

DRM und DRM+: Digitaler Hörfunk der Zukunft

PROF. DR.-ING. ANDREAS STEIL, PROF. DR.-ING. MARTIN KREUTZER

„Digital Radio Mondiale“ (DRM) hat mit seiner exzellenten Audioqualität das Potential, die klassischen Hörfunkbänder KW, MW und LW wiederzubeleben. Da sich DRM sehr gut als Anschauungsobjekt für die Lehre eignet, wurde im Labor für Nachrichtentechnik/Hochfrequenztechnik des Fachbereichs Angewandte Ingenieurwissenschaften eine komplette DRM Übertragungsstrecke aufgebaut.

Die ursprünglich geplante Ablösung des klassischen UKW Hörfunks durch DAB (Digital Audio Broadcasting) ist mehr als fraglich, so dass hierfür Alternativen gesucht werden. In einer theoretischen Studie konnte die FH zeigen, dass ein auf DRM aufbauendes System eine solche Alternative sein kann. Um diese theoretische Erkenntnis zu verifizieren, soll nun ein Versuchssystem aufgebaut und in Betrieb genommen werden.

Von DRM zu DRM+

In den klassischen Hörfunkbändern unter 30 MHz – bekannt als Langwelle (LW), Mittelwelle (MW) und Kurzwelle (KW) – wird traditionell als Übertragungsverfahren die analoge Amplitudenmodulation (AM) eingesetzt. Dieses Verfahren liefert jedoch keine zeitgemäße Audioqualität. Im Jahre 2003 wurde der offene Standard DRM (Digital Radio Mondiale) [1] weltweit verabschiedet, der speziell für die Übertragung in diesen Hörfunkbändern ausgelegt ist. DRM basiert auf dem modernen digitalen Übertragungsverfahren OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex), welches heute in vielen Bereichen zum Einsatz kommt, z.B. im Digital Audio Broadcasting (DAB) oder bei DSL. Gemäß dem Prinzip des OFDM werden alle Daten für die Übertragung auf eine große Anzahl von – in der Frequenz „dicht“ nebeneinander liegenden – Trägern, den sog. Subträgern, verteilt, die alle innerhalb der Bandbreite des zugewiesenen Übertragungskanals liegen. DRM ist dabei so ausgelegt, dass es in die existierenden AM-Übertragungskanäle (9 kHz oder 10 kHz) „hineinpasst“, so dass eine sanfte Migration von AM zu DRM möglich wird, ein äußerst wichtiger Aspekt. Die Audioqualität der DRM-Übertragung ist aufgrund moderner Audiocodierungsverfahren exzellent, die Verbesserung gegenüber einer analogen AM-Übertragung ist eindrucksvoll hörbar. DRM bietet auch die Möglichkeit, in die

bis zu 4 gleichzeitig übertragbaren Audioströme generisch Text- und Datendienste zu integrieren. Dieser zusätzliche Inhalt kann auf DRM-Empfängern zur Anzeige gebracht, von Anwendungen ausgewertet werden oder letztere steuern. Derzeit werden weltweit bereits eine Reihe von DRM-Sendern betrieben, siehe hierzu [1]. In Deutschland spielt die Deutsche Welle diesbezüglich eine Vorreiterrolle, weil sie ihr Programm seit 2003 rund um die Uhr auch im DRM-Standard abstrahlt. Für die Hörer werden demnächst erstmals Empfänger für unter 200 € zur Verfügung stehen, die sowohl multiband- als auch multistandardfähig sind. Mit diesen Geräten kann dann eine Sendung im DRM-Standard auf KW ebenso gehört werden wie eine „konventionelle“ Sendung im Ultrakurzwelle-(UKW)-Band.

In Deutschland ist es erklärtes politisches Ziel, auch im UKW-Bereich (87,5 MHz bis 108 MHz) die seit Jahrzehnten eingesetzte analoge Frequenzmodulation (FM) durch DAB abzulösen. Dieses Ziel wird aber wohl nicht mehr erreicht werden können: DAB wurde bisher vom deutschen Markt so gut wie noch nicht angenommen, insbesondere da die Endgeräteverfügbarkeit, die Versorgungssicherheit und die Programmvierfalt für den Radiohörer noch nicht ausreichend sind. Auch wenn sich DAB in den nächsten Jahren etablieren sollte, wird der Ersatz der analogen Sender im UKW-Bereich durch solche nach dem DAB-Standard

an der Notwendigkeit einer vollständigen Reorganisation scheitern: Der UKW-Bereich ist in Europa in ein 100 kHz-Raster unterteilt, so dass die Einplanung eines einzigen sog. DAB-Blocks, der eine Bandbreite von 1,5 MHz besitzt, die Umstellung mehrerer räumlich und in der Frequenz benachbarter UKW-Sender nach sich ziehen würde. Dies würde die Versorgung mehrerer UKW-Senderketten im In- und Ausland berühren und ist im nationalen Alleingang nicht durchsetzbar. Für eine solche UKW-Neuordnung würde eine aufwändige internationale Planungskonferenz erforderlich sein, was aber innerhalb der europäischen Staaten noch nicht einmal ansatzweise beraten, und somit keinesfalls in Sicht ist. Erschwerend kommt hinzu, dass die bekanntermaßen heterogenen und gewachsenen Hörfunkstrukturen in Deutschland gerade in ihrer lokalen und subregionalen Ausprägung mit DAB wirtschaftlich nicht darstellbar sind. Das DAB-System scheidet daher für eine verträgliche Migration mit einem Auslaufen des analogen FM-Hörfunks im UKW-Bereich grundsätzlich aus.

Eine mögliche Alternative zu DAB im UKW-Bereich wird derzeit vom internationalen DRM-Konsortium unter dem Arbeitstitel „DRM+“ erarbeitet. DRM+ steht für die Erweiterung des DRM-Standards auf Frequenzen bis 120 MHz [2], so dass dieser erweiterte Standard auch im UKW-Bereich weltweit eingesetzt werden kann. Ziel des DRM-Konsortiums ist es, bis 2009 die Erweiterung des Standards definiert und weltweit verabschiedet zu haben.

DRM-Aktivitäten in Kaiserslautern

Der DRM-Standard stellt ein in technischer Hinsicht hochmodernes Übertragungssystem dar, welches als Anschauungsobjekt für die Lehre sehr gut geeignet ist. Aus diesem Grund wurde bereits nach Verabschiedung und Veröffentlichung des Standards an der FH im Rahmen von Studien- und Diplomarbeiten eine einfache komplette DRM-Übertragungsstrecke im Labor für

Nachrichtentechnik/Hochfrequenztechnik des Fachbereichs Angewandte Ingenieurwissenschaften aufgebaut. In diesem Rahmen entstand zunächst insbesondere die PC-basierte echtzeitfähige DRM-Sender Software Spark [3], die den kompletten DRM-Standard senderseitig implementiert. Zur gleichen Zeit entstand an der TU Kaiserslautern, Lehrstuhl für Nachrichtentechnik, der echtzeitfähige MatLab-basierte Softwareempfänger Diorama [4]. Weder FH noch TU wussten von den jeweils anderen Aktivitäten.

Technische Machbarkeitsstudie zu DRM+

Aufgrund der oben beschriebenen Probleme bei der Einführung von DAB im UKW-Bereich liegt die Vermutung nahe, dass eine rasche und zielführende Migration des UKW-Bereichs von analoger nach digitaler Übertragung möglich sein könnte, wenn ein rasterkonformes System eingesetzt werden würde. Damit könnten einzelne UKW-Frequenzen in einer Umstellungsphase „digitalisiert“ werden, so wie es sich bereits für das digitale Fernsehen bewährt hat. Ein solches System muss zur erfolgreichen Ablösung des analogen Hörfunks mindestens eine Vergleichbarkeit der Strukturen und Reichweiten in der gewohnten UKW-Versorgung erzielen und dabei gleichzeitig für den Radiohörer neue Vorteile bieten. Ausgehend von diesem Grundverständnis wurde ab Frühjahr 2005 eine technische Untersuchung von der Fachhochschule Kaiserslautern im Auftrag der Technischen Kommission der Landesmedienanstalten (TKLM) unter Federführung der Landeszentrale für Medien und Kommunikation (LMK) durchgeführt. Ziel dieser Machbarkeitsstudie war es, anhand theoretischer Überlegungen zu klären, ob ein rasterkonformes, digitales Übertragungssystem auf DRM-Basis für den UKW-Bereich so ausgelegt werden kann, dass es den Ansprüchen des modernen Hörfunks gerecht wird. Die von der FH erarbeiteten Ergebnisse lassen sich wie folgt stichwortartig zusammenfassen [5],[6]:

- Übertragung von mindestens einem Hörfunkprogramm in sehr hoher technischer Qualität mit weiteren Zusatzdiensten
- Mobiler Empfang bis 300 km/h und guter Empfang innerhalb von Gebäuden

- Größere Reichweite im Vergleich zu den UKW-Sendernetzen
- Umsetzung von lokalen, regionalen und landes- bis bundesweiten sowie weiterer landesspezifischer Hörfunk-Versorgungsstrukturen
- Verträgliche rasterkonforme Einpassung in das UKW-Band ohne störende Auswirkungen auf analoge Sendernetze
- Frequenzökonomie durch Gleichwellenfähigkeit und geringere Sendeleistung als bei UKW/FM

Feldtest zu DRM+ in Kaiserslautern

Nachdem der Nachweis der prinzipiellen Machbarkeit zur Implementierung eines digitalen Übertragungsverfahrens auf DRM-Basis in das UKW-Band geführt wurde, sind neben regulatorischen und marktrelevanten Aspekten insbesondere noch viele weitere technische Fragestellungen zu beleuchten bzw. zu klären, bevor ein solches System in den Markt gebracht werden kann.

In technischer Hinsicht gilt es (unter anderem), die theoretischen Aussagen durch praktische Feldtests zu verifizieren. Dazu wurden Anfang 2006 auf der Basis der Ergebnisse der Machbarkeitsstudie geeignete Parameter für den Prototyp des Versuchssenders und -empfängers von FH und TU erarbeitet, und mit der Mo-

difikation von Spark zu Spark+ bzw. Diorama zu Diorama+ begonnen. Des Weiteren wurden gemeinsam Konzepte für den kompletten Versuchssender und -empfänger erarbeitet [7]. Damit diese Arbeiten auch in die Standardisierung von DRM+ einfließen können, sind sowohl die FH, die TU und die LMK zwischenzeitlich dem DRM-Konsortium beigetreten.

Stand der Arbeiten an der FH

Stellvertretend für die Aktivitäten von FH und TU zum Thema DRM/DRM+ sei hier das Konzept des an der FH derzeit im Aufbau befindlichen DRM+-Versuchssenders kurz vorgestellt. Dessen Blockschaltbild zeigt **Bild 1**; die einzelnen Blöcke sind der besseren Auffindbarkeit durchnummeriert. Eine fett gesetzte Nummer bedeutet, dass dieser Block bereits realisiert ist bzw. bereits vorliegt.

Zunächst wird das Eingangssignal (1), aus einer bis max. vier Audioquellen kommend, mit einer hochwertigen konventionellen Soundkarte (2) abgetastet. Die Abtastwerte werden von Spark+ (3) verarbeitet und über eine schnelle Datenerfassungskarte (4) in 2 Analogsignale, die sog. I/Q-Komponenten des analogen Basisbandsignals, gewandelt. Diese beiden Komponenten werden mit Tiefpässen (5) gefiltert, um die spektra-

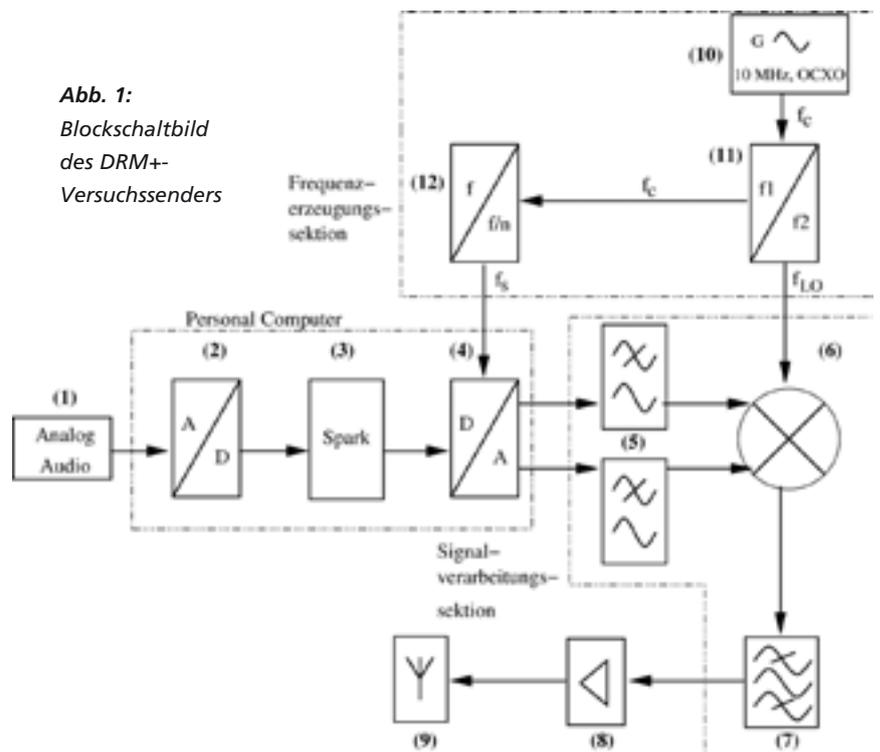


Abb. 1:
Blockschaltbild
des DRM+-
Versuchssenders

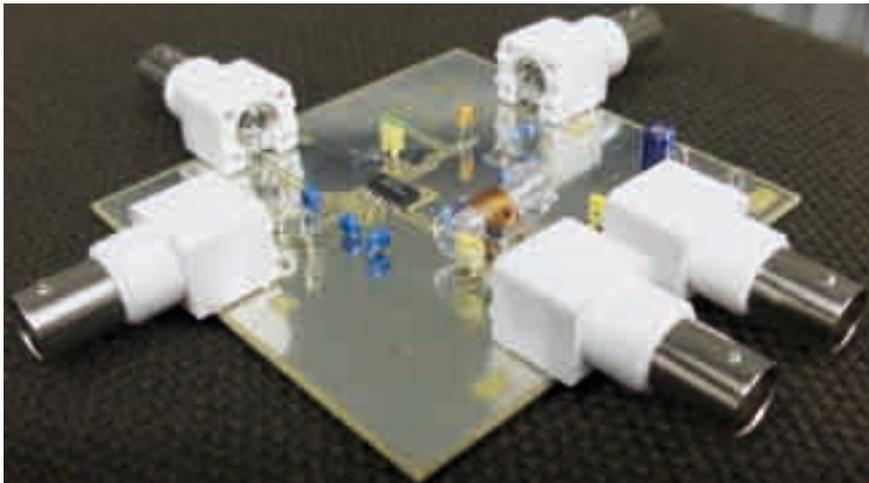


Bild 2: Platine des I/Q-Mischers. Im Zentrum der Baustein RF 2713, der in SMD-Technik ausgeführt ist. Die Luftspule ist Bestandteil des Anpassungsnetzwerks

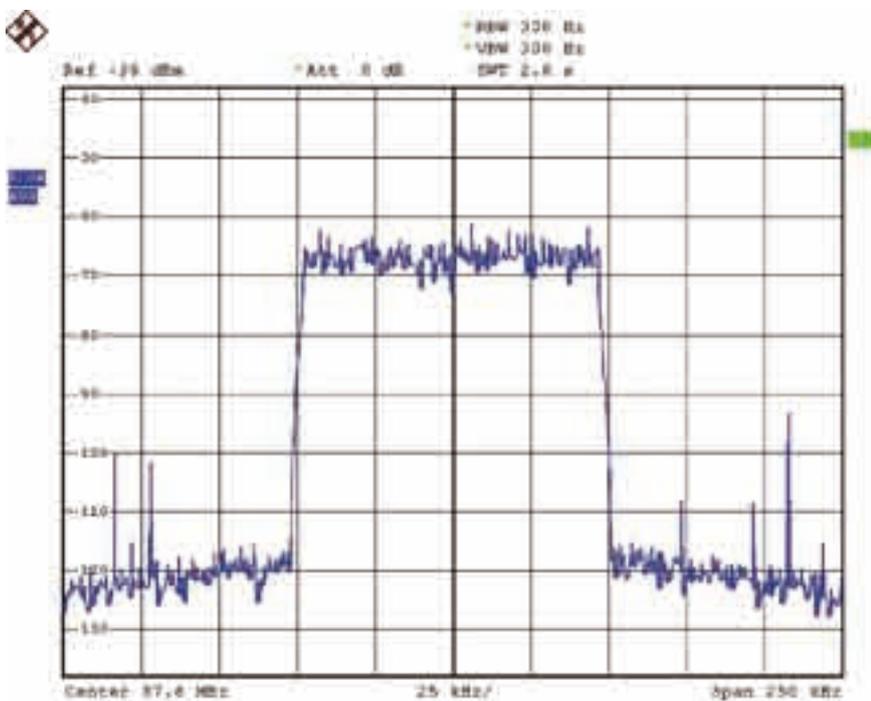


Bild 3: Gemessenes Leistungsdichtespektrum des DRM+Signals am Ausgang des I/Q-Mischers für eine Frequenz von 87,6 MHz. Das Spektrum zeigt den für OFDM typischen Verlauf. Die „Spitzen“ links und rechts sind Störungen, die vermutlich auf das Stromnetz zurückgehen

len Replika, die durch Analog-Digital-Wandlung entstehen, zu eliminieren. Um das Basisbandsignal auf die gewünschte Trägerfrequenz aufzusetzen, wird eine Direktmischung der I/Q-Komponenten durchgeführt (6). **Bild 2** zeigt die realisierte Mischerplatine, und **Bild 3** zeigt dessen gemessenes Ausgangssignal bei einer Trägerfrequenz von 86,7 MHz. Das Mischerausgangssignal muss wieder gefiltert werden (7), um die spektralen

Replika bei den Vielfachen der Trägerfrequenz zu unterdrücken. Ein einfaches passives LC-Filter soll hierzu verwendet werden, dessen Güte noch nicht festgelegt ist. Das so gefilterte Signal muss nun verstärkt werden (8). Die eingesetzten Verstärker müssen sehr linear sein, um Verzerrungen des OFDM-Signals möglichst gering zu halten. Das verstärkte OFDM-Signal wird über eine konventionelle UKW-Antenne (9) abgestrahlt.



DRM-Logo

Die Taktung der schnellen Wandlerkarte und die gewünschte Trägerfrequenz werden von einem hochstabilen 10 MHz-Referenzoszillator (12) abgeleitet. Dieses Referenzsignal speist sowohl den Oszillatorbaustein (11) als auch die Takteiler (10), die den Takt der schnellen Wandlerkarte bereitstellen.

Ausblick auf zukünftige Aktivitäten an FH und TU

Was die Arbeiten im Bereich DRM+ angeht, so sollen zunächst sowohl DRM+-Versuchssender als auch -empfänger aufgebaut, getestet und in Betrieb genommen werden. Als Versuchsfrequenz für die Feldtests wurde bei der BNetzA die Frequenz 87,6 MHz beantragt. Gemessen werden sollen u.a. die Übertragungsqualität, die Reichweite und die gegenseitige Verträglichkeit auf der Empfängerseite. Um realistische Aussagen über die gegenseitige Störwirkung DRM+ \Leftrightarrow FM im Empfangsfall zu erhalten, soll auf der gleichen Frequenz ein FM-Sender an der TU aufgebaut und in Betrieb genommen werden. Diese gegenseitige Störwirkung soll auch im Labor unter festen Randbedingungen in Anlehnung an Messvorschriften, die für FM-Empfänger existierenden, bestimmt werden. Die erhaltenen Resultate sollen dem DRM-Konsortium zur Verfügung gestellt werden.

Im Bereich DRM wird derzeit überlegt, ob ein Projekt „Campus-Radio KL“ angegangen werden könnte. Da die Sendersoftware Spark die Möglichkeit bietet, über ein standardisiertes Interface das Programm auch über Internet zu verteilen, könnte neben der Abstrahlung des Programms im KW-Bereich eine Programmverteilung im Sinne eines Web-Radios realisiert werden. Da DRM bis zu 4 Datenströme gleichzeitig übertragen kann, könnten z.B. Inhalte in verschiedenen Sprachen gleichzeitig angeboten werden. Viele Fragen sind in diesem Zusammenhang noch offen: Gibt es Studierende,

die Interesse an Aufbau und Betrieb eines Radiosenders hätten? Welche Inhalte sollen für welche Zielgruppe der Studierenden verbreitet werden? Wie kann man sehr günstige einfache Empfänger für Studierende zur Verfügung stellen? ... In jedem Fall wäre dies ein interessantes und interdisziplinäres Projekt.

Danksagung

Die hier beschriebenen Aktivitäten werden durch viele Anstalten, Institute und Firmen unterstützt, die an dieser Stelle nicht alle genannt werden können. Besonders zu erwähnen ist die LMK, die technische und finanzielle Unterstützung leistet. Dank gebührt auch dem Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen IIS, welches sich stets durch Know-How und kostenlose Bereitstellung von Hardware oder Lizenzen einbringt. Auch die Firma Coding Technologies sei erwähnt, die Ihre Audiocodes (Software und Lizenzen) zum Zwecke der Forschung und Lehre unentgeltlich zur Verfügung stellt. Gleiches gilt für die Firma Microtones, die ein komplettes Entwicklungsboard für den DRM+-Empfängereingang bereitstellt.

Den Kollegen an FH und TU sei an dieser Stelle für den fruchtbaren fachlichen Austausch ganz herzlich gedankt.

Literatur

[1] Schulze-Wenk, J.: Digital Radio Mondiale – Rundfunkempfang für große Reichweiten und hoher Qualität. In „Wissen Heute“, Jg. 59, Bd 10, 2006, S. 528-539.

- [2] http://www.drm.org/pdfs/press_release_1.pdf
- [3] <http://drm-sender.de>
- [4] <http://nt.eit.uni-kl.de/forschung/diorama>
- [5] Bernhardt, F. und Steil, A.: Untersuchung zur Implementierung eines digitalen Übertragungssystems auf OFDM-Basis im UKW-FM-Frequenzband. Veröffentlichter Abschlussbericht zur Diplomarbeit, 11/2005. http://atlas-digital-radio.de/PDF-Dateien/Abschlussbericht_OFDM_UKW.pdf
- [6] Lehnert, J.: Digitalisierung des UKW-Bereichs?. In FKT (2006), Nr. 5, S. 285-290.
- [7] Steil, A.; Kreuzer, M; Feilen, M.; Lehnert, J.; Urbansky, R.; Sauer-Greff, W.: Technical feasibility study and field trial concept for DRM-based digital radio in the VHF-FM radio band. In „Proceedings of the 7th Workshop Digital Broadcasting“, September 2006, Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Erlangen, Deutschland, Heinz Gerhäuser (Hrsg.), S. 67-72.

Kontakt

Prof. Dr. Andreas Steil
andreas.steil@fh-kl.de

Partner

Landeszentrale für Medien
und Kommunikation (LMK)
Rheinland-Pfalz,
Lehrstuhl für Nachrichtentechnik,
TU Kaiserslautern