



Schlussbericht
für das Verbundvorhaben

RADIO MONDO

Dienste im digitalen Rundfunk in
den AM Bändern

Beteiligte Partner:



Fraunhofer



Institut
Integrierte Schaltungen



BOSCH



SONY



Eingereicht durch den Projektkoordinator:

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen, IIS
Dipl.-Ing. Gerd Kilian

16. Juni 2005



Inhalt

1	Kurze Darstellung der Randbedingungen	3
1.1	Aufgabenstellung	3
1.2	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	3
1.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	4
1.4	Ausgangssituation, technisch-wissenschaftlicher Stand	5
1.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	6
2	Ausführliche Darstellung der Ergebnisse.....	7
2.1	Erzielte Ergebnisse	7
2.1.1	Systementwicklung.....	7
2.1.2	Systemvalidierung.....	9
2.1.3	Senderinfrastruktur.....	11
2.1.4	Empfänger	13
2.1.5	Dienste.....	19
2.2	Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	22
2.3	Fortschritt an anderen Stellen	24
2.4	Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen	25



1 Kurze Darstellung der Randbedingungen

1.1 Aufgabenstellung

Gesamtziel des Verbundvorhabens RadioMondo ist die Realisierung von neuen digitalen Rundfunkdiensten in den so genannten AM Bändern auf den Frequenzen unter 30 MHz.

Aufbauend auf die bereits erzielten Ergebnisse in der Systementwicklung von DRM (siehe auch Absatz 1.2) werden Beiträge zur Entwicklung und Standardisierung von Transportmechanismen für neue Datendienste geleistet. Dabei sollen auch die besonderen Eigenschaften des Übertragungskanal berücksichtigt werden. Für diese neuen Dienste müssen auch geeignete Qualitätskriterien entwickelt und zur Anwendung gebracht werden.

Für die geplanten Dienste soll eine Sendeeinfrastruktur bestehend aus Datenservern, Senderzuführung, Modulatoren und Hochleistungsendern aufgebaut werden.

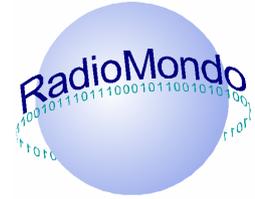
Wichtiger Bestandteil des Vorhabens ist die Entwicklung eines hoch integrierten Empfängerschaltkreises als Basis für kompakte, Strom sparende und kostengünstige Empfänger, damit die neuen Dienste unter realistischen kommerziellen Randbedingungen erprobt werden können. Hierzu sollen zunächst die notwendigen Empfängeralgorithmen als PC-basierte Software entwickelt und später auf die Zielplattform portiert werden.

Parallel dazu werden neue Datendienste in Zusammenarbeit mit Netzbetreibern und Anwendern definiert und stufenweise implementiert. Die im Rahmen des Testbetriebes gewonnenen Erfahrungen werden eine Basis für die Umsetzung in kommerzielle Dienste darstellen.

Mit der Einbindung in das internationale DRM Konsortium sollen sowohl die Position der beteiligten Industrieunternehmen ausgebaut als auch wichtige Beiträge zu der Standardisierung geleistet werden.

1.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Im Jahr 1998 wurde mit dem Projekt Digital Radio Mondiale (DRM) die Digitalisierung des analogen AM Rundfunks in den LMK Bändern begonnen.



Zu Beginn des RadioMondo Projektes im Jahr 2001 waren die Arbeiten zur Standardisierung bereits im Gange. Das Hauptaugenmerk im DRM Konsortium lag zu dieser Zeit auf der Evaluierung von Kanalcodierung und Audiocodierung sowie der anschließenden Systemerprobung. Eine eingehende Betrachtung der Datendienste fand zu dieser Zeit im Konsortium noch nicht statt.

Der Fraunhofer DRM ContentServer, der Fraunhofer DRM MultimediaPlayer und das Fraunhofer Software Radio standen bereits als Grundsysteme zur Verfügung. Erste Sender waren auf DRM vorbereitet und in IST-Projekten wie z.B. RADIATE begann man mit Untersuchungen zur Servicequalität, allerdings mit ausschließlichem Bezug auf Audiodienste. In diesen frühen Versuchen arbeitete man mit ersten Technologieprototypen und Labormustern, zumeist noch mit proprietären Anteilen in Kanal- und Audiokodierung.

1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Das RadioMondo Projekt wurde zur Durchführung in die in Abbildung 1 gezeigten Teilpakete aufgeteilt.

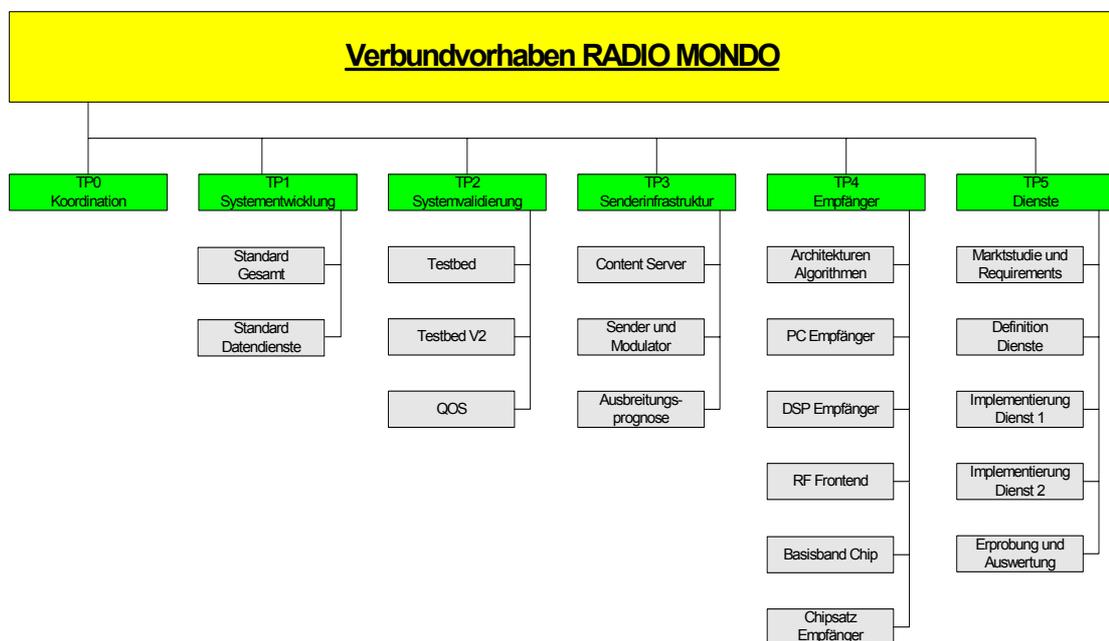


Abbildung 1: Organisationsstruktur des Projektes RadioMondo



Atmel/Bosch/ FhG/Micronas/Sony/T-Systems

Die Verantwortung für die Leitung der jeweiligen Teilpakete lag bei

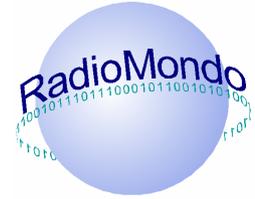
TP0 - Koordination:	Fraunhofer IIS
TP1 - Systementwicklung:	Fraunhofer IIS
TP2 - Systemvalidierung:	T-Systems
TP3 – Senderinfrastruktur:	T-Systems
TP4 - Empfänger:	Micronas
TP5 - Dienste:	T-Systems

Für die Projektplanung wurde ein Meilensteinplan zugrunde gelegt.

1.4 Ausgangssituation, technisch-wissenschaftlicher Stand

Der Rundfunk im Bereich der Lang-, Mittel- und Kurzwelle (LMK), also auf allen Frequenzbändern unter 30 MHz, ist auch heute noch eines der wichtigsten Informationsmedien für weltweit Milliarden von Rundfunkhörern. Der Erfolg der LMK Übertragung mit dem traditionellen Verfahren der Amplitudenmodulation begründet sich zum einen auf äußerst preisgünstig zu bauende, einfache Empfänger (z.B. analoge Detektorempfänger). Zum anderen können durch die große Reichweite, vor allem im Falle der Kurzwelle durch die Reflexion der Radiowellen an der Ionosphäre, mit einem einzigen Sender sehr große Gebiete, wie zum Beispiel ganz Mitteleuropa, versorgt werden. Der Nachteil im traditionellen LMK Rundfunk liegt in der begrenzten Klangqualität und der hohen Störanfälligkeit des Übertragungssignals. Dies führt weltweit zu einer kontinuierlich abnehmenden Hörerakzeptanz. Komfort-Funktionen wie Sendername und -kennung, Alternativfrequenz-Signalisierung oder Datendienste, wie sie dem Hörer vom UKW Rundfunk und dem digitalen Rundfunk Digital Radio (DAB) bekannt sind, fehlen gänzlich.

Im Jahr 1998 wurde deshalb mit der Digitalisierung des analogen AM-Rundfunks in den LMK Bändern im Projekt Digital Radio Mondiale (DRM) [2] begonnen. Speziell auf Kurzwelle sind die erreichten Verbesserungen in der Empfangsqualität durch neue digitale Übertragungstechnik und digitale Audiocodieretechnik überragend. Stationärer und mobiler Empfang sind mit Hilfe des DRM Systems in einer mit dem UKW Rundfunk vergleichbaren Qualität möglich.



Atmel/Bosch/ FhG/Micronas/Sony/T-Systems

1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Innerhalb des DRM Konsortiums fand eine enge Zusammenarbeit zwischen vielen der beteiligten Firmen statt, insbesondere zwischen Sender- und Radioherstellern. Die Ergebnisse dieser Kooperation finden sich partiell bereits als Produkte auf dem Markt (u.a. [10], [13]).

Im Rahmen der Standardisierungsaufgaben wurden zudem Arbeitsgruppen der ITU-R und der ETSI einbezogen. Die internationale Ausrichtung insbesondere von Kurzwellenübertragungen setzt eine Zusammenarbeit auf internationaler Ebene voraus.



2 Ausführliche Darstellung der Ergebnisse

2.1 Erzielte Ergebnisse

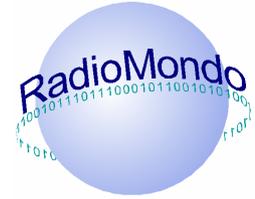
Zusammenfassend kann man fest stellen, dass die Systementwicklung von DRM abgeschlossen ist. Der Markt für die Implementierung der DRM Technologie liegt vorwiegend im Ausland und wartet auf Erschließung. Deutsche Firmen nehmen eine führende Ausgangsposition für Exporte ein. Das Projekt RadioMondo hat entscheidend zu dieser Entwicklung beigetragen. Es ist zu erwarten, dass eine breite Anwendung der DRM Technologie zunächst auf Kurzwelle im internationalen Maßstab und in einem zweiten Schritt in Deutschland erfolgen wird.

Im Rahmen des RadioMondo Projektes können die im Folgenden dargestellten Ergebnisse vorgewiesen werden:

2.1.1 Systementwicklung

Im Bereich der Standardisierung wurde aktiv am weltweit anerkannten DRM Standard [4] mitgearbeitet. Das Fraunhofer IIS übernahm die Federführung in der Entwicklung von Multiplexprotokollen (siehe Abbildung 2), besonders auch im Hinblick auf eine Verwendung im Zusammenhang mit Datendiensten. Die so entstandenen Standards für Datenübertragung [5] und Multiplexaufteilung [6] sind schon heute weltweit in Anwendung. Ohne diese Arbeiten wären die zumeist weit vom Sendestudio entfernt gelegenen Sendestandorte nicht flexibel über standardisierte Protokolle erreichbar. Auch der Aufbau von Single Frequency Networks (SFN) wäre ohne diese Protokolle nicht möglich.

Sony hat die Leitung bei der Definition eines auf den Multiplexprotokollen basierenden Protokolls für die Anwendung bei kommerziellen Empfängern übernommen. Das Protokoll dient u.a. der Übertragung multimedialer Dateninhalte vom Radioempfänger über die USB-Schnittstelle zu PCs.



Atmel/Bosch/ FhG/Micronas/Sony/T-Systems

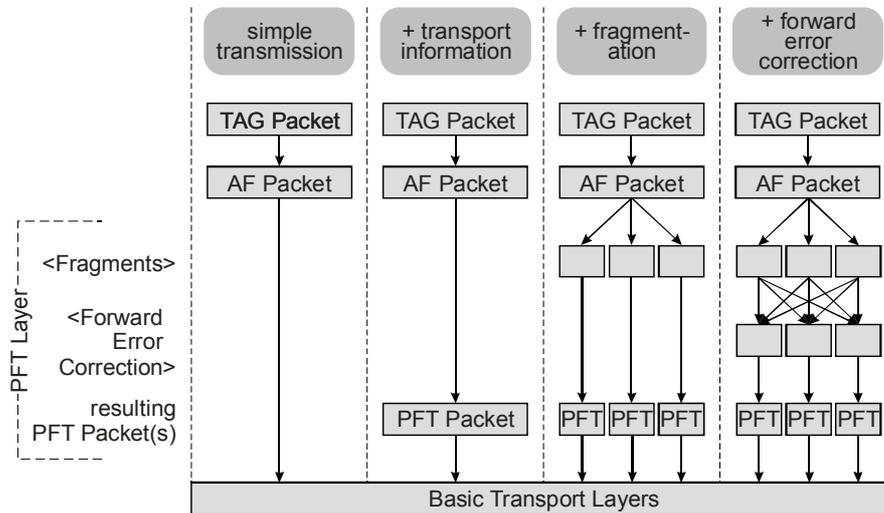


Abbildung 2: Überblick ETSI-standardisiertes DCP Protokoll

Unter Leitung des Fraunhofer IIS wurde die Standardisierung einer Monitoring Empfänger Schnittstelle [7] vorgenommen. Das von T-Systems zur Senderüberwachung aufgebaute Monitoring System nutzt diese Schnittstelle ebenso wie verschiedene Datendienstdecoder, z.B. Mobile Presenter Dienst. Dazu wurde diese Schnittstelle von den meisten Partnern auf PC wie von Sony zusätzlich auf DSP-Seite implementiert.

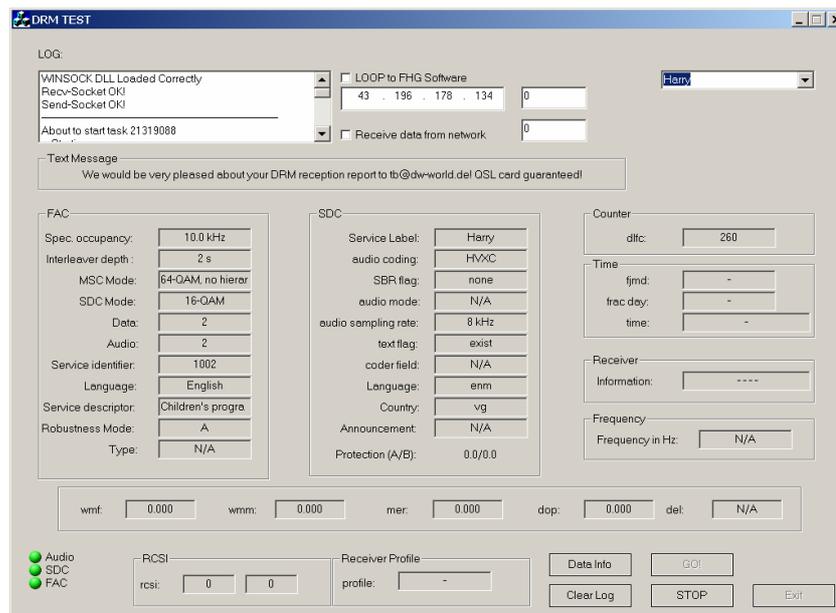


Abbildung 3: DRM Multiplex Monitoring Tool



Atmel/Bosch/ FhG/Micronas/Sony/T-Systems

Sony hat ein Tool entwickelt, welches sowohl die DRM Parameter des momentan empfangenen Programms darstellt, als auch einen Datendienstdecoder vom Fraunhofer IIS integriert (siehe Abbildung 3).

2.1.2 Systemvalidierung

Im Bereich Systemvalidierung wurden vom Fraunhofer IIS verschiedene Labor- sowie stationäre Feldtests durchgeführt. T-Systems hat zudem eine Vielzahl von mobilen Messungen vorgenommen. Die gewonnenen Daten wurden den DRM Partnern präsentiert. Für RadioMondo ergaben sich wichtige Rückschlüsse auf die Entwicklung von Diensten und zugehörigen optimierten Datenübertragungsverfahren.



Abbildung 4: Innenausstattung Demo-/Mess-Bus der T-Systems

Von T-Systems wurde im Rahmen des Projektes ein Demo-/Mess-Bus eingerichtet (siehe Abbildung 4), der eine öffentliche Präsentation von mobilem DRM Empfang, z.B. auf der Internationalen Funkausstellung Berlin (IFA), möglich machte.

Im Verlauf des Projektzeitraumes wurde die Empfangsanlage mehrfach umgebaut und optimiert.



Des Weiteren installierte T-Systems im Jahr 2002 ein professionelles DRM Testbett in Berlin. In dem Labor, das heute mit modernster DRM Übertragungstechnik ausgestattet ist, fanden beispielsweise Empfängertests und DRM SFN-Kompatibilitätstests statt. Die gesammelten Empfangsstatistiken der Systemvalidierung wurden von Sony auf charakteristische Eigenschaften hin analysiert und klassifiziert. Anschließend entwickelten Sony und T-Systems ein einfach zu bedienendes Softwaretool zur Planung von Datendiensten (siehe Abbildung 5).

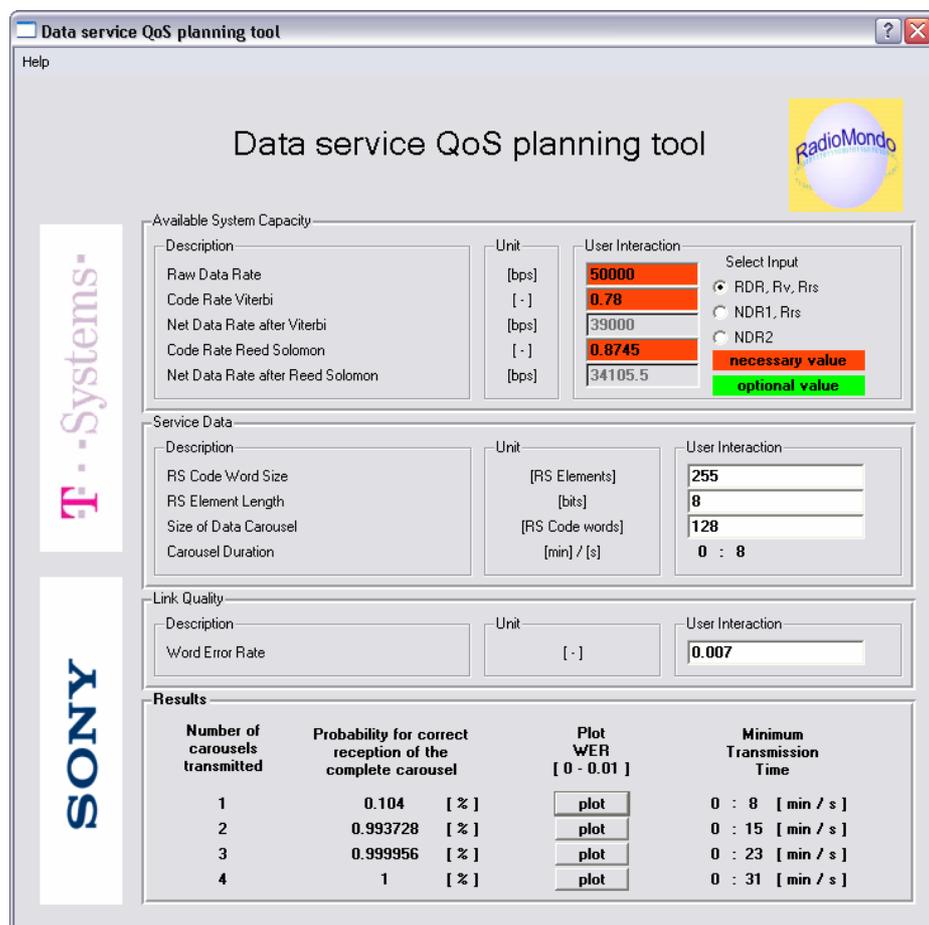
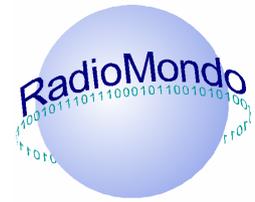


Abbildung 5: QoS Planungstool

Dieses Tool erlaubt es, charakteristische Kenngrößen von Datenkarussells, Paketfehlerraten und benötigte Übertragungszeiten etc., zueinander in Verbindung zu setzen.



Atmel/Bosch/ FhG/Micronas/Sony/T-Systems

2.1.3 Senderinfrastruktur

Der Fraunhofer DRM ContentServer wurde vom Fraunhofer IIS im Förderprojekt RadioMondo auf die Unterstützung aller relevanten DRM Funktionen erweitert und ist heute der einzige multimediafähige Audio- und Datendienst Encoder und DRM Multiplexer der Welt. Er wird weltweit von allen Broadcastern eingesetzt, die Multimedia Bestandteile ausstrahlen.

T-Systems konnte im Jahr 2001 das weltweit erste DRM Single Frequency Network (SFN) auf einer Mittelwellenfrequenz in Berlin errichten. Im Rahmen des Projektes diente das SFN Versuchsnetz in Berlin als Basis für Feldtests, der Erprobung von DRM Modulatoren sowie als Versuchskanal für die im Projekt entwickelten DRM Datendienste. Die Messergebnisse der SFN-Feldmessungen der Jahre 2001 bis 2004 wurden in der DRM Arbeitsgruppe „DRM System Evaluation“ präsentiert und sind in entsprechende Arbeitsdokumente von DRM sowie der ITU eingeflossen.



Abbildung 6: DRM Sender von Telefunken SenderSysteme Berlin mit Fraunhofer DRM ContentServer

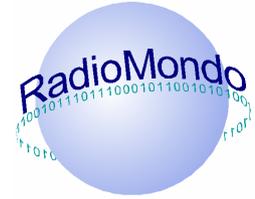


Atmel/Bosch/ FhG/Micronas/Sony/T-Systems

In Kooperation mit dem Senderhersteller Telefunken SenderSysteme Berlin entwickelte T-Systems den DRM Modulator der 1. Generation (DMOD1). Während die Modulatoren der 1. Generation noch teure Spezialhardware benötigten, kommt die 2. Generation mit preisgünstigen Standard-Industrie-PC's mit Linux- Betriebssystemen aus, welche sich heute als Basis des DMOD2 bewährt haben und global im Einsatz sind. Die notwendigen HF-Spezialbauteile wurden vom Fraunhofer IIS entwickelt. Nach der erfolgreichen Integration der SFN- Fähigkeit in den DMOD2 konnte im Jahr 2004 die Systementwicklung weitestgehend an Telefunken SenderSysteme Berlin übergeben werden.

Auf der DRM Sendeseite konnte eine Technologiebasis geschaffen werden, auf der mittelständische Unternehmen bereits arbeiten und die weltweit bei Broadcastern zur Anwendung kommt. An allen auf DRM umgerüsteten Standorten der T-Systems kommt diese Technik zum Einsatz. So konnte Deutschland den allgemeinen Vorsprung Frankreichs, insbesondere im Bereich kommerzieller DRM Sender, aufholen und Sender anbieten (siehe Abbildung 6). Die Konkurrenzsituation führte zu einem starken Preisrückgang bei der DRM Sendetechnik, eine Tatsache, die für die Einführung des DRM Systems von großer Bedeutung ist.

Darüber hinaus entwickelte Sony einen Simulcastencoder bis hin zur Prototypenreife. Dieser erlaubt es, ein AM Programm und ein 4.5 kHz bzw. 5 kHz DRM Programm in einem 9 kHz bzw. 10 kHz Kanal abzustrahlen. Von der Technologie erhoffen sich zahlreiche Rundfunkanstalten, z.B. Deutschlandradio und Deutschlandfunk, eine größere Flexibilität bei der Einführung von DRM. Der C-Code von Sony wurde durch die Telekom um die Echtzeitfähigkeit erweitert und in die Modulationssoftware für den Modulator von Telefunken integriert. Der neue Sendemodus wurde auf der IFA 2003 auf mehreren Frequenzen erfolgreich demonstriert. Herauszuheben ist, dass deutsche Firmen hiermit über die einzige Implementierung eines echtzeitfähigen Simulcastencoders verfügen. Der Empfang des Simulcastsignals ist mit handelsüblichen AM Empfängern und mit den standardkonformen DRM Empfängern möglich.



2.1.4 Empfänger

Die umfassendsten Arbeiten des Förderprojektes RadioMondo wurden im Bereich Empfänger geleistet. So wurden die algorithmischen Grundlagen für die Empfängerentwicklungen der Firmen Bosch und Sony und auch des Fraunhofer IIS geschaffen. Basierend auf diesen Grundlagen wurde auf der IFA 2003 der DRM Empfänger NewsBox DRM Radio als Demonstrator (siehe Abbildung 7) ausgestellt.



Abbildung 7: NewsBox DRM Radio mit NewsService Journaline®

Das NewsBox DRM Radio basiert auf einem Embedded-PC. Um sowohl die Eignung von DRM und der in RadioMondo entwickelten Datendienste für den portablen Empfang zu demonstrieren und vor allem, um eine Technologieplattform für den Bau von kostengünstigen, Chipsatz-basierten Empfängern zu schaffen wurde von der Firma Atmel im Rahmen des Förderprojektes ein Empfangsschaltkreis entwickelt. Dieser IC liegt vor. Er wurde bereits erfolgreich verschiedenen Tests unterzogen. Die Firma Bosch hat diesen IC in ein Modul integriert (Abbildung 11).

Abbildung 8 zeigt die Bedienoberfläche (GUI) des PC Demonstrators von Bosch mit einer Auswahl von Untermenüfenstern.



Atmel/Bosch/ FhG/Micronas/Sony/T-Systems

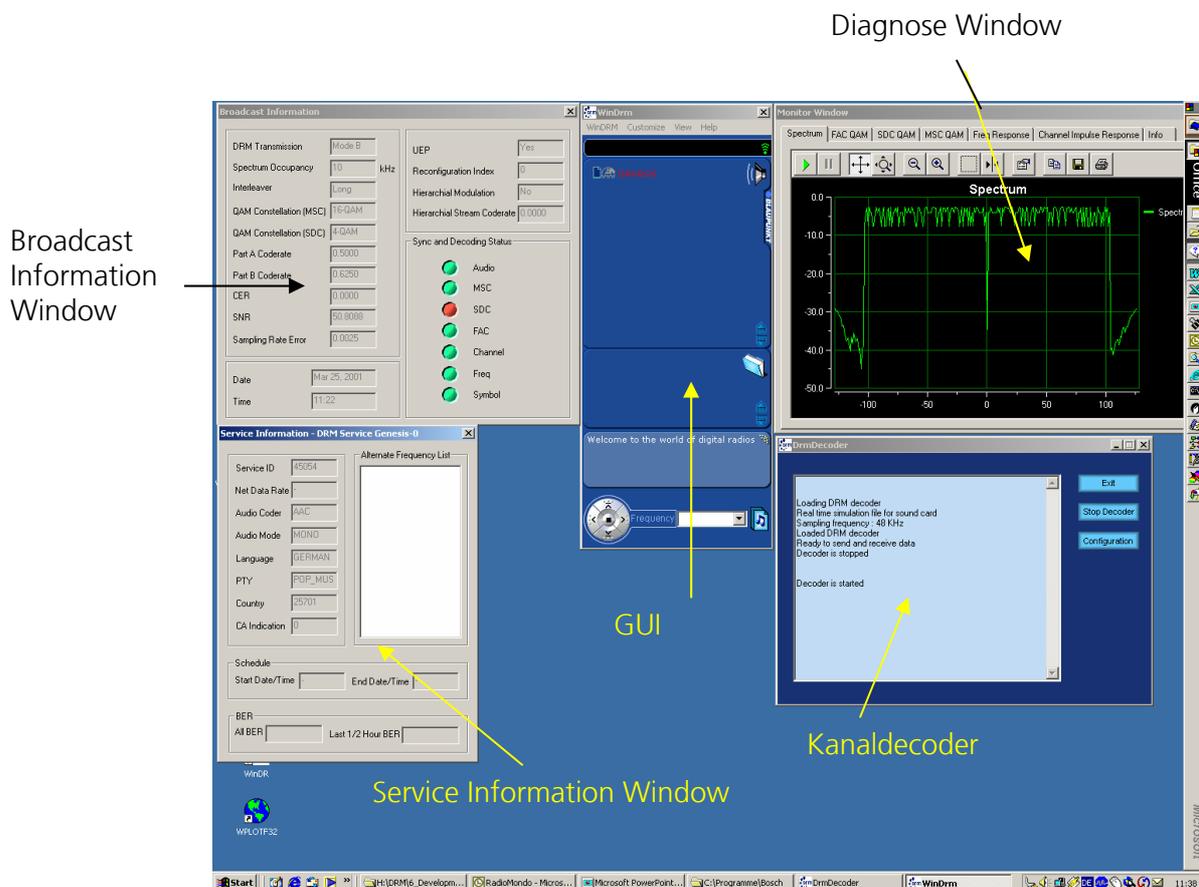


Abbildung 8: GUI des PC Demonstrators von Bosch

Basierend auf der großen öffentlichen Resonanz auf die DRM Forschungsarbeiten im Rahmen des RadioMondo Projektes wurde vom Fraunhofer IIS in enger Zusammenarbeit mit dem DRM Konsortium eine PC-basierte Empfangslösung für DRM mit Bezeichnung DRM Software Radio [9] geschaffen. Das DRM Software Radio ist aktuell die am weitesten verbreitete Lösung, um DRM Aussendungen empfangen und damit die Vorteile von DRM – also hohe Klangqualität und zusätzliche Multimediadienste – nutzen zu können. Die durch das DRM Software Radio gewonnene Zuhörerschaft von über Tausend sehr aktiven Hörern motiviert schon heute Broadcaster zu DRM Ausstrahlungen. Laut Aussage des Chairmans des DRM Konsortiums, Herrn Peter Senger, trägt das DRM Software Radio ganz wesentlich zur schnellen Verbreitung von DRM bei und leistet so einen wichtigen technischen und öffentlichkeitswirksamen Beitrag. Das Konzept des DRM Software Radios wurde bereits mehrfach von Firmen in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IIS in Produkte umgesetzt ([10], [11]).



Atmel/Bosch/ FhG/Micronas/Sony/T-Systems

Auf Empfängerseite wurde von Sony die Entwicklung eines DSP-basierten DRM Empfängers vorangetrieben. Existierende digitale Sony Empfänger werden schon bald um die Funktionalität DRM erweitert werden können.

Die wesentliche Aufgabe der Atmel Germany GmbH in dem Verbundprojekt lag in der Bereitstellung eines für DRM Empfang geeigneten Empfänger-ICs mit einem Empfangsbereich von 150 kHz bis 30 MHz sowie dem FM Band. Grundlegende Eigenschaften der Empfängerschaltung sind ein großer Eingangsdynamikbereich und ein gutes, zeitlich steuerbares Verstärkungs-Regelverhalten. Die Entwicklung wurde auf zwei Entwicklungsschritte aufgeteilt: Das so genannte diskrete und das integrierte Empfänger Front-end. Beim diskreten Front-end handelte es sich um einen Versuchsaufbau für erste Tests mit dem Empfangsteil.

Als grundlegende Herangehensweise konnte auf Empfängerschaltungsblöcke für herkömmliche analoge Modulationsverfahren zurückgegriffen werden, die dann den neuen Anforderungen entsprechend erweitert wurden. Dies hat sich als eine wesentliche Voraussetzung für die letztlich erfolgreiche Erstellung des Empfängers in monolithischer Integration herausgestellt.

Das Blockschaltbild des entwickelten integrierten Empfangsschaltkreises ist in Abbildung 9 zu sehen.

Aus bereits erfolgten theoretischen Überlegungen war bekannt, dass die geplante neuartige Modulationsweise der DRM Rundfunksender mit ihrer Kombination aus AM und PM Modulationsanteilen sehr anspruchsvoll sein und z.B. hinsichtlich der erforderlichen hohen Linearität der Empfangsstufen auch die flexible Reaktionszeit der Empfänger-Verstärkungsregelung ganz neue Herausforderungen darstellen würde. Eine weitere Schwierigkeit war hinsichtlich der vorgesehenen automatischen Frequenzumschaltung Automatic Frequency Switching (AFS) zu erwarten, nämlich in Gestalt einer möglichst kurzen Abstimmzeit auf die andere Empfangsfrequenz.



Atmel/Bosch/ FhG/Micronas/Sony/T-Systems

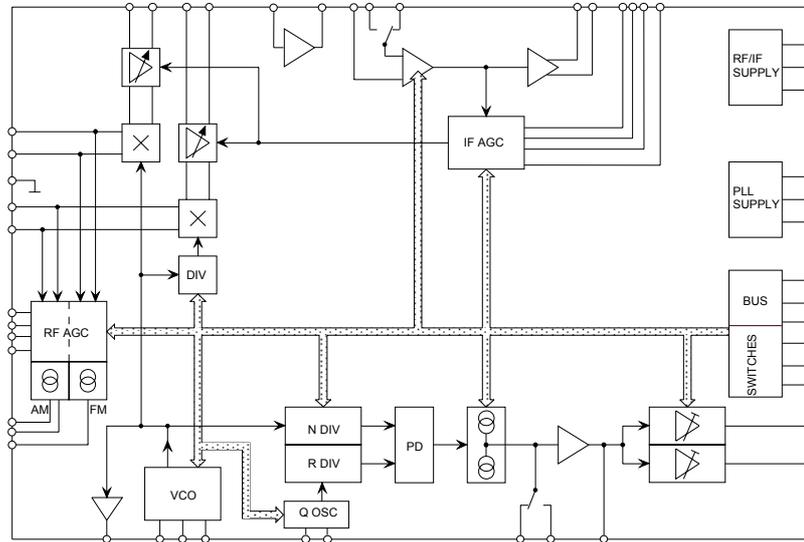


Abbildung 9: Blockschaltbild des integrierten Empfangsschaltkreises

Der integrierte Schaltkreis wurde auf BiCMOS2-Technologie realisiert. Abbildung 10 zeigt den IC. Die verschiedenen Funktionseinheiten des ICs sind mittels Rahmen und Kurzbezeichnung indiziert. Aus der vollständig vorhandenen Empfängerstruktur erkennt man, dass es sich um einen komplett integrierten Empfänger handelt.

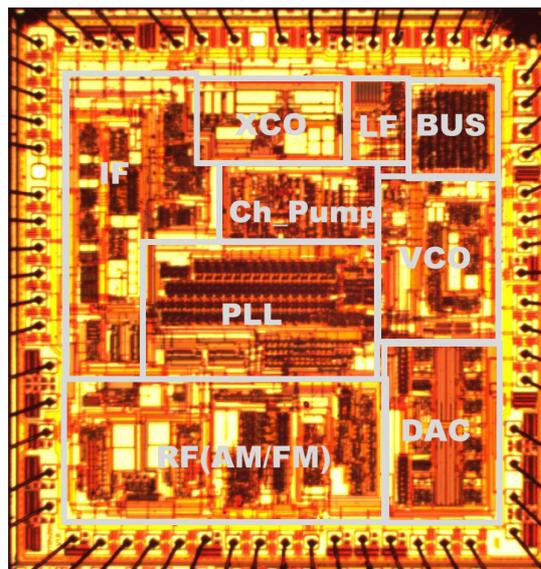
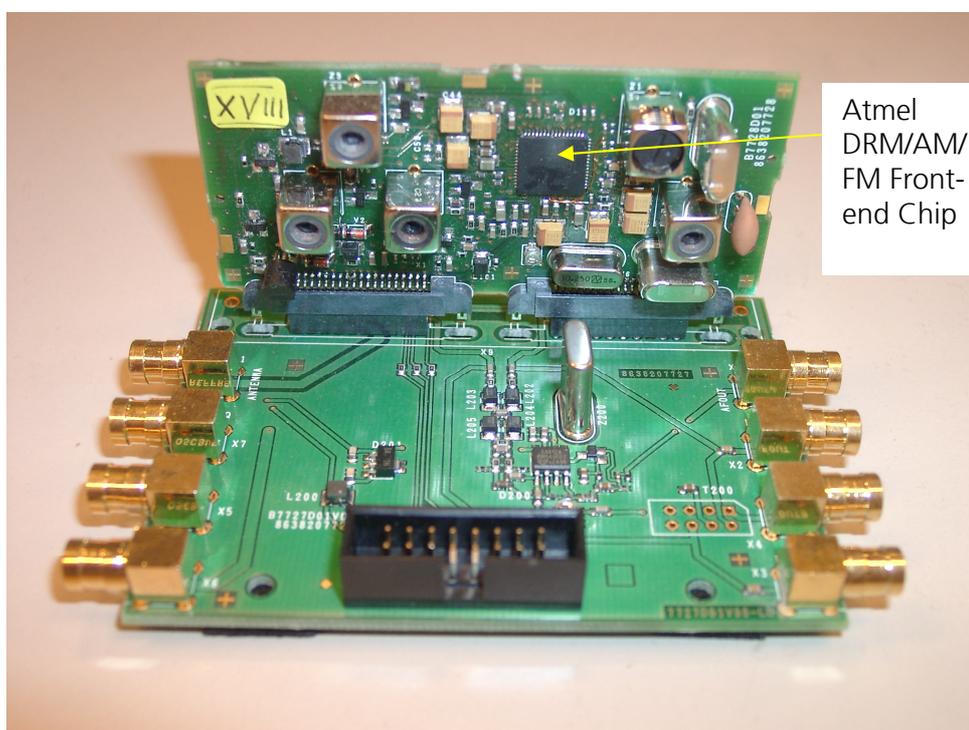


Abbildung 10: Integrierter Empfangsschaltkreis

Atmel/Bosch/ FhG/Micronas/Sony/T-Systems

Neben der Entwicklung des eigentlichen Empfangsschaltkreises wurden bei Atmel im Rahmen der Systemvalidierung und Systemuntersuchungen entsprechende Testkonzepte und Systemimplementierungsoptionen entwickelt und umgesetzt.

Der entwickelte Empfängerschaltkreis wurde bereits erfolgreich verschiedenen Tests unterzogen. Die Firma Bosch hat diesen IC in ein Modul integriert. Abbildung 11 zeigt den IC auf dem von Bosch entwickelten Modul.



Atmel
DRM/AM/
FM Front-
end Chip

Abbildung 11: RadioMondo Front-end Modul mit Adapterplatte für Modultests

Dieses Modul befindet sich in einer von Bosch entworfenen Adapterplatte zur Vermessung des Systems.

Das analoge Ausgangssignal des Front-end Moduls ist das vorgefilterte Nutzsignal auf Zwischenfrequenzebene, in diesem Fall 10.7 MHz sowohl für DRM, AM als auch für FM. Die Digitalisierung dieses Signals erfolgt in einem Micronas-Schaltkreis, der für die im Projekt ermittelten DRM Anforderungen modifiziert worden ist. Der gleiche Schaltkreis ist zudem in der Lage, FM- und AM-Signale zu demodulieren und besitzt mehrere Digital-zu-Analog-Konverter. Diese konvertieren die von einem DRM Dekoderchip kommenden digitalen

Audiosignale in analoge (siehe Abbildung 12).

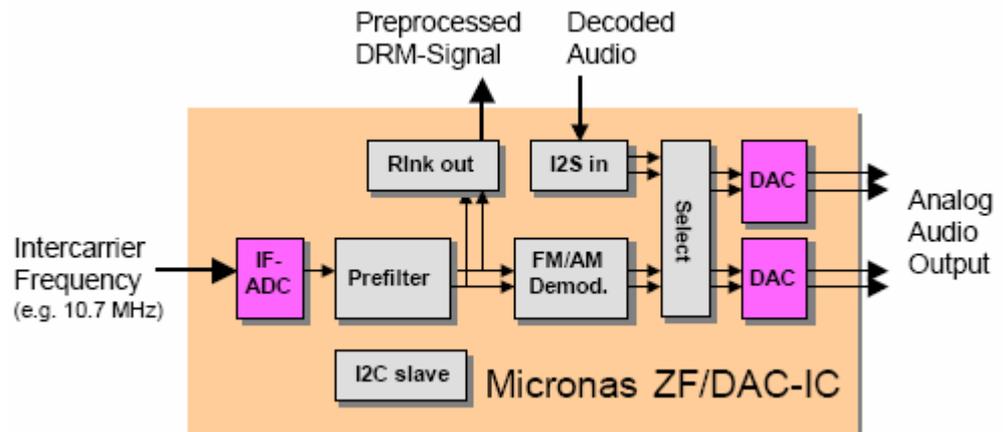


Abbildung 12 Blockschaltbild des ZF- und Audio-Back-end ICs

Für die eigentliche DRM Dekodierung entwickelte Micronas ein Basisband-IC (siehe Abbildung 13). Die ausgewählten Peripherieschnittstellen wurden vor allem für die Ausgabe von Datendienst-Daten optimiert, um die Anwendbarkeit in praktischen Systemen demonstrieren zu können.

Kern dieser IC-Entwicklung ist eine komplett neu entwickelte Signalprozessorarchitektur. Die Analyse der DRM Randbedingungen und resultierenden architektonischen Entscheidungen bei der Entwicklung der neuen Signalprozessorplattform sind in [16] publiziert, so dass an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen werden soll. Das Ergebnis ist eine durch Hardware-Beschleuniger intelligent erweiterbare modulare Architektur, die die Programmierbarkeit eines μ Controllers mit der Rechenleistung eines Signalprozessors vereint. Insbesondere die im Rahmen des Projektes entwickelte Toolchain mit einem leistungsfähigen ANSI-C-Compiler erlaubt eine schnelle und kostengünstige Softwareentwicklung, ohne dass eine zu große Kluft zu in Maschinensprache hoch optimierten Produkten entsteht. Um die Hardwareentwicklung von der Softwareentwicklung zu entkoppeln und die Analysemöglichkeiten der Software hinsichtlich der Performance zu verbessern, wurde ein zyklen- und bitgenauer Simulator erstellt, der das Auffinden der sogenannten Hot-Spots mit einem leistungsfähigen Profiler ermöglicht. Diese Hot-Spots sind Codestellen geringer Größe, an denen ein Großteil der Rechenzeit verbraucht wird (ca. 5% des Codes verbrauchen ca. 80% der Rechenleistung) und die in der Regel von Hand in Maschinensprache optimiert werden.

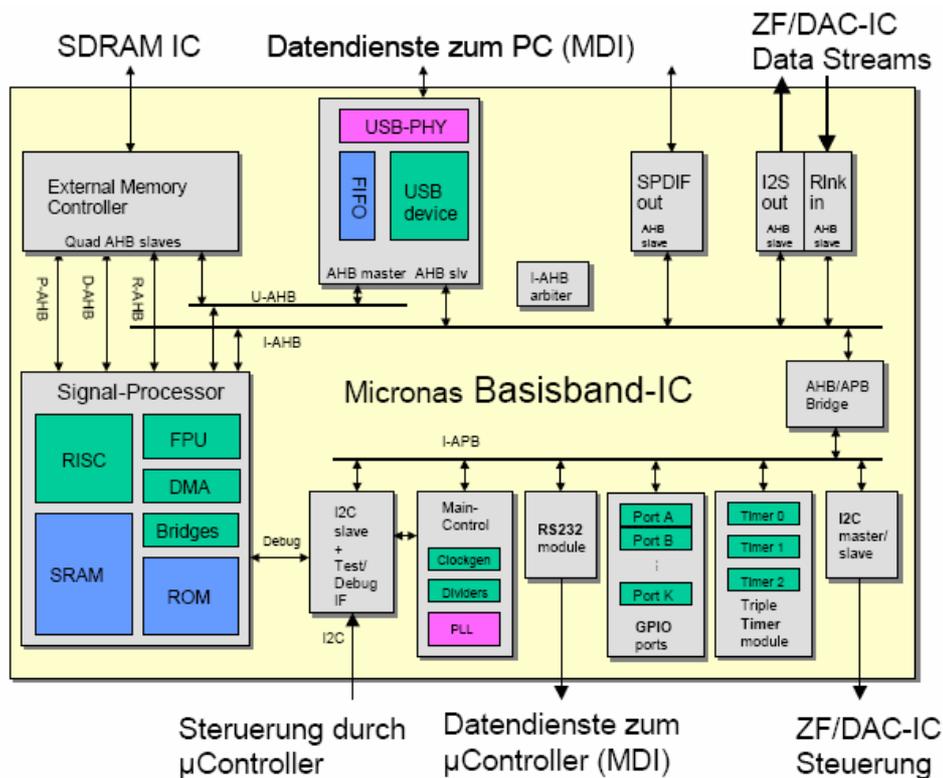


Abbildung 13: Blockschaltbild des DSP-Basisband-ICs

Des Weiteren wurde von Micronas eine DRM Dekodersoftware für die neue DSP-Plattform erstellt, die sowohl einen Kanal- als auch einen Audiodekoder (MPEG4/AAC+SBR, MPEG4/HVXC und MPEG4/CELP) enthält. Grundlage der Kanaldekoderportierung war die vom Fraunhofer IIS erstellte PC-Referenzsoftware, die einer eingehenden Analyse hinsichtlich Speicher- und Rechenzeitanforderungen unterworfen und für den Signalprozessor angepasst wurde. Um eine modulare Programmierung zu erlauben, wurde zudem ein rudimentärer RTOS-Kernel entwickelt, der preemptives Task-Switching und eine Peripherie-Abstraktion erlaubt.

2.1.5 Dienste

Auf dem Arbeitsgebiet Dienste führte T-Systems im Rahmen von RadioMondo eine Marktstudie durch. Basierend auf deren Ergebnissen wurden zwei neue Datendienste – DRM Mobile Presenter und DRM NewsService Journaline® – von T-Systems bzw. dem Fraunhofer IIS entwickelt. Beide Dienste wurden implementiert und der Öffentlichkeit auf der IFA 2003 präsentiert.

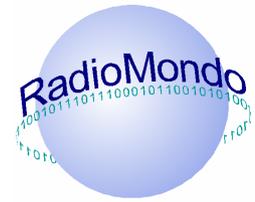
Für die Demonstration der Möglichkeiten des DRM Systems entwickelte T-Systems den Datendienst Mobile Presenter. Mit Hilfe spezieller XML Strukturen werden hier weithin sichtbare Laufschriftmodule mit Informationen versorgt. Innerhalb des Projektes entwickelte T-Systems die Dienstspezifikation und realisierte neben einem Redaktionsarbeitsplatz drei prototypische Endgeräte. Um die beim Mobile Presenter übertragenen Dateninhalte gegen Fremdzugriffe zu schützen, wurde gemeinsam mit dem Fraunhofer IIS in Erlangen das ursprünglich für DAB entwickelte Conditional-Access-System High Efficient Conditional Access (HECA) an die DRM Datenübertragung angepasst. Bei der ersten Demonstration des Mobile Presenter auf der IFA 2003 konnte die Verschlüsselung und Adressierung über HECA bereits gezeigt werden. Im Jahr 2004 wurde begonnen, das HECA-Verfahren auch für Streaming-Services verfügbar zu machen.

NewsService Journaline® – der Nachrichtenservice für den digitalen Rundfunk – ermöglicht dem Rundfunkhörer einen intuitiven und gezielten Zugriff auf thematisch gegliederte Textnachrichten. Der Dienst zeichnet sich durch eine konsequente Optimierung für die digitalen Rundfunksysteme DRM und DAB [17] aus. Aufgrund dieser Optimierungen und der Attraktivität des Dienstes wird der Service bereits von zahlreichen internationalen Rundfunkanstalten ausgestrahlt.



Abbildung 14: NewsService Journaline® auf WinCE und Microcontroller

Mit dem Fraunhofer DRM ContentServer sowie dem Fraunhofer DAB Multimedia DataServer bietet das Fraunhofer IIS Komplettlösungen für die DRM / DAB Senderseite an. Der im Rahmen von RadioMondo entwickelte NewsService Journaline® Decoder lässt sich kostengünstig in jede Art von DRM / DAB Rundfunkempfänger integrieren. Decoder-Lösungen für Mikrocontroller-,



Atmel/Bosch/ FhG/Micronas/Sony/T-Systems

Win32-, Windows CE- und Linux-Plattformen sind verfügbar (siehe Abbildung 14).

NewsService Journaline[®] ist darüber hinaus aufgrund der sehr geringen benötigten Übertragungskapazität ein attraktiver Dienst für Rundfunkveranstalter. Eine automatische Datenübernahme aus existierenden Nachrichtenquellen etwa im XML- und RSS-Format ist möglich.

Bei NewsService Journaline[®] wurde zur weiteren Verbreitung ein neuer Weg beschritten: Der Source Code der Softwareimplementierung auf Empfängerseite wurde unter der GPL für nicht kommerzielle Nutzung veröffentlicht. Die Open Source Gemeinde hat diesen Code bereits in die öffentlich zugängliche DRM Empfangslösung „DReaM“ implementiert.

Integraler Bestandteil des vom Fraunhofer IIS entwickelten DRM Empfängers Fraunhofer Software Radio wie auch anderer kommerzieller PC-basierter DRM Empfänger ist der Fraunhofer DRM MultimediaPlayer zur Darstellung von Datendiensten wie DRM TextMessages, NewsService Journaline[®], MOT Broadcast Website und MOT Slideshow.

Weiterhin wurden im Rahmen des Verbundprojektes von Seiten der T-Systems mehrere Themen bezüglich Quality of Service (QoS) für Datendienste bearbeitet. Neben der Leitung des Teilpaketes wurden durch T-Systems verschiedene Tools implementiert, wie z.B. ein Sender Monitoring System.



2.2 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Atmel:

Der Atmel Germany GmbH ist es gelungen, ein Empfänger IC-Konzept zu erarbeiten, das anhand von eigenen Messungen wie auch bei den Partnern, sowie bei praktischen Versuchen seine Funktionsfähigkeit erwiesen hat und das damit als Grundlage zur verfeinernden Weiterentwicklung in ein künftiges marktfähiges IC-Produkt für DRM Empfänger dienen wird.

Wichtige Themen der Weiterentwicklung werden sein:

- Verbesserung der Grenzempfindlichkeit
- Reduzierung der zur Zeit noch etwas erhöhten Versorgungsleistung und der Mindestbetriebsspannung
- Vertiefung gewisser AFS-Teilthemen
- Erhöhung des Integrationsgrades durch Implementierung entsprechender Funktionsblöcke im Digital- bzw. Analogteil einer Gesamtlösung

Bosch:

Im Rahmen des Projektes konnte wie erwartet wichtiges Know-how für die DRM Systemimplementierung gewonnen werden. Angefangen von grundlegenden Untersuchungen zu Synchronisationsalgorithmen, deren Ergebnisse den Partnern in Form von Berichten mitgeteilt wurden, bildet der entstandene PC-Demonstrator die Ausgangsbasis für die bereits begonnene DSP-Portierung. Das DRM Feature wird den Automobilherstellern in den entsprechenden Ausschreibungen von Blaupunkt angeboten und es besteht die Hoffnung, in den nächsten Monaten einen Auftrag mit Produktionsstart im Jahr 2007 zu erhalten.

Die messtechnischen Untersuchungen des RadioMondo Front-ends lieferten ebenfalls wichtige Ergebnisse für das RadioMondo Chip Design.

Die Demonstration des TMC-Dienstes war ein wichtiges Zeichen für die Automobilhersteller, denn die dynamische Stauumfahrung in Navigationssystemen, deren Marktanteil stark wächst, ist ohne TMC oder TPEG nicht realisierbar. TMC ist Bestandteil der Kundenanfragen für DRM.

Bezüglich TopNews gibt es Interesse von Seiten der Deutschen Welle, den Dienst im Vergleich zu NewsService Journaline® zu testen, da TopNews ohne großes Display am Empfänger auskommt.



Atmel/Bosch/ FhG/Micronas/Sony/T-Systems

Fraunhofer:

Vorrangiges Ziel für das Fraunhofer Institut war von Projektbeginn an der Aufbau und die Erweiterung bestehender Kernkompetenzen im digitalen Rundfunkbereich. Dieses Ziel wurde erreicht. Die erworbenen Kompetenzen wurden bereits vielfach in Form von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten weitergegeben. Das Fraunhofer IIS wurde auch dem Anspruch gerecht, sowohl der deutschen als auch der europäischen Industrie ein kompetenter Ansprechpartner zu sein. Das Projekt stellt bereits im jetzigen Status die Grundlage für den Erhalt eines Technologie- und Zeitvorsprungs dar, der notwendig ist, um innovative Produkte, Anwendungen und Dienste anbieten zu können. Zukünftig möchte sich das Fraunhofer IIS auf die Entwicklung hoch integrierter Receivermodule sowie einer weiteren professionellen Generation von Test- und Empfangsgeräten für DRM konzentrieren.

Micronas:

Ziel der Arbeiten bei Micronas war es, eine Technologiegrundlage zu erarbeiten, auf der digitales Radio effizient und kosteneffektiv dekodiert werden kann. Während auf der Hardwareseite die Ergebnisse bei der Realisierung des hoch innovativen und anspruchsvollen Signalprozessorkonzeptes hinter den Erwartungen zurück blieben, wurden auf der DRM System-Know-how- und auf der Softwareseite die Ziele erreicht und können nahezu eins zu eins in eine Produktentwicklung einfließen. Ebenso lassen sich weite Teile der Toolchain in anderen Prozessorentwicklungen weiter verwenden.

Durch die in RadioMondo geförderten Vorarbeiten von Forschung & Entwicklung (F&E), haben die für die Anforderungsdefinition und Vermarktung von Produkten zuständigen „Business-Lines“ von Micronas nun die Möglichkeit, mit Kunden DRM als Feature für Produkte konkret diskutieren und von F&E mit mittelfristigem Zeithorizont entwickeln zu lassen.

Sony:

Hauptziel für Sony war von Projektbeginn an der Aufbau und die Erweiterung von Wissen im Bereich des digitalen Rundfunks. Dieses Ziel wurde erreicht. Die erworbenen Kompetenzen wurden bereits in Form von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Erweiterung bestehender Empfängerarchitekturen um die DRM Funktionalität eingebracht.



Atmel/Bosch/ FhG/Micronas/Sony/T-Systems

T-Systems:

T-Systems konnte seine Kompetenz im Bereich digitaler Übertragungssysteme weiter ausbauen und ist nun als weltweit agierender Netzbetreiber in einer sehr guten Position. Mit Hilfe der in RadioMondo geschaffenen Know-how-Basis und Technologie ist es gelungen, Sendekapazitäten insbesondere im Kurzwellenbereich besser zu vermarkten. Jedoch auch im Lang- und Mittelwellenbereich konnten langfristige Verträge abgeschlossen werden, bzw. stehen in Aussicht.

Durch die enge Kooperation mit einem deutschen Senderhersteller konnte T-Systems einerseits eine für das Unternehmen bestmöglich angepasste Technologie verfügbar machen, andererseits auch zusätzliche Wertschöpfung generieren.

Aufgrund der fruchtvollen Zusammenarbeit mit den führenden deutschen Firmen auf den unterschiedlichen Gebieten der DRM Technik im Projekt RadioMondo konnten nicht nur für die Einzelunternehmen, sondern auch für den Standort Deutschland positive Impulse gegeben werden.

2.3 Fortschritt an anderen Stellen

Durch die Arbeiten im Rahmen von RadioMondo konnte der Open Source Empfänger „DReaM“ erfolgreich um einen Decoder für den neuen Datendienst NewsService Journaline® erweitert werden.

Der Fraunhofer Spin-Off Coding Technologies stellte auf der NAB2004 einen DRM/AM/FM Front-end Empfänger vor, der via USB an einem PC betrieben wird. Die Idee für ein solches Gerät entstand auf einem RadioMondo Meeting durch die Partner Fraunhofer IIS und Micronas. Während Micronas die Software für das Produkt auf ihrem USB-Audio-Chip UAC3554B adaptierte und die PCB-Boardentwicklung unterstützte, steuerte das Fraunhofer IIS die bereits erwähnte DRM Dekodersoftware bei. Auch wenn die Entwicklung erwartungsgemäß nicht kostendeckend ist, so erlaubt sie die einfache Anwendung und Demonstration von DRM und trägt so zu dessen Erfolg bei.

Mit Hilfe der im Projekt entwickelten Sende- und Multiplextechnik geht auch der deutsche Auslandssender Deutsche Welle der digitalen Zukunft mit DRM entgegen. Die Deutsche Welle experimentiert bereits seit längerem mit den im Projekt entwickelten Zusatz- und Datendienstanwendungen.

Das Fraunhofer IIS ist derzeit mit allen relevanten Chipherstellern im Gespräch, um auf eine schnellstmögliche Chipimplementierung hin zu wirken. Die beiden großen DSP-Hersteller TI und AD haben ebenso DRM Lösungen für Ihre Produkte angekündigt. Im EU Projekt DIAM wurde ein DRM Basisbandchip entwickelt. Allerdings liegt der Fokus bei all diesen Angeboten zunächst auf den Audiodiensten.



2.4 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen

Mitarbeit und/oder Leitung bei folgenden öffentlichen Standards:

“Digitale Radio Mondiale (DRM); System Specification”, European Telecommunications Standards Institute (ETSI), ES 2019080v010202, 2003

“Digitale Radio Mondiale (DRM); Data applications directory”, European Telecommunications Standards Institute (ETSI), TS 101 968v010201

“Electromagnetic compatibility and Radio spectrum matters (ERM)” ;
Transmitting Equipment for the Digital Radio Mondiale (DRM) Broadcasting Service », European Telecommunications Standards Institute (ETSI),
TS 102821v010101, 2003

“Digitale Radio Mondiale (DRM); Multiplex Distribution Interface (MDI)”,
European Telecommunications Standards Institute (ETSI), TS 102820v010101,
2003

“Digital Radio Mondiale (DRM); Specific Restrictions for the Use of the
Distribution EN 302 245 (Part 1 and Communication Protocol (DCP)”, European
Telecommunications Standards Institute (ETSI), TS 102358v010101, 20052)

“Digitale Radio Mondiale (DRM); Receiver Status and Control Interface (RSCI)”,
European Telecommunications Standards Institute (ETSI) , TS 102349v000003



Veröffentlichung von direkten und indirekten Ergebnissen:

Carsten Sigwarth, Frank Mayer, Michael Schlicht, Gerd Kilian, Albert Heuberger: ASIC Implementation of a receiver chipset for the broadcasting in the long-, medium- and shortwave bands (DRM), IEEE International Symposium on Consumer Electronics 2002 (ISCE'02), Erfurt, September 2002

Olaf Korte: Digital Radio Mondiale (DRM) Journaline: New Programs with DRM, 5th Workshop on Digital Broadcasting Systems, September 2004, Erlangen, ISBN 3-8167-6606-4

Gerd Kilian, Albert Heuberger: Hard- and Software Architecture for All-Digital DRM Monitoring Receivers, 5th Workshop on Digital Broadcasting Systems, September 2004, Erlangen, ISBN 3-8167-6606-4

Gerd Zimmermann, Andreas Schäfer: DRM Single Channel Simulcast (SCS) – An important element for the transition from AM to DRM, 5th Workshop on Digital Broadcasting Systems, September 2004, Erlangen

Wolfgang Schäfer: DRM-Empfängertechnik, Talk im TWF auf der IFA'01

Gerd Kilian: Datendienst und Chipsatzentwicklung im Förderprojekt RadioMondo, Talk im TWF auf der IFA'03

Wolfgang Schäfer: TopNews - ein neuer Audiodatendienst fürs Digitalradio, Talk im TWF auf der IFA'03

Carsten Noeske: A new DSP architecture for digital radio applications, 5th Workshop on Digital Broadcasting Systems, September 2004, Erlangen, ISBN 3-8167-6606-4



Präsentation auf Messen:

Die im 2-jährigen Abstand statt findende Internationale Funkausstellung in Berlin (IFA) gilt als eine der weltweit größten Konsumer-Messen im Bereich Rundfunktechnik. Auf beiden innerhalb der Projektlaufzeit veranstalteten Messen präsentierten die Partner die Möglichkeiten des DRM Systems und die Fortschritte im RadioMondo Projekt. Zur IFA 2001 rüstete T-Systems insgesamt 7 AM Sender im Mittelwellen- bzw. Kurzwellenbereich auf DRM Technik um. Weiterhin wurde mit dem Demo- Bus der T-Systems der mobile Empfang auch von KW-Stationen auf dem Messegelände sowie den umliegenden Straßen sehr erfolgreich gezeigt. Im Rahmen der IFA 2003 wurde zusätzlich zu MW- und KW-Stationen erstmals auch eine LW-Aussendung von T-Systems realisiert. Diese Langwellenstation sendete zudem Signale nach dem von Sony entwickelten Single Channel Simulcast Verfahren, welches die gleichzeitige Übertragung von herkömmlichen analogen wie auch digitalen DRM Signalen in einem Kanal erlaubt. Als weiteres Novum realisierte T-Systems die Abstrahlung von insgesamt 5 unterschiedlichen Datendienstanwendungen über DRM. Neben dem im Projekt RadioMondo entstandenen NewsService Journaline ® und Mobile Presenter wurden von Bosch auch TMC und TopNews sowie vom Fraunhofer IIS LivePicture- Services auf der IFA demonstriert. Dazu wurde am Fraunhofer Stand und am DRM Stand der Empfang der Multimediadienste mit der entwickelten NewsBox DRM Radio mit NewsService Journaline® sowie dem Fraunhofer Software Radio vorgeführt.

Die Ergebnisse von RadioMondo wurden auch im Rahmen der CeBIT 2005 auf einem Stand des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) präsentiert. Neben vielen anderen interessierten Besuchern informierte sich die Bundesministerin für Bildung und Forschung, Frau Edelgard Bulmahn, sowie Ministerialdirigent Dr. Wolf-Dieter Lukas persönlich bei Vertretern des Fraunhofer IIS über das Thema DRM und zeigten sich von den Erfolgen des Projektes beeindruckt.



Literaturverzeichnis

- [1] Offizielle RadioMondo Home Page,
www.radiomondo.de
- [2] Official DRM Website,
www.drm.org
- [3] Offizielle DRM Homepage Deutschland,
www.drm-national.de/
- [4] “Digitale Radio Mondiale (DRM); System Specification”,
European Telecommunications Standards Institute (ETSI), ES 2019080v010202, 2003
- [5] “Digitale Radio Mondiale (DRM); Distribution and Communications Protocols (DCP)“,
European Telecommunications Standards Institute (ETSI), TS 102821v010101, 2003
- [6] “Digitale Radio Mondiale (DRM); Multiplex Distribution Interface (MDI)“,
European Telecommunications Standards Institute (ETSI), TS 102820v010101, 2003
- [7] “Digitale Radio Mondiale (DRM); Receiver Status and Control Interface (RSCI)“,
European Telecommunications Standards Institute (ETSI) , TS 102 349v000003
- [8] “Digitale Radio Mondiale (DRM); Data applications directory“,
European Telecommunications Standards Institute (ETSI), TS 101 968v010201
- [9] DRM Software Radio Home Page,
www.drmrx.org
- [10] Digital World Traveler Home Page,
www.codingtechnologies.com/products/digtrav.htm
- [11] Winradio DRM Page,
www.winradio.com/home/drm.htm
- [12] Dream Home Page,
www.tu-darmstadt.de/fb/et/uet/fguet/mitarbeiter/vf/DRM/DRM.html
- [13] Telefunken DRM Modulator Prospekt
http://www.telefunken-sendersysteme.de/pub/TELEFUNKEN_DRM_Technology_ohne_screen.pdf
- [14] Gerd Kilian, Albert Heuberger: Hard- and Software Architecture for All-Digital DRM Monitoring Receivers,
5th Workshop on Digital Broadcasting Systems, September 2004 Erlangen, ISBN 3-8167-6606-4
- [15] Carsten Sigwarth, Frank Mayer, Michael Schlicht, Gerd Kilian, Albert Heuberger: ASIC Implementation of a receiver chipset for the broadcasting in the long-, medium- and shortwave bands (DRM), IEEE International Symposium on Consumer Electronics 2002 (ISCE'02), Erfurt, September 2002
- [16] Carsten Noeske: A new DSP architecture for digital radio applications, 5th Workshop on Digital Broadcasting Systems, September 2004 Erlangen, ISBN 3-8167-6606-4
- [17] Digital Radio (DAB)
www.digitalradio.de