

Burkhard Kainka
www.b-kainka.de

Der folgende Erfahrungsbericht entstand bei der Arbeit zu einem Buch über die DRM-Empfangspraxis, das im Herbst 2003 beim Franzis-Verlag erscheinen soll.

DRM-Empfang mit dem RX320D

Vor der bevorstehenden Massenproduktion kompletter DRM-Empfänger benötigt man zum Empfang von DRM-Sendungen einen Empfänger mit 12-kHz-Ausgang und einen PC. Zur Dekodierung des Signals und zur Umsetzung in einen Audiostrom wird das DRM Softwareradio der Fraunhofergesellschaft eingesetzt. Die Software kann für ca. 60 Euro unter www.drmrx.org online bestellt werden. Viele Kurzwellenempfänger lassen sich für eine ZF von 12 kHz nachrüsten. Der RX320D von Ten-Tec verwendet jedoch bereits serienmäßig eine Zwischenfrequenz von 12 kHz und kann daher ohne Umbau direkt für DRM eingesetzt werden. Der RX320D ist ein direkter Nachfolger des RX320, der zwar ebenfalls eine ZF von 12 kHz besitzt, nicht aber einen entsprechenden Ausgang.

1 Anschlüsse und Installation

Der RX320D ist ein kleines schwarzes Kästchen ohne Bedienelemente und ohne Lautsprecher. Die Bedienung erfolgt grundsätzlich über den PC. Eine kurze Teleskopantenne kann wahlweise eingesetzt werden. Ein Antennenschluss an der Rückseite des Geräts eignet sich zum Anschluss externer Antennen. Für den Einsatz als AM-Empfänger muss ein externer Lautsprecher angeschlossen werden. Für DRM-Empfang kommt man zwar ohne den Lautsprecher aus, er empfiehlt sich aber in jedem Fall zu Kontrollzwecken.



Abb. 1 Der RX320D mit seinem Zubehör

Das Gerät der amerikanischen Firma Ten-Tec kann über die Firma Thiecom (www.thiecom.de) bezogen werden. Zum Lieferumfang gehört eine Installationsdiskette, ein RS232-Kabel zur Verbindung mit dem PC, ein Audiokabel für den Anschluss an die Soundkarte, ein Antennenstecker (Cynch) und ein Anwenderhandbuch. Vor dem ersten Einschalten muss man sich ein passendes Netzteil besorgen oder es gleich mitbestellen. Außerdem sollte ein Lautsprecher wie z.B. ein einfacher PC-Lautsprecher angeschlossen werden. Der Empfänger muss zusätzlich mit einer freien seriellen Schnittstelle des PCs verbunden werden.



Abb. 2 Die Rückseite

Die Installation der mitgelieferten Software bereitet keine Probleme. Unter Setup/Interface muss die verwendete serielle Schnittstelle wie z.B. COM1 oder COM2 angegeben werden. Nun steht dem ersten Test nichts mehr im Wege. Per Software muss dazu eine Frequenz und eine Betriebsart gewählt werden. Eine Frequenz kann nach Anklicken der Digitalanzeige direkt eingetippt werden. Zusätzlich lässt sich der Empfänger über die Pfeiltasten oder den virtuellen Drehknopf anstimmen. Die Abstimmgeschwindigkeit wird über die Frequenzschritte zwischen 10 Hz und 10 kHz eingestellt. Einen ersten Eindruck vermittelt z.B. die Betriebsart AM mit einer Bandbreite von 8 kHz. Für die einzelnen Betriebsarten existieren Voreinstellungen der Bandbreite und der Abstimmsschritte. Für AM-Empfang wird ein Filter mit der Breite 8 kHz und eine Schrittweite von 5 kHz vorgegeben. Beide Werte können aber nach der Wahl der Betriebsart verändert werden. Zusätzlich kann die Charakteristik der automatischen Verstärkungsregelung (ALC) zwischen langsam, mittel und schnell eingestellt werden.

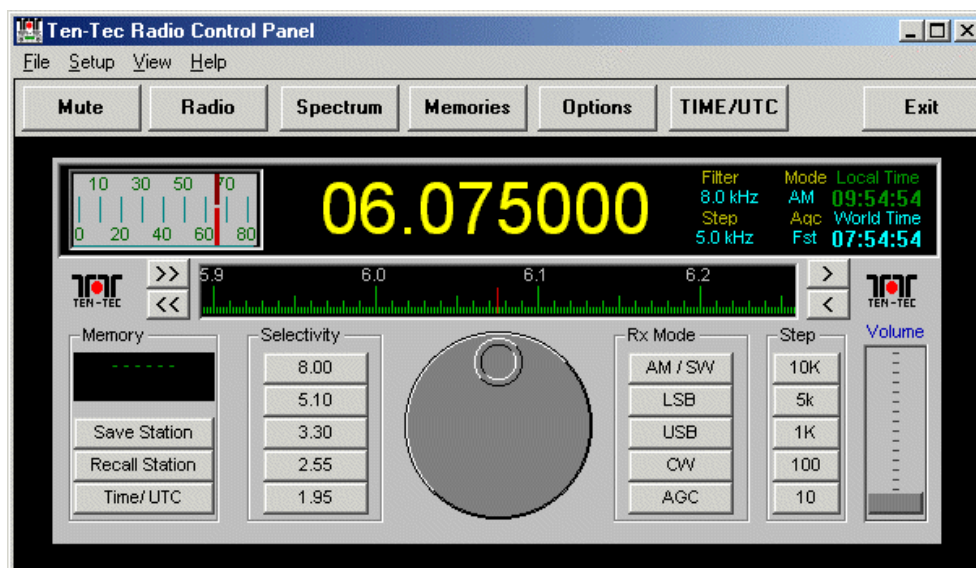


Abb. 3 Das Ten-Tec Radio Control Panel

Der erste Test des Empfängers wurde mit der Stabantenne durchgeführt. Im 49-m-Band können immer einige starke Rundfunksender gehört werden. Die üblichen AM-Stationen werden auf Anhieb klar empfangen, wobei der akustische Eindruck stark vom verwendeten Lautsprecher abhängt. Ein nicht zu kleiner Lautsprecher bietet den besseren Klang. Der erste Eindruck von der Leistungsfähigkeit des Empfängers kann durch zahlreiche laute Störgeräusche getrübt werden, die beim Durchstimmen an vielen Stellen empfangen werden. Aufgrund der hohen Empfindlichkeit und wegen der hoch wirksamen Verstärkungsregelung erscheinen diese Störungen stärker, als sie tatsächlich sind, d.h. auf einer freien Frequenz wird auch eine schwache Störung mit großer Lautstärke empfangen. Die Störungen stammen in vielen Fällen im PC-Monitor. Die meisten Modelle sind unzureichend abgeschirmt und produzieren einen breiten Störnebel sowie starke Oberwellen der Zeilenfrequenz, die zusätzlich mit einem Brummen moduliert sind. Das Handbuch weist bereits auf dieses Problem hin und empfiehlt einen möglichst großen Abstand zum Monitor. Vielleicht liegt hier der Grund, warum man auf Abbildungen zum Thema DRM so oft Laptops findet, denn ein LCD stört weniger als ein Röhrenmonitor.

Erste Versuche zeigen die hervorragende Empfindlichkeit des Empfängers. Sobald man die Stabantenne herausnimmt oder den noch leeren externen Antennenstecker anschließt, ist nur noch das leise Eigenrauschen des Empfängers zu hören. Die Feldstärkeanzeige steht bei 20 bis 30. Bereits die völlig eingeschobene Stabantenne zeigt auf allen Frequenzen einen deutlichen Signalanstieg. Das natürliche Rauschen und der technisch bedingte Störnebel treten deutlich hervor. Die hohe Verstärkung und die Verstärkungsregelung lassen keinen Platz für Stille. Daher tritt auch jedes noch so schwache Störsignal deutlich hervor. Empfänger mit weniger Verstärkung heben die schwachen Signale weniger an und vermitteln eher die Illusion ungestörten Empfangs, weil sich starke Signale beim Durchstimmen deutlicher aus dem Rauschuntergrund erheben. Eine zusätzliche Handsteuerung der ALC würde auch beim RX320D helfen, den Störhintergrund am Lautsprecher nach Belieben abzusenken.

Lange Drahtantennen bringen nur dann ein wesentlich besseres Ergebnis, wenn sie frei außerhalb des Hauses aufgehängt werden. Wenn dies nicht möglich ist, kann eine einfache Rahmenantenne oder eine abgestimmte magnetische Loop helfen, den Störnebel innerhalb von Gebäuden etwas abzdämpfen. Allgemein gilt vor allem für frei hängende Drahtantennen, dass die Signalspannung und auch der Störabstand mit der Länge steigen. Allerdings besteht bei langen Antennen eher die Gefahr, den Empfänger durch einzelne starke Signale zu übersteuern. Bei jeder Übersteuerung entstehen Mischprodukte, die sich wie ein zusätzlicher Störnebel über den ganzen Empfangsbereich legen. Der Härtestest für einen Kurzwellenempfänger ist der Empfang schwacher CW- oder SSB-Stationen im Amateurfunkbereich 7.0 MHz bis 7,1 MHz in direkter Nachbarschaft starker Rundfunksender ab 7,1 MHz. Der RX320D besteht diesen Test mit Bravour. Auch beim Einsatz längerer Antennen zeigen sich keine Anzeichen von Übersteuerung.

2 DRM-Empfang mit dem RX320D

Das Empfängerkonzept des RX320D beruht auf dem Einsatz eines digitalen Signalprozessors (DSP), der die Signalfilterung und die Demodulation der einzelnen Betriebsarten leistet. Der analoge HF-Teil des Empfängers besteht aus einem Dreifachsuper mit den Zwischenfrequenzen 45 MHz, 455 kHz und 12 kHz. Die hohe erste ZF erlaubt den Verzicht auf abgestimmte Eingangskreise, da ein steilflankiges Tiefpassfilter mit der Grenzfrequenz 30

MHz für eine gute Spiegelselektion ausreicht. Die Hauptselektion findet in einem steilflankigen 455-kHz-Filter mit einer Bandbreite von etwas mehr als 10 kHz statt, sodass die volle Bandbreite für DRM gesichert ist. Das Signal wird dann noch einmal auf 12 kHz heruntergemischt, um dem DSP eine genügend kleine Eingangsfrequenz zu bieten. Für den DRM-Empfang wird das 12-kHz-Signal vor dem DSP abgegriffen und in den Line-Eingang der PC-Soundkarte eingespeist. Die Bandbreiten- und Betriebsarteneinstellungen des Empfängers sind daher für DRM unwirksam.

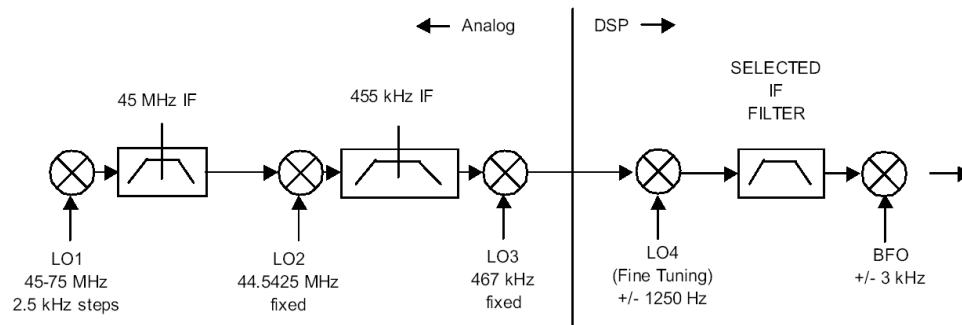


Abb. 4 Frequenzschema des RX320D

Die Grobabstimmung des Empfängers erfolgt über zwei PLL-Oszillatoren, die jeweils eine Hälfte des Bereichs 45 MHz bis 75 MHz überstreichen. Die Abstimmsschritte der PLL betragen 2,5 kHz. Die Feinabstimmung bis zu Schritten von nur 10 Hz übernimmt der DSP. Das bedeutet allerdings, dass empfangene DRM-Sender ein Raster von 2,5 kHz einhalten müssen. Im Kurzwellenbereich gilt ein Raster von 5 kHz, sodass alle üblichen DRM-Sender empfangen werden können. Im Mittelwellenbereich gilt jedoch ein Kanalabstand von 9 kHz, wobei z.B. der Sender Burg auf 531 kHz um 1 kHz neben dem Raster des RX320D liegt. Das DRM Software Radio der Fraunhofergesellschaft verlangt eine maximale Abweichung von 500 Hz. Der Empfang gelingt aber mit dem Open Source Projekt DREAM, das größere Abweichungen toleriert.

Der erste DRM-Empfangstest erfolgte auf Kurzwelle mit dem Sender der Deutschen Welle in Sines/Portugal bei einer Frequenz von 15440 kHz. Die Station wird am Standort Essen mit dem besten Störabstand empfangen. Der Standort mitten im Stadtgebiet und mit erschwerten Bedingungen durch die direkte Nachbarschaft einer Straßenbahn führt zu einem großen Störnebel vor allem auf tieferen Frequenzen. Bei 15,440 MHz sind die Störungen etwas geringer. Außerdem hat der Sender eine optimale Entfernung mit guten Empfangsbedingungen über den ganzen Tag. Daher reicht bereits die Stabantenne für zuverlässigen Empfang.

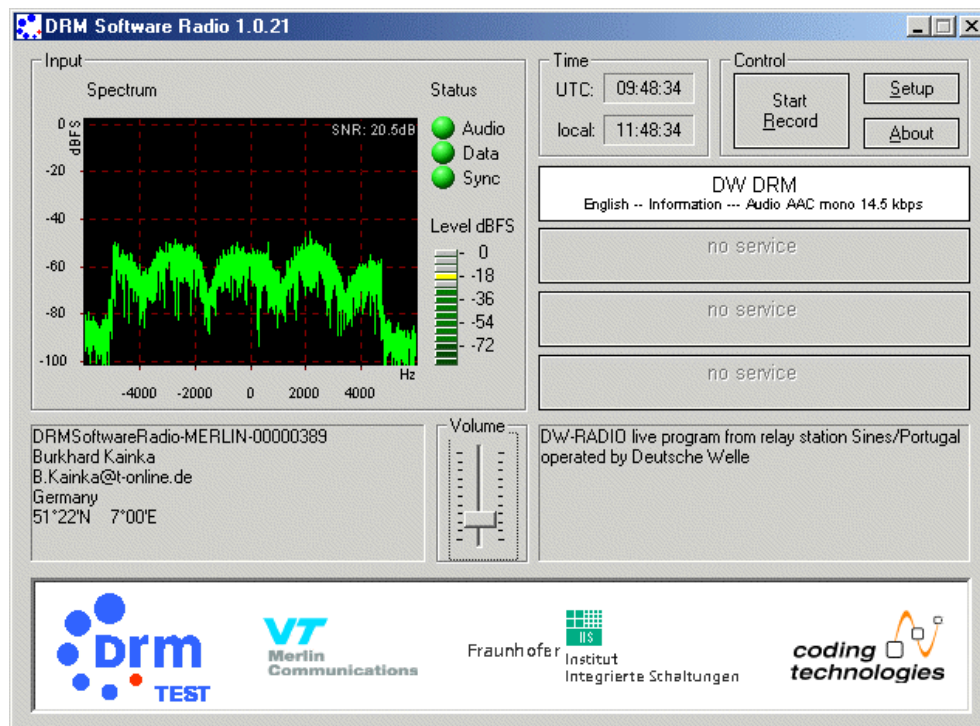


Abb. 5 Empfang bei 15440 kHz mit der Stabantenne

Abb. 5 zeigt den erfolgreichen Empfang mit dem DRM Software Radio. Die Eingangsspannung wurde mit dem entsprechenden Regler der Soundkartensoftware so eingestellt, dass -18 dB der Aussteuerungsgrenze nicht überschritten wird. Der Sender in Sines überträgt mit unterschiedlichen Bitraten. Bei 14,5 kbs reicht ein Signal/Störabstand von etwa 14 dB für die Dekodierung. Mit der Stabantenne wurden meist Rauschabstände um 20 dB erreicht. Damit ergab sich eine ausreichende Sicherheit gegen Fading. Kurzzeitige Einbrüche der Feldstärke führten nur selten zu Aussetzern in der NF-Ausgabe.

Interessant sind Versuche mit teilweise eingeschobener Antenne. Man erkennt eine fallende Signalstärke ohne einen deutlichen Abfall des Signal/Rauschabstands. Auch mit ganz eingeschobener Antenne werden immer noch Rauschabstände über 20 dB erreicht. Allerdings nimmt die Empfindlichkeit gegen Fading etwas zu. Die Beobachtungen zeigen, dass der erreichte Störabstand zum größten Teil vom tatsächlichen Signalpegel und seinem Abstand vom vorhandenen Rauschnebel abhängt. Die Verstärkung und Empfindlichkeit des Empfängers sind daher mehr als ausreichend. In der Feldstärkeanzeige des RX320D sind Pegel zwischen 60 und 100 geeignet für einen erfolgreichen Empfang. Bessere Empfangsergebnisse auch bei schwächeren Empfangssignalen lassen sich nur noch durch wirksamere Antennen erreichen.

3 Sender und Programme

DRM lässt zahlreiche unterschiedliche Übertragungsraten und Dienste zu. Schon während des Testbetriebs kann man sich ein Bild machen. Die Möglichkeiten reichen von Nachrichtensendungen mit geringer Bitrate und hoher Störsicherheit über Stereosendungen für Musik bis zur zusätzlichen Übertragung von Multimedia-Angeboten wie Bildern, Texten und ganzen HTML-Seiten. Die Beobachtung verschiedener Stationen führt nach einiger Zeit

zu einer ganzen Reihe interessanter Sender, die sich in den nach und nach in der Liste vorprogrammierter Frequenzen der RX320D-Software ansammeln.

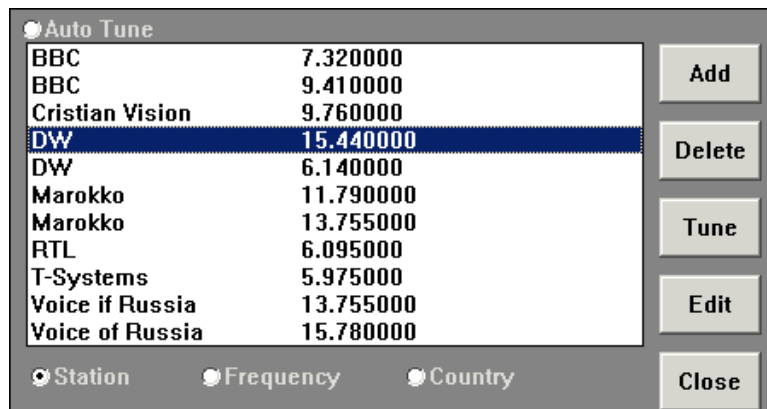


Abb. 6 Gespeicherte DRM-Stationen

Besonders durch sein Stereo-Musikangebot überzeugt der RTL-Sender bei 6095 kHz. Man kann erwarten, dass die Station auf Kurzwelle eines Tages wieder so häufig gehört wird wie der alte AM-Sender von Radio Luxemburg, der es auf einigen Kofferradios der 60er Jahre bis zu einer speziellen Luxemburg-Taste gebracht hat.

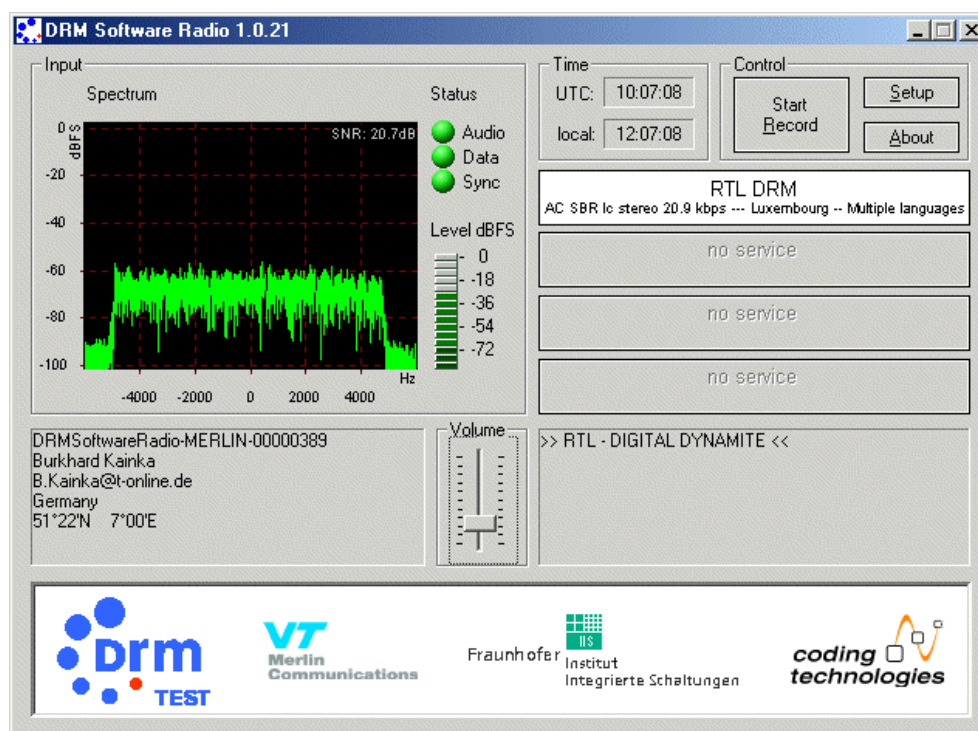


Abb. 7 Stereosendung von RTL

Die Stereosendung mit 20,9 kbps erfordert einen Rauschabstand von mindestens 17 dB. Dieser konnte mit der Stabantenne am gegebenen Standort nicht erreicht werden. Abhilfe schuf eine einfache magnetische Loop, mit der meist unterbrechungsfreier Empfang möglich ist. Teilweise wurden auch Stereosendungen mit nur 17,4 kbps empfangen. Bei immer noch guter Audioqualität reichte dann ein Störabstand ab etwa 12 dB für den Empfang, sodass auch unter

schlechteren Bedingungen ein unterbrechungsfreier Hörerlebnis möglich war. Stereosendungen wurden auch von der Deutschen Welle auf 6140 kHz empfangen.

Die verfügbare DRM-Bandbreite kann unter verschiedenen Diensten aufgeteilt werden die dann in bis zu vier aktiven Service-Fenstern auftauchen. BBC überträgt zeitweise die Kurznachrichten gleichzeitig in vier Sprachen. Eine Besonderheit der empfangenen Aussendungen von BBC ist, dass immer die gleiche hohe Bitrate von 20,9 kbps verwendet wurde, obwohl meist nur in Mono gesendet wurde. Zeitweise waren beide Frequenzen 7320 kHz und 9410 kHz aktiv. Wegen der identischen Bitrate konnte im laufenden Datenstrom zwischen beiden Kanälen gewechselt werden, ohne dass es zu einer Unterbrechung im Audiostrom kam. Ein künftiger automatisierter Empfänger könnte also immer den jeweils stärkeren Kanal wählen.

Die Möglichkeiten übertragender Multimedia-Angebote konnte T-Systems auf 5975 kHz demonstrieren. Hier wurden zusätzlich den bei allen Sendern üblichen kurzen Textmeldungen spezielle HTML-Angebote gesendet. Klickt man die entsprechenden Angebote an, wird der Multimedia Player der Fraunhofer-Software geladen und wartet im Hintergrund auf Daten. Je nach Übertragungsqualität und Datenumfang kann man nach kurzer Zeit die Angebote ansehen.

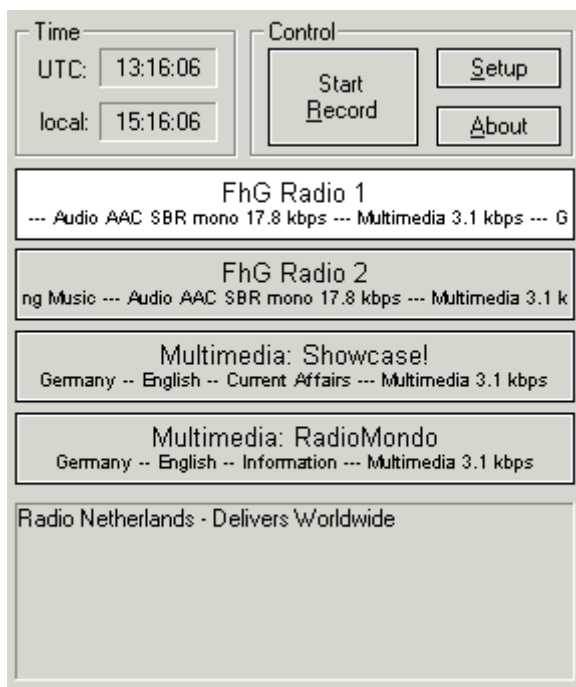


Abb. 8 Angebot von vier Services

Zeitweise werden Zusatzinformationen in Form von HTML-Seiten übertragen. Innerhalb dieser Seiten können aktive Links angeklickt werden, um z.B. eine andere Sprache auszuwählen oder Unterseiten aufzurufen.



Abb. 9 Eine übertragene HTML-Seite im DRM Multimedia Player

Im Multimedia-Showcase und auch als Teil des HTML-Angebots werden auch farbige Bilder übertragen. Hier findet man immer wieder neue Angebote. Künftige Sender könnten hier die unterschiedlichsten Information vom Wetterbericht bis zu Verkehrsübersichten unterbringen.

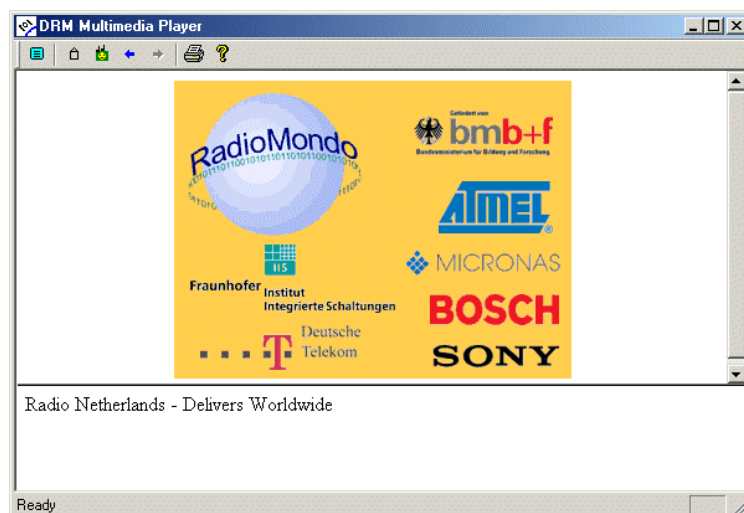


Abb. 10 Eine empfangene Grafik

Interessant ist auch ausgesprochener Fernempfang. Die Einführung von DRM ist vielleicht der Beginn des Ausstiegs aus dem AM-Rundfunk, wobei der Übergang sicherlich noch sehr lange dauern wird. Der DX-Empfang wird jedenfalls in Zukunft schwieriger. Denn während man sich beim Empfang eines schwachen AM-Senders mit einem geringen Störabstand zufrieden geben kann, hört man bei einem gleich schwachen DRM-Sender nichts mehr. Schwache Signale lassen sich dann besser dekodieren, wenn sie mit einer geringen Bitrate gesendet werden. Abb. 11 zeigt ein Signal von Voice of Russia, das auf 15780 kHz mit nur 9,4 kbps ausgestrahlt wurde. Trotz der ungünstigen Empfangsverhältnisse konnte der Audiostrom schon bei einem Rauschabstand von nur 7 dB empfangen werden. Man sieht deutlich, dass sich das Nutzsignal nur knapp aus dem Rauschen erhebt. Die Übertragungsqualität reicht für Nachrichtensendungen voll aus und ist erheblich besser als bei AM-Empfang unter ähnlichen Bedingungen.

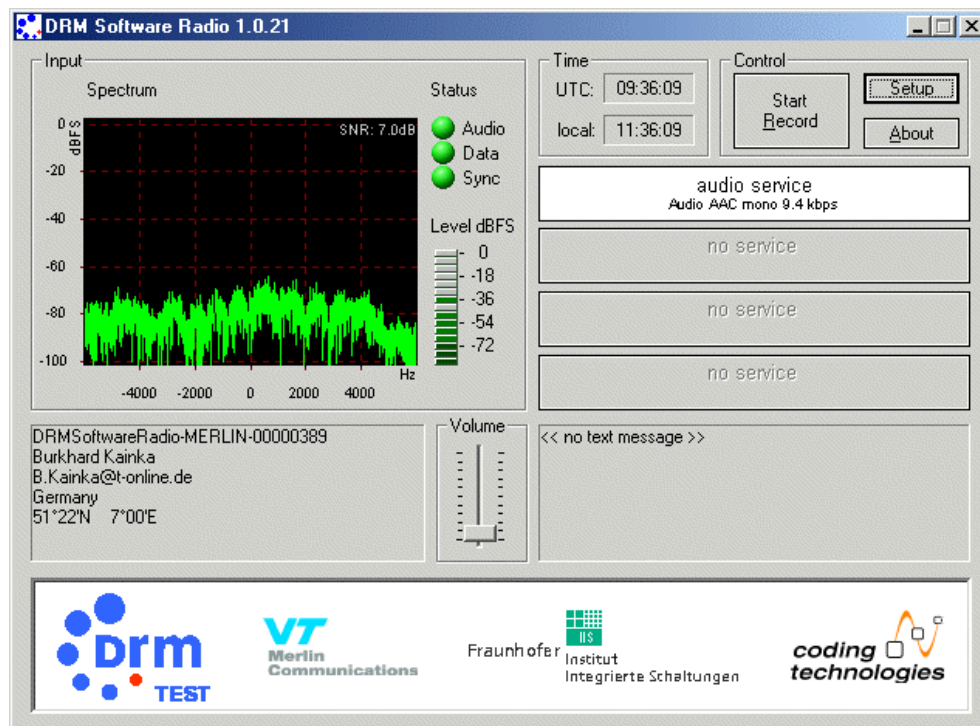


Abb. 11 Aussendung mit geringer Datenrate von VOR

Auch Radio Sawa in Marokko sendet mit geringen Bitraten. Die geringe Sendeleistung von nur 6 kW stellt hohe Anforderungen an Empfänger und Antenne. Hier hat man bereits das erste Objekt für DX-Versuche. Allgemein beugt eine geringe Bitrate möglichen Aussetzern beim Empfänger vor. Oft wünscht man sich auch bei stärkeren Sendern eine kleine Bitrate, da kurzzeitige Aussetzer erheblich störender wirken als eine geringere Audioqualität.