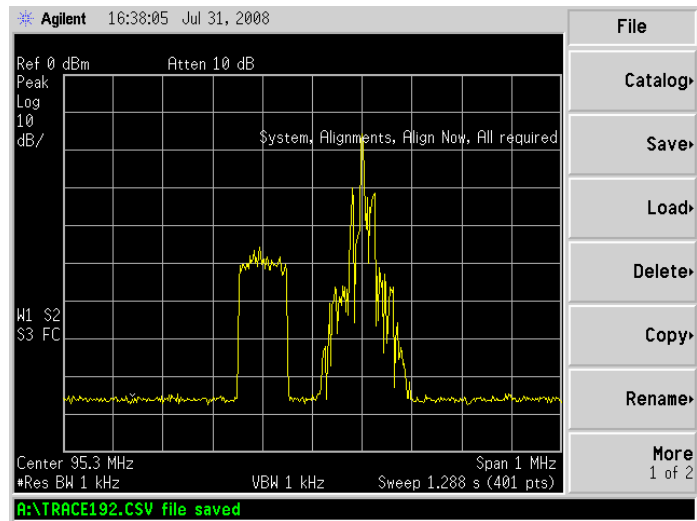


Abbildung 3: FM und DRM+ Signal im Abstand von 200 kHz bei $\Delta P = 20 \text{ dB}$

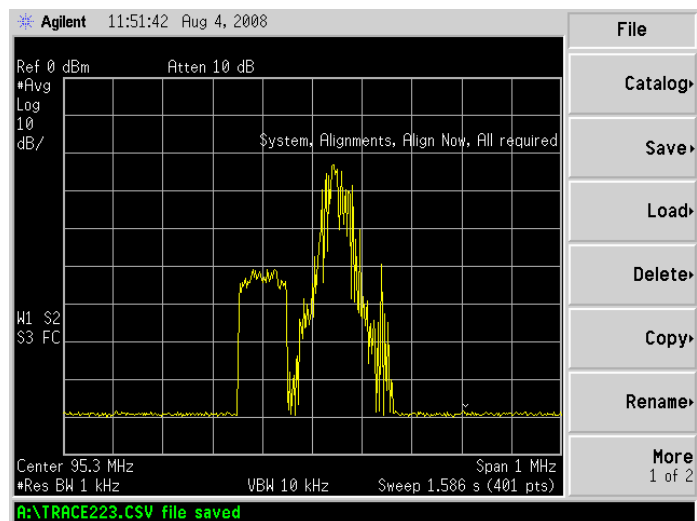


Abbildung 4: FM und DRM+ Signal im Abstand von 150 kHz bei $\Delta P = 23 \text{ dB}$

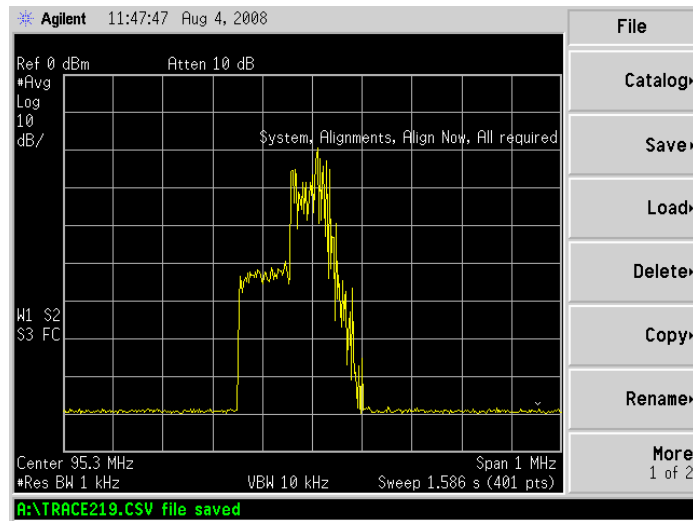


Abbildung 5: FM und DRM+ Signal im Abstand von 100 kHz $\Delta P = 26 \text{ dB}$

einem Stück Musik ohne störendes DRM+ Signal, in der zweiten Spur mit DRM+ Signal im Abstand von 200 kHz, in der dritten im Abstand von 150 kHz und in der vierten Spur im Abstand von 100 kHz. Das während der Stille besonders hervortretende, durch das DRM+ Signal erzeugte Rauschen wurde für einige Sekunden um 30 dB verstärkt, wodurch es sichtbar wird.

Hierbei zeigt sich, dass für einen Frequenzabstand von 100 kHz bei allen getesteten Schutzabständen erhebliche Störungen auftreten. Für einen Frequenzabstand von 150 kHz hängen die Störungen schon stark von der relativen Leistung ab. Während sie bei $\Delta P = 26 \text{ dB}$ kaum wahrnehmbar sind ist das Rauschen bei $\Delta P = 20 \text{ dB}$ mit einem Kopfhörer (Beyerdynamic DT 770 PRO) bei leisen Passagen des Audiosignals leicht zu hören. Die Erhöhung des Abstandes auf 200 kHz macht keinen Unterschied, was an der Nichtlinearität der Basisbandfilter des DRM+ Senders liegen kann. Bei $\Delta P = 17 \text{ dB}$ sind die Störungen bei Sprachsignalen schon deutlicher zu hören und ab $\Delta P = 14 \text{ dB}$ sind sie auch über der übertragenen Musik wahrnehmbar.

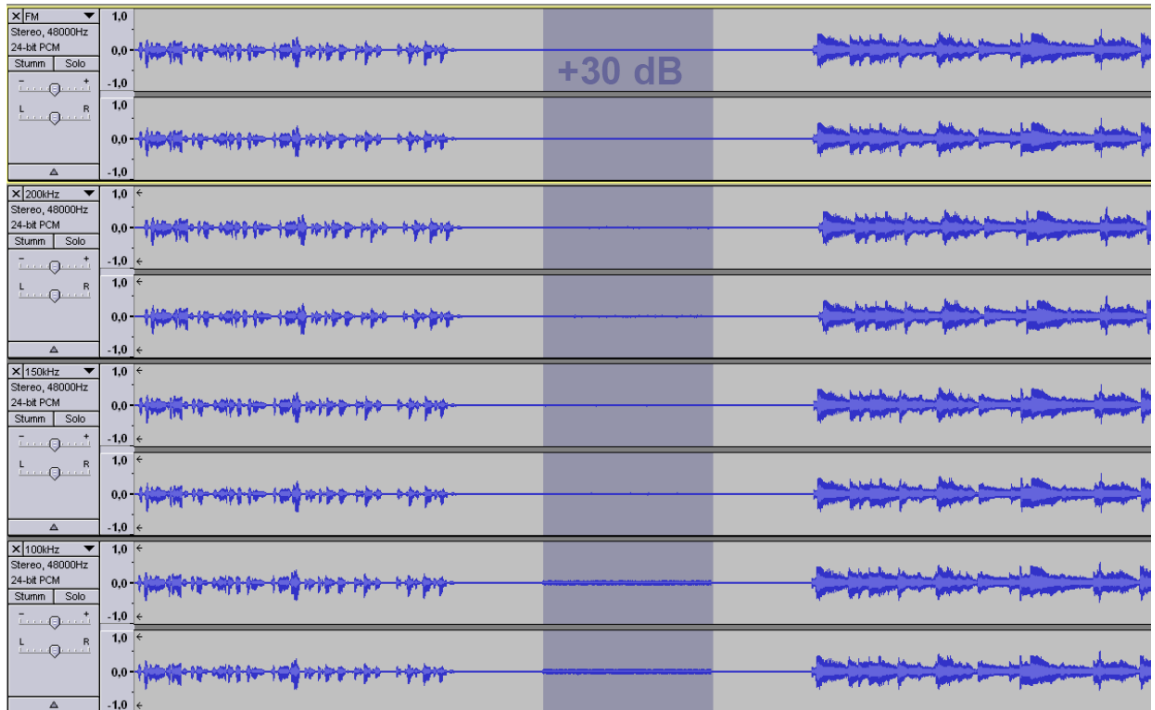


Abbildung 6: FM-Audio Signal bei $\Delta P = 26 \text{ dB}$



Abbildung 7: FM-Audio Signal bei $\Delta P = 23 \text{ dB}$



Abbildung 8: FM-Audio Signal bei $\Delta P = 20 \text{ dB}$

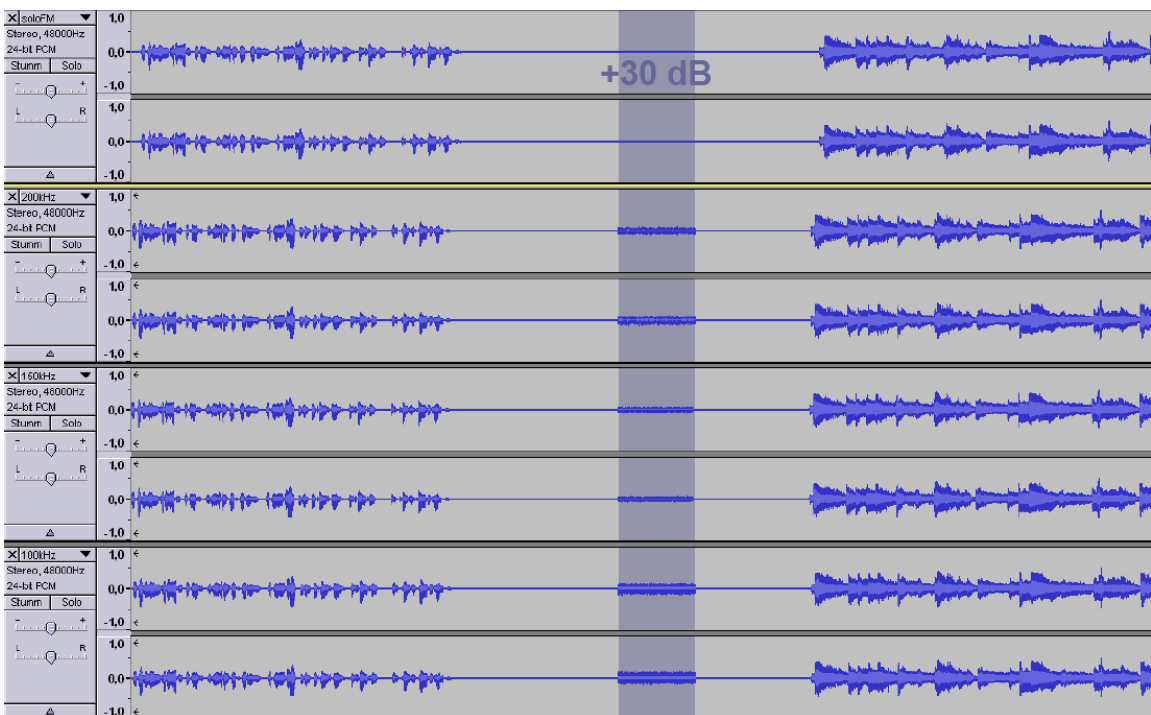


Abbildung 9: FM-Audio Signal bei $\Delta P = 17 \text{ dB}$

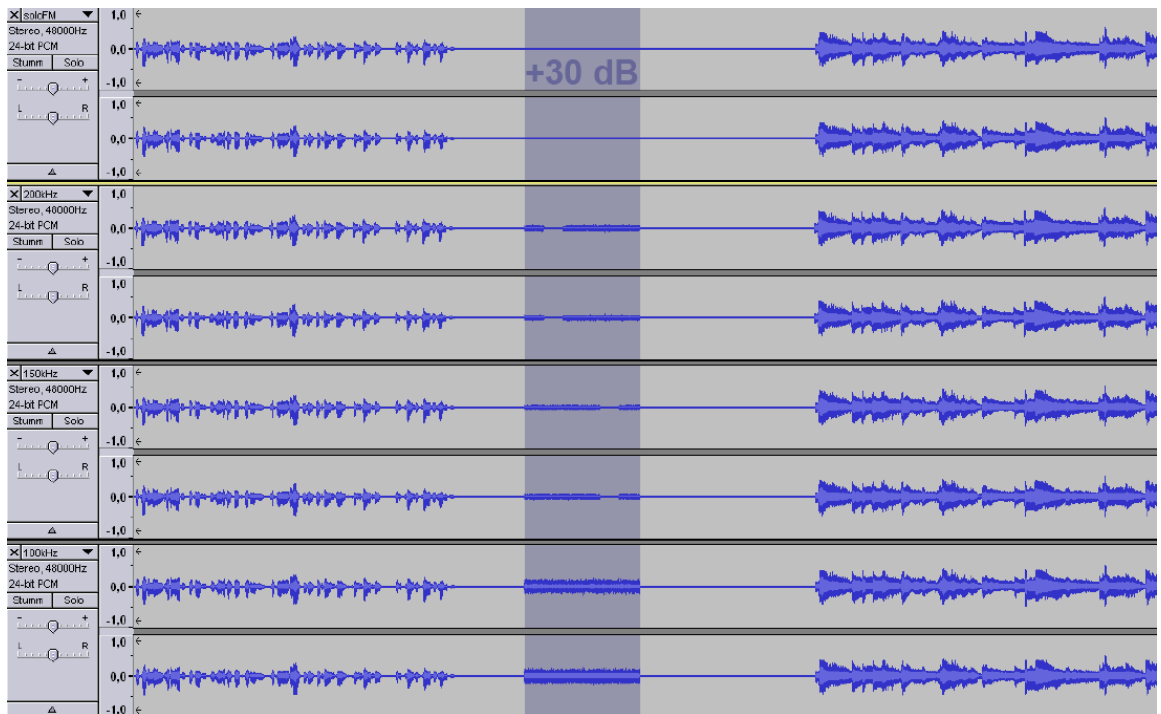


Abbildung 10: FM-Audio Signal bei $\Delta P = 14 \text{ dB}$

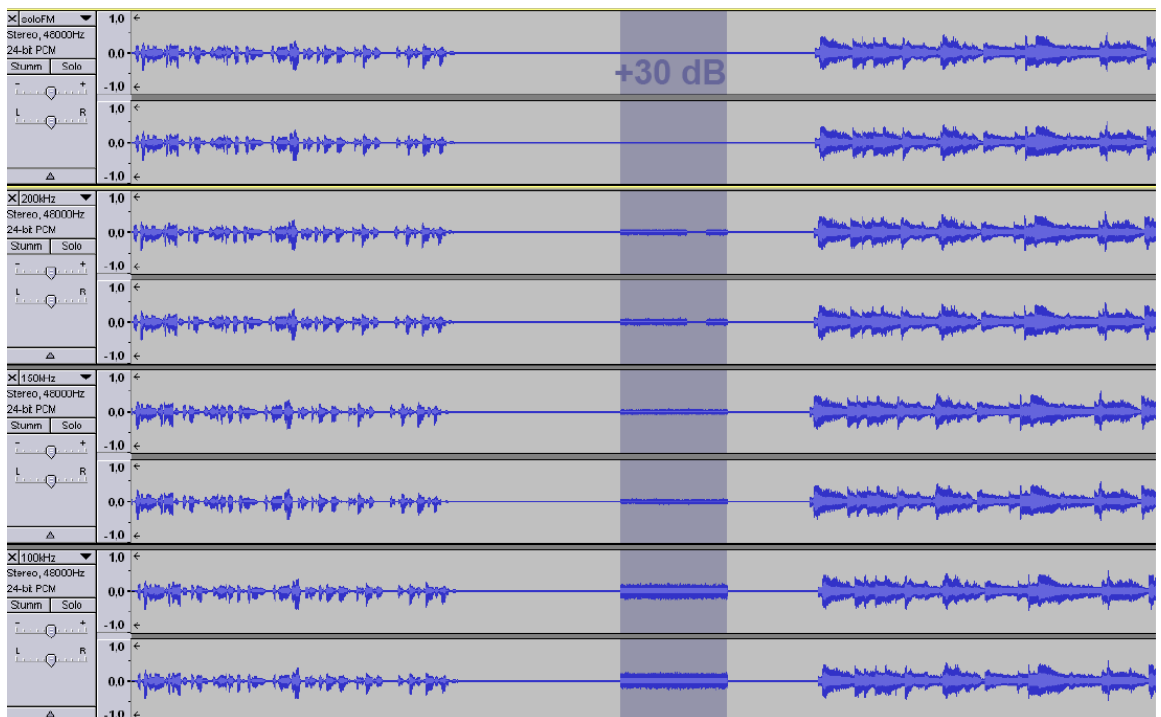


Abbildung 11: FM-Audio Signal bei $\Delta P = 11 \text{ dB}$

4 Analyse des Audio-SNR

Eine Analyse des Audio SNR der übertragenen Musik ist in der folgenden Tabelle abgebildet:

Audio SNR [dB]			
DRM+ switched off	57.1886		
	Distance FM-DRM+		
Protection ratio	200 kHz	150 kHz	100 kHz
26 dB	54.3358	54.9064	46.0478
23 dB	52.7196	53.5398	43.2225
20 dB	50.6859	51.3290	41.5168
17 dB	42.8846	45.6501	38.0204
14 dB	46.1976	47.0369	36.3422
11 dB	45.6885	46.6148	36.1325

Die SNR-Werte der durchgeführten Messungen sind niedriger als die in [3] simulierten und teilweise der in [1] und [2] gemessenen für die jeweiligen Schutzabstände, jedoch auch nicht direkt vergleichbar, da hier ein Musiksignal verwendet wurde und ansonsten Sinussignale. Gleichzeitig wurden die jeweiligen Eingangsfeldstärken am FM-Empfänger nicht aufgezeichnet, was auch zu dem Einbruch des SNR bei einem PR von 17 dB geführt haben kann.

5 Ergebnisse

Das DRM+ Störsignal ist ab einem Abstand von 150 kHz zwischen DRM+ und FM-Signal mit einer um 23 dB höheren Leistung des FM-Signals mit einem Kopfhörer subjektiv im FM-Audiosignal nicht hörbar. Die Analyse des Audio-SNR des Musikstückes zeigt, dass das Audio-SNR ab einem Schutzabstand von 20 dB und einem Frequenzabstand von 150 kHz grösser als 50 dB ist.

Literatur

- [1] R. Poole. *DRM Transmissions on VHF: A Further Look at Protection of FM Services*. DRM Document TC_CM343, 2006.
- [2] F. Schad. *Protection Ratio Measurement: DRM+ into FM*. DRM Document TC_CM381, 2007.
- [3] C. Skupin. *Untersuchungen zur Beeinflussung des FM Rundfunks durch DRM+*. Diplomarbeit, Leibniz Universität Hannover, 2007.