



DRM - Digital Radio Mondiale Drei Buchstaben verändern die (Rund)funkwelt

Am 14. März hielt Harald Wickenhäuser, DK 1 OP, bei der Amateurfunktagung des DARC-Distrikts Oberbayern einen interessanten Fachvortrag zum Thema Digital Radio Mondiale, den wir hier mit freundlicher Genehmigung des Autors abdrucken.

Dem passionierten Kurzwellenhörer fällt diese neue, digitale Sendart bereits deutlich zunehmend im HF-Spektrum auf. Welche praktischen Erfahrungen konnten bisher gewonnen werden? Welche Anwendungsmöglichkeiten bietet DRM dem professionellen und Amateurfunk? Der folgende Vortrag soll hierzu einige Antworten geben.

1. Einleitung

Der regelmäßige Besucher der VHF-UHF-Vortragstagung wird sich beim Studium des Programmes der Tagung möglicherweise folgende Fragen stellen, wenn er auf das Thema dieses Vortrags stößt:

- ⇒ Warum findet ein rundfunkbezogenes Thema Einzug in die Themenauswahl für die Amateurfunk-Fachtagung?
- ⇒ Wem die drei Buchstaben des Themas schon einmal begegnet sind, wird die Frage erweitern: Wenn schon der Rundfunk erhalten muss, warum dann ausgerechnet der AM-Rundfunk mit Schwerpunkt Kurzwelle?
- ⇒ Warum bleibt der EMV/U-Referent nicht bei seinem „Leisten“ und berichtet aus „seiner“ Welt des „Elektrosogs“?

Obwohl ich davon ausgehe, dass sich alle Fragen im Laufe des Vortrags von selbst beantworten werden, möchte ich im Sinne einer Anfangsmotivation einen entschuldigenden Dreizeiler folgen lassen: Rundfunk und Amateurfunk sind in einigen Punkten – und hierzu gehört das Frequenzmanagement – Funkdienste mit einer gemeinsamen Zielsetzung. Insbesondere denke ich hier an den Erhalt und die effiziente Nutzung der elementaren Ressource „Frequenz“. Insofern sollte man regelmäßig

über den Tellerrand hinausblicken und sich informiert halten, was der „Kollege“ treibt. Häufig finden wesentliche Innovationsschübe gerade in vermeintlich altmodischen – man könnte es auch diplomatischer ausdrücken – in ausgereiften Bereichen statt. Der Ersatz des terrestrischen, analogen Fernsehens durch eine digitale Variante und eben die Einführung der neuen Modulationsart DRM im AM-Rundfunk sind gute Beispiele hierfür. Dass sich DRM derzeit vorwiegend auf Kurzwelle abspielt, ist kein Hinderungsgrund für die Beleuchtung dieser neuen Technik. Jede Innovation beinhaltet einen „spin-off“ für Nachbarbereiche. Außerdem ist es erklärtes Ziel der „Amateurfunktagung“, wie sie heuer erstmalig genannt wird, den Funkamateuren der bisherigen Lizenzklasse 2 die Kurzwelle schmackhaft zu machen.

2. Was war und ist die treibende Kraft für DRM ?

Um diese Frage zu beantworten, vergegenwärtigt man sich am besten zunächst die heutige Situation des AM-Hörfunks, die durch folgende Punkte gekennzeichnet ist:

- ⇒ Großes Alternativangebot (UKW, Satellit, Internet)
- ⇒ Überwiegend bessere Audio-Qualität der Alternativen
- ⇒ Zurückgehendes Hörerinteresse an den AM-Bereichen (Langwelle, Mittelwelle, Kurzwelle)
- ⇒ Zunehmende Knappheit der finanziellen Mittel der Rundfunkanstalten
- ⇒ Zunehmender Druck auf die Ressource „Frequenz“ (PLC, LAN, ...)

Vordergründig ist der Trend „weg von LW/MW/KW“ somit erklärbar und bis zu einem gewissen Punkt auch verständlich. Andererseits bietet der AM-Rundfunk Vorteile sowohl für den Programmanbieter als auch den -Konsumenten:

- ⇒ Zusätzliche Programmdistributionskette
- ⇒ Große Reichweite / Hörerreichbarkeit mit wenigen Sendern
- ⇒ Unabhängigkeit von „Krücken“ (Satellit, Internet)
- ⇒ Ausgebaute, zuverlässige Infrastruktur mit hohem Kapitalwert

Ganz nachdrücklich ist aus Sicht eines Funkbetreibers auch darauf hinzuweisen, dass eine nicht genutzte Ressource – hier die Frequenz – mittelfristig (häufig unwiderruflich) verloren geht. Es gibt somit gute Gründe, über den negativen „AM-Trend“ nachzudenken. Man benötigt wohl keinen Unternehmensberater um zu folgendem Schluss zu kommen: Um die Vorteile des AM-Rundfunks auch künftig nutzen zu können, bedarf es der Beseitigung seiner heutigen „Wettbewerbsnachteile“! Von den drei möglichen Szenarien, dieses Ziel zu erreichen

- ⇒ Beibehaltung der heutigen AM-Übertragungstechnik, Veränderung des Programms und der Zielgruppe
- ⇒ Verbesserung der **analogen** Übertragungstechnik, Stichwort: Einseitenbandmodulation (SSB)
- ⇒ Konsequente Einführung moderner digitaler Übertragungsverfahren, Stichwort: Digital Radio Mondiale (DRM)

hat sich aus Gründen, die hier nicht weiter vertieft werden sollen, nur das letztgenannte als gangbar erwiesen.

3. Konsequenzen

Basierend auf der Tatsache, dass die heutigen AM-Bereiche (LW/MW/KW) ohne rigorose technische Reform keine Zukunft mehr für den Rundfunk haben werden, entwickelte sich als Konsequenz aller am Erhalt interessierten Parteien (Rundfunkbetreiber, Institutionen, Hersteller) die Gründung des Konsortiums „Digital Radio Mondiale“ am 5.3.1998 in Guangzhou, China, durch damals 20 Interessengruppen. Inzwischen umfasst dieses Konsortium 48 Vollmitglieder, 12 davon aus Deutschland, sowie 34 assoziierte Mitglieder, 11 davon aus Deutschland. Die Vollmitgliedschaft steht jedem Interessenten für einen Jahresbeitrag von 10.000 US-Dollar offen. Der Anspruch des in den Details zu erarbeitenden DRM-Standards wurde niedergelegt in dem Dokument „DRM, Commercial Committee Output Requirements“. Hier ein kurzer Auszug:

- ⇒ Wesentliche Verbesserung der Empfangs- und Audioqualität in **allen** AM-Bereichen
- ⇒ Kurzfristiger, weltweiter Marktzugang (vergl. GSM)
- ⇒ Preiswerte, leicht bedienbare Empfänger
- ⇒ Akzeptabler Aufwand / Kosten für Übergang analog - digital
- ⇒ „Friedliche Koexistenz“ zwischen analogen und digitalen Diensten (Kompatibilität)

⇒ Übertragungsmöglichkeit zusätzlicher Daten (Program Associated Data PAD, Service Information SI)

⇒ „Offener“, gut erprobter, zukunftssicherer Standard

Es würde den Rahmen des Vortrags sprengen, auf Details der Entwicklung seit Gründung des Konsortiums einzugehen. Es sei nur erwähnt, dass die Zeit intensiv genutzt wurde, um sowohl theoretische als auch praktische (Feld)versuche mit dem neuen System durchzuführen. In der Definitionsphase wurde ich oft an die Zeit vor Einführung des Farbfernsehens in Deutschland erinnert, als die Systeme PAL und SECAM international zur Disposition standen. Ähnliches spielte sich auch mit konkurrierenden DRM-Übertragungsverfahren ab.

4 Resultate

4.1 Administrativ

Wie bereits erwähnt, war allen Konsortialmitgliedern von Anfang an klar, dass einem neuen, komplexen Übertragungsverfahren im Rundfunk nur dann ein Erfolg beschieden sein kann, wenn eine weltweite Standardisierung und Zugang für jeden interessierten Betreiber und Hörer möglich ist. Genau diese Grundvoraussetzungen waren und sind Basis für die Erfolgsgeschichte „Rundfunk“ wie wir ihn heute kennen. Welches technische Produkt kann auf eine Geschichte bis Anfang der 20er Jahre des letzten Jahrhunderts zurückblicken? Einen vergleichbaren, noch jungen Siegeszug hat aus den gleichen Gründen binnen kürzester Frist das Mobiltelefonsystem GSM angetreten. Die Chancen für DRM sind ebenfalls günstig. Die Standardisierung des Systems ist bereits im Jahr 2001 sowohl auf europäischer Ebene (ETSI) als auch international (ITU) definitiv erfolgt. Außerdem ist festzustellen, dass der Standard in Form einer nicht geringen Anzahl von Testsendungen und seit der WRC im Mai 2003 auch in Form regulärer Programme „gelebt“ wird. Pioniere an dieser Front sind insbesondere Internationale Programmanbieter wie Deutsche Welle, BBC World Service, Radio Netherlands, Radio Canada International oder die Voice of Russia. Auf die Aktivität von Radio Luxemburg auf seiner neuen Frequenz 6095 kHz komme ich an anderer Stelle noch zurück. Persönlich darf ich mir die Bemerkung erlauben, dass die Propaganda für DRM sowohl bei den einzelnen Rundfunkanstalten als auch beim DRM-Konsortium deutlich mehr „PEP“ vertragen könnte! Trotzdem: **DRM lebt!**

4.2 Technisch

Bevor Details des DRM-Verfahrens vorgestellt werden, möchte ich auf einige grundsätzliche Probleme moderner Übertragungsverfahren hinweisen. Eine Nachricht digital zu übertragen heißt, dass ein digitaler Datenstrom, bestehend aus Nullen und Einsen, zu übermitteln ist. Würden diese Nullen und Ein-

sen unverfälscht übertragen, so wäre die Lösung der Übertragungsaufgabe ein Kinderspiel. Jeder von uns weiß jedoch, dass dies nicht einmal bei gutartigen Übertragungsmedien (Draht, LWL, Richtfunk, etc.) der Fall ist. Vielmehr muss auch in diesen Fällen etwas dafür getan werden, dass bei digitaler Übertragung die Information unverfälscht den Empfänger erreicht. So kennen wir schon bei normalen Musik-CDs Begriffe wie Forward Error Correction (FEC) und Interleaving, Verfahren, die sicherstellen, dass nicht Staubkörnchen oder gar Kratzer „im Übertragungskanal“ den Musikgenuss beeinträchtigen. Verglichen zur CD stellt aber ein AM-Übertragungskanal und hier, wie die meisten schon wissen oder ahnen, insbesondere die Kurzwelle, einen der bösartigsten Kanäle überhaupt dar. Physikalische Hintergründe für diese Bösartigkeit sind Mehrwegeausbreitung, Dopplerverschiebungen und jede Menge Rauschen. Experten sprechen von einem zeit- und frequenzvarianten Kanal.

Ich erwähne dies nur, um ein wenig dafür zu sensibilisieren, dass die Auswahl eines geeigneten Codes und Übertragungsverfahrens eine keineswegs triviale Aufgabe ist. Hierfür war sehr viel wissenschaftliches Gehirnschmalz gefragt. Eine geschlossene Lösung für alle Betriebsfälle ist, wie wir gleich noch sehen werden, auch nicht möglich. Um die beschrittenen Wege verstehen und bewerten zu können, hier nochmals die Eckpunkte der Aufgabenstellung:

- ⇒ 1. Strikte Einhaltung der verfügbaren Kanalbandbreite:
Langwelle, Mittelwelle: 9 kHz
Kurzwelle: 10 kHz
- ⇒ 2. Übertragung von Modulationsfrequenzen bis ca. 15 kHz (würde ca. UKW-Qualität entsprechen)
- ⇒ 3. Immunität gegen jegliche Art von Fading (insbesondere Selektivschwund)
- ⇒ 4. Immunität gegen Gleich- und Nachbarkanalstörer
- ⇒ 5. Übertragungsmöglichkeit von Zusatz(daten)diensten

Die sich aus den genannten Punkten ergebenden technischen Anforderungen lassen sich zwei großen übergeordneten Bereichen zuordnen:

- ⇒ Bereitstellung einer geeigneten **Kanalcodierung** incl. Modulation
- ⇒ Verfügbarkeit einer dazu passenden **Quellcodierung**

Der erstgenannte Aufgabenbereich „Kanalcodierung“ hat Sorge dafür zu tragen, dass ein Übertragungsverfahren definiert wird, das den Eigenschaften des Übertragungskanals, also hier insbesondere dem garstigen Verhalten eines ionosphärisch sich ausbreitenden KW-Kanals optimal Paroli bieten kann. Die schon mehrfach erwähnte Kompatibilitätsforderung zu bestehenden AM-Kanälen ist eine

ganz entscheidende, unabdingbare Randbedingung. Auch ohne Detailkenntnisse ergibt sich hieraus die eindeutige Zuordnung der o.g. Punkte 1, 3, und 4 zu diesem Aufgabenbereich. Hat man den Themenkomplex Kanalcodierung wissenschaftlich ordentlich erledigt, so wird man recht schnell feststellen, dass der Punkt 2 in den Bereich des Wunschkennens zu verweisen ist und man sich darüber hinaus die Forderung 5 „abschminken“ kann. Die sich hieraus ableitende Aufgabe der Quellcodierung lautet also: „Bringe die zu übertragenden Daten (also in erster Linie digitalisierte Sprache und Musik) in ein Format, genauer gesagt auf eine Datenrate, die der Eingang unseres Kanalcodierers/Modulators noch verkraften kann.“ Sofort fallen einem in diesem Zusammenhang Begriffe wie „Datenkompression, Redundanz, Vocoder, MP3, etc.“ ein. Hier einige Schlagworte:

⇒ Als gut geeignetes Modulationsverfahren stellte sich die **Orthogonal Frequency Division Multiplex (OFDM)** Modulation heraus. Hierbei handelt es sich um ein Vielträgerverfahren, das sich aufgrund seiner rauschartigen spektralen Verteilung sehr gut für den Einsatz in selektiven Kanälen eignet.

⇒ Um dem charakteristischen zeitvarianten Verhalten des Kanals zu begegnen, codiert man die OFDM zusätzlich. Hier spielen Forward Error Correction (FEC), Zeit- und Frequenzverschachtelungen, **Interleaving** genannt, eine wesentliche Rolle. Durch diese Maßnahmen wird aus der OFDM eine noch robustere **Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex (COFDM)** Modulation. Um die Eigenschaften der COFDM optimal den Kanalverhältnissen anpassen zu können, wurden im DRM-Standard **ETSI TS 101 980** folgende vier „**Robustheitsmodi**“ festgelegt:
A: Gutartiger Kanal (typisch LW, MW)
B: Gutartiger KW-Kanal (derzeit am häufigsten verwendeter Modus)
C: Wie B, jedoch größere Dopplerverschiebung
D: Wie B, jedoch größere Dopplerverschiebung und Verzögerung (böserartiger KW-Kanal)
Da man in der Physik nichts geschenkt bekommt, muss man akzeptieren, dass die am Empfangsort erzielbare Audioqualität von A nach D abnimmt.

⇒ Aus der CD-Welt ist uns bekannt, dass für eine erstklassige digitale Audioübertragung Bitraten in der Größenordnung Megabit/s erforderlich sind. Unser Kanalcodierer wird uns aber bestenfalls einige zehn Kilobit/s (typisch 20 ... 25 kb/s) am Eingang gestatten. Erledigt wird dies durch den Einsatz von bereits an anderer Stelle bewährter Codiertechnik, die unter dem Namen Advanced Audio Coding (**AAC**) im ISO MPEG-4 Standard enthalten ist. Für Sprache können die Codierverfahren Code Excited Linear Prediction (**CELP**) sowie Harmonic Vector Excitation Coding (**HVXC**) eingesetzt werden. Zusätzlich für DRM wurde noch die Tech-

nik der Spectral Band Replication (SBR) von Coding Technologies entwickelt, die durch datenratenreduzierte Übertragung der höherfrequenten Audioharmonischen für eine deutlich gesteigerte Brillanz im Klangermpfinden sorgt.

5 Der Weg zu DRM

Es dauerte nicht allzu lange, bis nach Gründung des DRM Konsortiums im Jahre 1998 die ersten „seltsamen“ Signale, die auf einen Einsatz digitaler Übertragungsverfahren schließen ließen, im Kurzwellenbereich auftauchten. Dem aktiven Funkamateure wird dabei nicht entgangen sein, dass gelegentliche Sendungen im Eifer des Gefechts bis in die Amateurbänder hineinragten. Persönlich erinnere ich mich an einen Vorfall, bei dem das 40m-Amateurband ganz schön „zugerauscht“ wurde. Auf die technischen Ursachen hierfür komme ich noch zu sprechen. Digitale Rundfunkausstrahlungen zählten in dieser Zeit noch zu den eher selten zu beobachtenden Erscheinungen im Spektrum. Die Motivation daran teilhaben zu können, war noch nicht allzugroß - weder das genaue Verfahren noch der künftige Erfolg waren gesichert. Anlässlich zweier beim BR in Ismaning in den Jahren 2001 und 2002 gehaltener Vorträge hat es mich dann aber doch „gewurmt“, dass ich, um Interessenten DRM schmackhaft zu machen, auf - zugegebenermaßen eindrucksvolle - Tonkonserven des DRM-Konsortiums zurückgreifen musste. Meine ursprüngliche Skepsis wich einer immer größer werdenden technischen Neugierde, die zur damaligen Zeit allerdings äußerst schwer zu befriedigen war.

⇒ Die damals verfügbaren, wenigen Referenzempfänger lagen, selbst in abgespeckten Versionen, in preislichen Größenordnungen, die vielleicht nicht als unerschwinglich aber doch zumindest als unvernünftig hoch zu klassifizieren waren.

⇒ Die Anfertigung einer Demodulator-Software in Eigenleistung stand für jemanden, der sich hiermit nicht beruflich befasst, außerhalb jeglicher Reichweite.

Im Rahmen meiner Kontakte zum Fraunhofer Institut für integrierte Schaltungen in Erlangen erfuhr ich jedoch, dass das DRM-Konsortium an der Herausgabe einer „light“-Software (SW) für interessierte Hörer arbeitete. Ein sehr vernünftiges Vorgehen, denn wem hilft's, wenn in DRM gesendet wird und mangels verfügbarer Empfänger hört keiner zu? Die damals genannte Preisvorstellung von 60.-Euro erschien mir fair. Ende Januar 2003, und damit nahezu im ursprünglich verkündeten Terminplan, war die Software bei mir im „Kasten“. An dieser Stelle muss, entgegen meiner persönlichen Skepsis, lobend erwähnt werden, dass nahezu alle DRM-Meilensteine stets terminplannah eingehalten wurden!

5.1 Beschaffung und Inbetriebnahme der Software

5.1.1 Kommerzielle Voraussetzungen

- ⇒ Internetzugang. Download über <http://www.drmrx.org/download/bin/software.html>
- ⇒ Kreditkarte zur Abwicklung der Bezahlung

Wem die Abwicklung über Kreditkarte und Internet suspekt vorkommt: Ich kann Sie beruhigen, das Ganze läuft äußerst seriös über die internationale Organisation WorldPay. Eine konventionelle Methode zum Erwerb der Software gibt es nicht und ist auch nicht geplant. Meine Empfehlung für Interessierte, die die o.g. Voraussetzungen nicht aufweisen, wäre, die Beschaffung über einen entsprechend „ausgerüsteten“ Bekannten abzuwickeln.

5.1.2 Mindest-Systemvoraussetzungen PC

Betriebssystem: Windows 2000, XP oder 98 AT-kompatibler PC mit:

- ⇒ 500 MHz Intel Pentium (oder gleichwertiger) Prozessor
- ⇒ 64 MB RAM
- ⇒ 50 MB freier Speicherplatz auf Festplatte
- ⇒ 16-bit SoundBlaster (oder kompatible) Soundkarte, voll-duplexfähig, 48 kHz sampling rate für Ein- und Ausgang; Eingang ohne (Mikrofon-) AGC

Die genannten Voraussetzungen werden von einer großen Anzahl moderner Rechner erfüllt. Bei mir gab es anfangs Probleme mit der Soundkartenschnittstelle, die sich jedoch durch „Spielen“ beseitigen ließen. Die Hotline des Herstellers erwies sich an dieser Stelle als beachtlich inkompetent.

5.2 Mindest-Systemvoraussetzungen Empfänger

- ⇒ Empfangskanal (=ZF)-Bandbreite: 7 kHz (empfohlen ca. 9 kHz)
- ⇒ ZF-Ausgang: 12 kHz
- ⇒ ZF-Ausgangspegel: kompatibel mit Soundkarten-Eingang (i.d.R.unproblematisch)
- ⇒ Kurzzeitstabilität: „möglichst gut“ (Synthesizer)

Die Bandbreitenforderung kann, sollten Sie Ihren SSB-Transceiver im Sinne haben, gewisses Stirnerunzeln verursachen. Selbst manche AM-Filter - und nicht nur in Amateurgeräten - sind einfach zu schmal. Ein altes „Dampfradio“ oder ein moderner Weltempfänger wären möglicherweise geeignetere Kandidaten. Dem Gruppenaufzeitverhalten der Filter ist, im Gegensatz zum FM-Empfang, keine übergroße Aufmerksamkeit zu widmen. Die 12 kHz-Schnittstelle muss man sich wohl

in nahezu allen Fällen - es sei denn, Sie sind glücklicher Besitzer eines ROH-DE&SCHWARZ EK 895 oder EK 896 - selbst „basteln“. Schwierig ist dies jedoch nicht (s. nächstes Kapitel). Für manche gängige Radios gibt es z.B. bei SAT-Schneider preiswerte, komplette Nachrüstätze in „Briefmarkengröße“.

6 Praktische Erfahrungen

Wie bereits im vorigen Kapitel erwähnt, war die DRM-Software ab Ende Januar 2003 auf meinem Rechner betriebsbereit, ohne dass irgend etwas in Sachen Empfänger-Hardware vorbereitet gewesen wäre. Nun musste es also fix gehen - und es ging fix. Noch am gleichen Abend ging es ans Werk.

6.1 Meine Ausrüstung

Ohne den LötKolben schwingen zu müssen, entstand in Windeseile folgender Aufbau:



Component	Type	Manufacturer	Remark
Antenna	EE 81 (active covering antenna)	ROH-DE&SCHWARZ	For field strength measurement and computer program
RF Receiver	Personal (see 2012/10, 11/10/10)	ROH-DE&SCHWARZ	For reception in 14 MHz
Baseband Processor	Personal (see 2012/10, 11/10/10)	ROH-DE&SCHWARZ	For reception in 14 MHz
Microcontroller/Software	Personal (see 2012/10, 11/10/10)	ROH-DE&SCHWARZ	For reception in 14 MHz
Receiver	Personal (see 2012/10, 11/10/10)	ROH-DE&SCHWARZ	For reception in 14 MHz

Die Software wurde gestartet, die Bedienoberfläche - Neuhochdeutsch das „Man Machine Interface“ (MMI) - erschien, die ersten „Synchronisationen“ auf der Frequenz 855 kHz fanden statt und die Laufschrift mit der Stationsankündigung „DLR“ (das war auf Mittelwelle am späten Nachmittag) erschien. Aber das war's dann zunächst auch schon. Von Audio keine Spur - soo einfach sollte der Einstieg in DRM nun doch nicht gelingen. Aber machen wir's wieder kurz: Nach schier endlos erscheinenden Variationen der Soundkartenkonfiguration, der endgültigen Resignation nahe, zu vorgerückter Stunde: 11755 kHz im 25 Meterband: Radio Netherlands von der Insel Bonaire, Niederländische Antillen. War das wirklich mein Kurzwellen-Radio, das diesen Klang bescherte? Hat mir jemand einen Streich gespielt und eine Satellitenübertragung eingespielt? Oder war es doch schon etwas zu spät und die Müdigkeit zusammen mit einer Überdosis DRM der letzten Tage spielte meinen Sinnen einen Streich? Nichts von alledem. Es war DRM wie es lebt und lebt. Vielleicht können sich altgediente „Kurzwellen-Haudegen“ im Auditorium vorstellen, wie ich mich gefühlt habe: Mit Kurzwelle hatte

dies vermeintlich nichts mehr zu tun. Ich empfand mich im „falschen Film“ oder genauer gesagt im „falschen“ und doch wieder richtigen Frequenzbereich. Meine erste Begeisterung flaute keineswegs ab, sondern steigerte sich in einen Zustand technischer Verliebtheit. Diese Qualitäten hätte ich meiner alten Freundin Kurzwelle wirklich nicht zugetraut. Bis auf den heutigen Tag bin ich regelmäßiger Besucher der Internetseiten mit den „Fahrplänen“ der aktuellen DRM-Sendungen, um ja nichts zu versäumen.

6.2 Das Programmangebot

Inzwischen existiert eine stattliche Anzahl von Programmanbietern, benutzten Frequenzen und Senderstandorten. Ursprüngliche Testsendungen sind (z.B. Deutsche Welle) einem regulären Programmbetrieb gewichen. Als einer der ersten Sender hat RTL mit der Ausstrahlung von Sendungen in zunächst „low complex“ jetzt „parametric“ Stereo begonnen. Auch wenn diese Art Stereo nicht ganz die Wertigkeit des uns bekannten UKW-FM-Stereo erreicht, ist der Zugewinn an Klangvolumen, insbesondere bei Unterhaltungsmusik, beachtlich. Auch erste durchaus positive Erfahrungen mit klassischer Musik – Welch ein Unding bisher: Klassische Musik auf Kurzwelle! – liegen in geringem Umfang vor. Musikaufzeichnungen auf Tonbandkassetten wurden von allen Zuhörern als „UKW-FM-like“ bezeichnet. Die für den Kurzwellenempfang so typischen Attribute wie Schwund, Verzerrungen (linear und nicht-linear), Knacksen und Rauschen sind bei DRM nicht mehr existent.

6.3 Die Senderseite

Als passionierte Funkamateure interessiert uns natürlich jedes Glied der Übertragungskette. Die Senderseite spielt hierbei eine äußerst wichtige Rolle und verdient unsere besondere Aufmerksamkeit. Bei den für DRM eingesetzten und noch einzusetzenden Sendern handelt es nahezu ausnahmslos um (zunächst) AM-Sender hoher bis sehr hoher HF-Ausgangsleistung. Es bestanden bereits von Beginn der DRM-Idee an die Grundforderungen, dass

⇒ die Mehrzahl bereits vorhandener AM-Großsender durch Umrüstung DRM-tauglich gemacht werden müssen. Stellt ein derartiger Sender doch einen Kapitalwert in Millionenhöhe dar.

⇒ durch den DRM-Betrieb keine größere Bandbreite als durch den bisherigen AM-Betrieb belegt werden darf. Dies bedeutet 9 kHz Gesamtbandbreite auf Lang- und Mittelwelle und 10 kHz auf Kurzwelle.

In diesem Zusammenhang muss klar darauf hingewiesen werden, dass das DRM-Signal – auch wenn es auf den ersten Blick vielleicht so aussieht – keineswegs ein Signal mit konstan-



ter Hüllkurve ist. Für die Verstärkung dieses Signals gelten also die uns aus der SSB-Technik hinlänglich bekannten Regeln bezüglich Linearität und eingenommenem Spektrum. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass bereits das DRM-Basisbandsignal die o.e. Bandbreiten nahezu „rechteckig-voll“ ausschöpft. Anders ausgedrückt: Die Leistungsverstärkung darf keine nennenswerte weitere Verbreiterung des Signal verursachen, möchte man nicht einen Krieg mit den Frequenznachbarn riskieren. Erste Versuche mit umgerüsteten Sendern machten diesen Sachverhalt, z.T. auch in Amateurbändern feststellbar, dramatisch klar. Bis vor nicht allzulanger Zeit gab es in diesem Punkt noch jede Menge Hausaufgaben in den zuständigen Labors zu erledigen. Mittlerweile scheint man das Problem in den Griff bekommen zu haben.

Unter Berücksichtigung der o.e. Grundforderungen sind folgende Konzepte möglich:

⇒ a) AM-Sender mit Anoden-B-Modulator

Das komplette DRM-Signal wird der Endstufe zugeführt. Die Endstufe muss in einen linearen Betriebszustand gebracht werden (i.d.R. von Klasse C nach Klasse AB). Der Anodenmodulator wird stillgelegt. Dieses Konzept wird insbesondere für alte AM-Sender verwendet und ist technisch problematisch, da nicht alle Endröhrentypen (trotz Klasse AB) eine ausreichende Linearität aufweisen. Durch eine Amplitudenvorverzerrung im DRM-Modulator kann zwar eine zusätzliche Linearisierung gelingen. In der Praxis erweist sich aber diese veraltete Senderklasse als widerborstig und nicht sinnvoll umrüstbar.

⇒ b) AM-Sender mit Pulsdauermodulator (PDM)

Das DRM-Signal wird in eine Amplituden- und eine auf konstanten Pegel begrenzte Phasenkomponente zerlegt. Die Phasenkomponente wird der Endstufe direkt (Gitter1) zugeführt. Aufgrund der an dieser Stelle konstanten Hüllkurve besteht

keine Linearitätsforderung, d.h. die Endstufe kann weiterhin im ökonomischen Klasse C-Betrieb gefahren werden. Die Amplitudenkomponente wird dem Ausgangssignal über den PDM wieder zugefügt. Dieses Verfahren funktioniert relativ problemlos bei moderneren Sendern mit PDM, bei denen die Modulationsbandbreite Werte 35 kHz erreicht. Auch bei diesem Konzept wird erforderlichenfalls zur Einhaltung der Spektrumsmaske mit Vorentzerrung gearbeitet.

⇒ c) SSB-Sender

Selbst im Leistungsbereich 500 kW bis 1 MW wurden SSB-taugliche Rundfunksender (z.B. S4105 von Telefunken Sendertechnik) angeboten. Dass ein von Haus aus linearer Sender für den DRM-Betrieb prädestiniert ist, bedarf keiner besonderen Erwähnung. Das komplette DRM-Signal kann der Endstufe zugeführt werden. Schaut man hinter die Kulissen eines solchen, modernen Senders, so erfährt man, dass im genannten Leistungsbereich auch das Verfahren der Hüllkurven-Elimination und -Restoration (EER) angewendet wird und erkennt die Verwandtschaft zu b.

Ein DRM-Sender muss in der Lage sein, den Spitzenwert des Signals verzerrungsarm zu übertragen. Die Modulationsarten SSB und DRM sind, wie bereits angedeutet, in diesem Punkt direkt miteinander vergleichbar. Ein DRM-Signal weist durch seine ca. 200 Einzelträger innerhalb der Kanalbandbreite ein Verhältnis Spitzenwert zu Mittelwert (sog. Crest-Faktor) von ca. 11 dB auf. Ein gut dimensionierter AM-Sender mit 500 kW Trägerleistung muss für einen Modulationsgrad von 100% eine Spitzenleistung von 2.000 kW bereitstellen können. Wenn wir von diesem Wert den DRM-Crest Faktor abziehen, kommen wir auf einen Mittelwert von 158 kW. Diese Abschätzung erläutert anschaulich die Leistungsangabe von 150 kW_{eff} (tiefgestellt: eff) für die 500 kW-AM-Sender Wertachtal der Deutschen Welle im „DRM Live Broadcast Schedule“. Da der Mittelwert für die Stromaufnahme des Senders verantwortlich zeichnet, ist

hiermit auch der DRM-Vorteil „Energieeinsparung“ abgehandelt.

Ein weiterer für das OFDM-Verfahren sehr wichtiger Parameter der Übertragungskette ist der Störphasenhub im Nutzkanal. Sowohl auf der Sender- als auch auf der Empfängerseite bekommt man Nachlässigkeiten in diesem Punkt mit einem schlechten Signal-/Rauschabstand (Signal to Noise Ratio, SNR; siehe digitale Anzeige im Spektrumsdisplay des MMI) erbarmungslos quittiert. Bei bekannten (und hoffentlich guten) Werten für den eigenen Empfänger ist es übrigens hochinteressant, die bei den einzelnen Sendern erzielbaren Maximalwerte, die durchaus als Qualitätskriterium des Senders gewertet werden dürfen, miteinander zu vergleichen. In der Praxis wird man in der Mehrzahl der Fälle mit Werten zwischen 20 und 25 dB rechnen können. Werte um 30 dB lassen, einen guten Empfänger vorausgesetzt, sowohl auf einen erstklassigen Sender als auch auf gute Ausbreitungsbedingungen schließen. Dieses SNR (vor der Dekodierung) hat übrigens nichts mit dem auf der NF-Seite erzielbaren, viel höheren, SNR zu tun.

6.4 Kritische Punkte der bisherigen Betriebserfahrungen

Dass es sich bei DRM um ein digitales System handelt, erfährt man recht schnell: Man hat, vergleichbar mit dem GSM-Mobilfunknetz, entweder guten Empfang oder - nahezu Übergangslos - keinen Empfang. Einen DXer, der ja gerade in diesem Übergangsbereich seine persönlichen Qualitäten ausspielen kann, wird dieses digitale Verhalten nicht sonderlich begeistern.

6.4.1 DRM-Parameterwahl auf der Senderseite

Wird aufgrund mangelhafter Kenntnisse von Kanal- (d.h. Ausbreitungs)eigenschaften ein unpassender DRM-Betriebsmodus gewählt, so kann es passieren, dass trotz beachtlicher Empfangssignalstärke aufgrund von Mehrwegeempfang und eines zu klein gewählten Guard-Intervalls die DRM-Dekodierung nicht funktioniert. Der Referent hat dies anlässlich einer Sondersendung von Radio Canada International (RCI) für die EDXC-Konferenz im letzten Sommer in Königstein in dramatischer Weise erlebt. Der Empfang war zu nächst durch permanente, massive drop outs völlig unakzeptabel. Durch einen Telefonanruf bei der Sendestelle in Sackville, New Brunswick, Canada, konnte während der Sendung eine Vergrößerung des Guard Intervalls (natürlich einhergehend mit einer Verringerung der Nutzdatenrate) veranlasst werden. Das spontane Resultat: Tadelloser Empfang in nahezu UKW-Qualität.

6.4.2 Störungen durch Fremdsender

Unter dieser Überschrift sind verschiedene Szenarien zu unterscheiden. Die Nutzung der

DRM-Bandbreite von 10 kHz im Kurzwellenbereich geht von einer koordinierten Frequenzbelegung derart aus, dass der untere und obere Nachbarkanal (zumindest für den vorgesehenen Versorgungsbereich) nicht belegt sind. In der Realität handelt es sich hierbei jedoch um Wunschdenken und man wird häufig eine Belegung 5 kHz unterhalb und/oder oberhalb des gewünschten Kanals vorfinden. Handelt sich bei der Nachbarkanalbelegung um ein gutartiges, d.h. sauber moduliertes AM-Signal, so kann man durch Einengung der empfängerseitigen Bandbreite, je nach Filterkurve bis auf minimal 7 kHz, den besonders störenden Träger des Nachbarkanals bekämpfen. Die Stabilität des DRM-Empfangs wird hierdurch allerdings beeinträchtigt. Eine quasikontinuierliche Bandbreiteneinstellung evtl. sogar noch in Verbindung mit einer Passbandtuning sind ungemein hilfreiche Empfängerattribute um mit derartigen, schwierigen Empfangsbedingungen fertigzuwerden. Das Beeindruckende: Man sieht ihre Wirkung sofort auf der Spektrumanzeige des MMI. Die Realisierung eines optimalen DRM-Kanalfilters für künftige DRM-Empfänger halte ich für eine höchst anspruchsvolle Aufgabe. Die DSP-Technik wird zur Erreichung dieses Ziels wesentlich beitragen. Bei Gleichkanalstörungen mit gutartiger Modulation erkennt man ebenfalls anschaulich auf dem Spektrumsdisplay, dass es zu merklichen Störungen kommt, wenn der Störträger 10 ... 20 dB über die Amplitude der OFDM-Einzelträger hinausragt. Bei bössartiger (d.h. stark verzerrter und / oder komprimierter) Modulation kann man sogar beobachten, dass der Störer erst nach Abschalten des DRM-Signals identifiziert werden kann, d.h. der Störer verbirgt sich „unter“ dem DRM-Signal.

6.4.3 Störungen durch Pulse

Generell – In Messungen mit einem Puls-generator an meiner hier beschriebenen Empfangseinrichtung wurde eine gewisse grundsätzliche Pulsstörepfindlichkeit festgestellt. Es muss aber an dieser Stelle deutlich darauf hingewiesen werden, dass die mit professionellen Komponenten erstellte Empfangseinrichtung zwar gute konventionelle Empfangseigenschaften aufweist, was jedoch nicht notwendigerweise bedeutet, dass dies bereits das Optimum für DRM darstellt. Ich komme im Abschnitt „Regelung“ nochmals auf diesen Punkt zurück.

Niederfrequente Spektren – Schaltnetzteile, sog. elektronische Transformatoren (z.B. für Halogenbeleuchtungen), Energiesparlampen, etc. erzeugen hochfrequente 50 Hz- bzw. 100 Hz-Linienspektren. Diese „dichten“ Spektren beinhalten ein enormes DRM-Störpotential. Mehrfach habe ich festgestellt, dass die Ursache für die Verschlechterung des DRM-Empfangs (zu einem Ausfall kam es bisher noch nicht) auch erst wieder nach Abschalten der DRM-Station zu erkennen war. Leider war es mir bisher noch nicht möglich,

diesen Zusammenhang quantitativ zu ermitteln und darzustellen. Der hier beschriebene Sachverhalt untermauert auch nachdrücklich die Unverträglichkeit zwischen PLC und DRM!

Gewitterstörungen – Im letzten Sommer gab es reichlich Gelegenheit, diese Achillesferse von DRM zu studieren. Bei örtlichem oder nahem Gewitter können Sie DRM-Empfang, unabhängig von der Regelzeitkonstante (s. nächster Abschnitt) vergessen. In diesem Szenario zeigt sich eine klare Überlegenheit des AM- und SSB-Empfangs. Bei „normalem“ QRN ist DRM-Empfang abhängig vom Pegelunterschied QRN / DRM und von der QRN-Pulsfolge möglich. In der Regel ist mit einer erhöhten Anzahl von Drop Outs beim Empfang zu rechnen. In DSP-Expertenkreisen spricht man jedoch von Verbesserungsmöglichkeiten durch Signalverarbeitungstricks in Richtung Störaustastung.

6.4.4 Empfängerregelung

Es wurden Versuche mit der Variation folgender Parameter gemacht:

- ⇒ Spitzenwertregelung
- ⇒ Mittelwertregelung
- ⇒ schnelle Regelung (50 dB/sec)
- ⇒ langsame Regelung (5 dB/sec)
- ⇒ Handregelung

Um eine gewisse Immunität gegenüber gelegentlichen Pulsen (Schaltknacke, QRN, ...) zu haben, ist der Mittelwertregelung der Vorzug zu geben. Dies setzt jedoch voraus, dass der Empfänger mit dem DRM-Crestfaktor zusätzlich einer Aussteuerreserve („Headroom“), in Summe etwa 15 dB, gut klar kommt. Für einen guten Empfänger stellt dies kein Problem dar. Die Wahl der Regelzeitkonstanten kann sich an den jeweiligen Empfangsbedingungen orientieren. In der Mehrzahl der Fälle erweist sich, insbesondere im Kurzwellenbereich, eine schnelle Regelung als vorteilhaft. Durch Einsatz der Handregelung konnte in keinem schwierigen Empfangsfall (z.B. Gewitter) eine signifikante Verbesserung erzielt werden. Lassen Sie mich das Thema „Regelung“ mit zwei Feststellungen abschließen:

- ⇒ Der Einfluss der o.e. konventionellen Regelungsparameter auf das DRM-Empfängerergebnis ist gering.
- ⇒ Konventionelle Regelungen stellen für den Empfang von OFDM-Signalen eine „suboptimale“ Lösung dar. Bessere Konzepte könnte man sich in der Form getasteter Regelungen (wie beim Fernsehen) vorstellen, die sich an Spezifika des eigentlichen OFDM-Signals orientieren. Wer hierzu gute Einfälle hat, könnte seinen Namen durchaus in künftigen Patentschriften wiederfinden!

6.4.5 Audioqualität

Wenn die Begeisterung über den gelungenen DRM-Einstieg einer (zugegebenermaßen sehr viel) kritischer werdenden Betrachtungsweise weicht, wird man auf Phänomene stoßen, die sich messtechnisch kaum objektivieren lassen. Bei der subjektiven Beurteilung der Audioqualität eines laufenden Programms unter Einsatz eines guten Kopfhörers sowie eines geschulten Ohrs, wird einem Folgendes auffallen:

Insbesondere bei der Sprachübertragung deutlich hörbar, gibt es in Silbenlänge - ich möchte es einmal „Geräusche“ nennen - die an diese Stelle nicht hingehören. Ursache hierfür sind sog. Artefakte (Transcoding Effekte), deren Ursprung in der Arbeitsweise des Vocoders (hier MP4) zu suchen ist. Nun haben die für DRM benutzten Vocoder inzwischen einen hervorragenden Reifegrad erlangt, den sie allerdings nur dann voll ausspielen können, wenn das ihnen angebotene Programmmaterial ihrer „Erwartungshaltung“ entspricht. Und genau diese Erwartungshaltung kann durch studioseitige NF-Aufbereitung (Stichwort „Optimod“) sowie durch zweitklassige Modulationszubringerstrecken soweit verdorben werden, dass der Vocoder im DRM-Modulator in der beschriebenen Weise reagiert. Es ist somit auch nicht verwunderlich, dass es zwischen den Sendeanstalten deutlich hörbare Audio-Qualitätsunterschiede gibt. Zum jetzigen Zeitpunkt ein „Ranking“ vorzunehmen, wäre aus mehreren Gründen unfair und soll daher unterbleiben. Die Tatsache, dass dieser Effekt bei Sprache viel deutlicher auffällt, ist damit erklärbar, dass das menschliche Ohr/Gehirn „weiß“, wie Sprache natürlich zu klingen hat. Diese gewissermaßen „festverdrahtete“ Referenz existiert bei Musik (speziell bei Unterhaltungsmusik) zumindest nicht in dieser Ausprägung. An dieser Stelle könnte man ein sehr großes Fass mit Inhalt „Physiologie des Hörens, Expert Listener, Hörergewohnheiten, Sounddesign, Privatsender etc.“ aufmachen. Doch lassen wir das lieber. Der hier beschriebene, behebbare Schwachpunkt darf also dem Kapitel „unerledigte Hausaufgaben“ zugeordnet werden. Er ist den Fachleuten bekannt und wird hoffentlich mit zunehmender DRM-Verbreitung kein Thema mehr sein.

7 Die Zukunft von DRM

Bis vor nicht allzu langer Zeit existierte für das zarte Pflänzchen DRM ein ausgeprägtes Henne-Ei-Problem derart, dass die Rundfunkanstalten argumentierten: „Wir würden ja schon in DRM senden, wenn es denn jemanden gäbe, der uns zuhört“. Eine unmißverständliche Aufforderung in Richtung Empfängerhersteller. Das Gegenargument der empfängerbauenden Industrie: „Wozu Empfänger, wenn es keine Sendungen gibt?“ Nun, spätestens seit der WRC 2003 ist dieser gordische Knoten durchtrennt und, wie man sich anhand des „DRM-Live Broadcast Schedules“ über-



Autor Harald Wickenhäuser (im Bild ganz rechts) auf dem Stand der Firma Rohde & Schwarz auf der EDXC-Konferenz 2003 in Königstein (Foto: Andy Schmid)

zeugen kann, gibt es keinen Mangel an DRM-Sendungen. Diese Aussage trifft trotz aller Beteuerungen für die Verfügbarkeit preisgünstiger, portabler Empfänger noch nicht zu. Neben gut gemeinten Kompromisslösungen für den Start (ein modifizierter „Sangean“ von Coding Technologies) konzentrieren sich derzeit die Hoffnungen auf den **Mayah**. Klarer Hemmschuh: Der Preis um 700.-Euro. Nur Pioniere werden die Anschaffung dieses Geräts in Erwägung ziehen.

Was das Marketing der Idee „DRM“ betrifft, habe ich immer wieder den Eindruck, dass viele Aktionen suboptimal angegangen werden:

- ⇒ Warum hat man von der Funkausstellung in Berlin im letzten Jahr alles über Flachbildschirme erfahren und über die guten und interessanten DRM-Aktivitäten dort gab es keinen einzigen auffallenden Bericht in den Medien?
- ⇒ Warum ist es so umständlich über die Website der Deutschen Welle an den DW-DRM-Programmfahrplan zu kommen? Über die ersten Tests im Wertachtal wurde man nur über Fachjournale – und dies nicht zuverlässig – informiert.
- ⇒ Warum gibt es auf Lang- und insbesondere auf Mittelwelle nicht zumindest **eine** dauerhafte Aktivität dahingehend, um zu zeigen, dass mit **einem** Sender eine große Region in UKW-Qualität versorgt werden kann. Dass man zeitweise den BBC World Service auf 1296 kHz in UKW-Qualität empfangen kann, ist zwar aufregend, aber warum gibt es nicht einen vergleichbaren deutschen Mittelwellensender in DRM? 1 Kilowatt aus Berlin von DLR ist nicht das, was ich meine!

⇒ Warum findet man auf den DRM-Internetseiten so viel „Schnee von gestern“? Das leidige Thema der Pflege von Websites!

Wer die digitale Hörfunkszene verfolgt, dem drängt sich unwillkürlich der Vergleich mit dem eher erfolglosen DAB auf. Der wesentliche Unterschied zu DRM liegt allerdings in der Tatsache begründet, dass der Nutzen von DAB für den Hörer in Anbetracht eines perfekt funktionierenden UKW-Sendernetzes so gut wie nicht wahrnehmbar ist. Bei der Empfängersituation sind derzeit allerdings noch deutliche, äußerst negative Parallelen (Angebot, Preis) zwischen DAB und DRM erkennbar. Die geplante, enge Zusammenarbeit zwischen DAB- und DRM-Seite erachte ich als einen hervorragenden, konfliktfreien und hochsynergetischen Schritt in die richtige Richtung. Meine Meinung: Die Zukunftsaussichten von DRM sind - richtige Vermarktung vorausgesetzt - hervorragend.

8 Auswirkungen von DRM auf die Funkwelt

Rundfunk – Über die Zukunft von DRM wurden bereits im vorigen Kapitel Überlegungen angestellt. Grundsätzlich ist DRM auf friedliche Koexistenz mit der bestehenden Rundfunkzenerie ausgelegt. Im Falle des wünschenswerten Erfolgs von DRM wird sich DRM derart auswirken, dass innerhalb einer angemessenen Übergangszeit DRM im internationalen KW-Rundfunk eine hohe Verbreitung erfahren wird. Aus Gründen, die ich aus Zeitmangel hier nicht vertiefen kann, ist nicht davon auszugehen, dass der bisherige KW-AM-Rundfunk weltweit komplett durch DRM abgelöst werden wird. Die Einführung von DRM auf Lang- und Mittelwelle würde eine große Anzahl von Kanälen für eine quali-

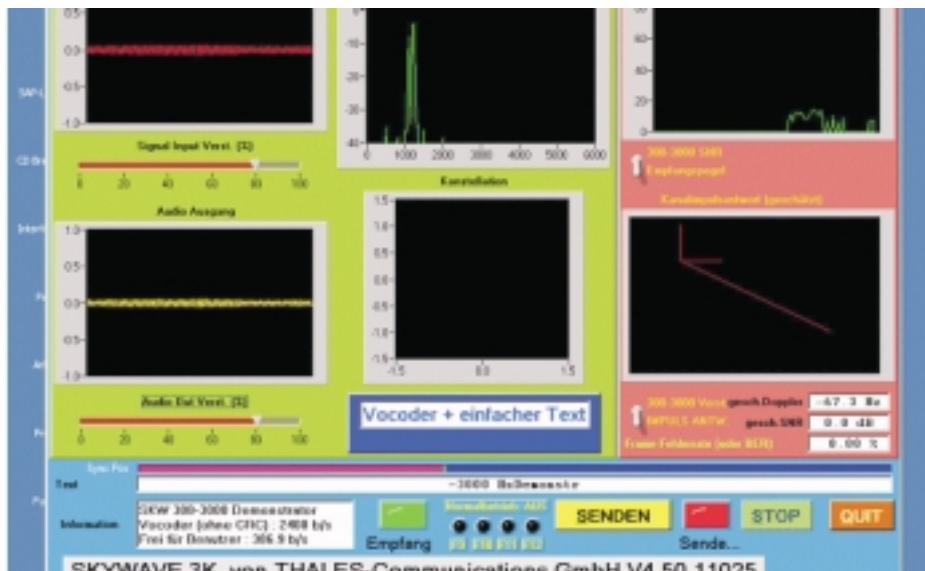
tativ hochwertige Versorgung großer Flächen mit wenig Senderaufwand schaffen. Im Sinne der Programmpluralität ein sehr sympathischer Gedanke, der hoffentlich auch potentielle, private Programmanbieter beschleichen wird!

Professioneller Funk – Die Modulationsart OFDM hat bereits begonnen, sich im professionellen Funk – und zwar nicht nur auf Kurzwelle – aufgrund ihrer spezifischen Vorzüge zu verbreiten. Im Kurzwellenbereich interessiert sich insbesondere eine der verbliebenen Hauptnutzergruppen, nämlich das Militär, stark für OFDM. In Zeiten schmaler Budgets ist es nun selbst in dieser Nutzergruppe nicht unüblich, sich nach preiswerten zivilen, sog. **Commercial Off The Shelf (COTS)** Produkten umzusehen. Ohne Zweifel würde das DRM-Material in diese Kategorie fallen. Was bei dieser Überlegung jedoch nicht gebührend berücksichtigt wird, sind folgende Fakten:

- ⇒ DRM hat als minimale Kanalbandbreite („halber Kanal“) nur die Werte 4,5 kHz und 5 kHz standardisiert. Professionelle Nachrichtenkanäle gehen im KW-Bereich von 3,1 kHz Kanalbreite aus.
- ⇒ DRM ist als „Point to Multipoint (P2M)“-Verfahren (Rundfunk) konzipiert. Dies wiederum bedeutet, dass der Synchronisationszeit eine untergeordnete Bedeutung zukommt, da sie ja nur beim erstmaligen Einstellen des Empfängers auf den DRM-Sender in Erscheinung tritt. Bei DRM liegt sie im Sekundenbereich und ist somit für „Point to Point (P2P)“ (Wechselsprechen) nicht sonderlich gut geeignet.

Insofern dürfte sich ein direkter Einsatz von DRM-Geräten unter den heutigen Randbedingungen auf Sonderfälle beschränken. Beginnt man mit Modifikationen in o.e. Sinne, dann ist's eben kein DRM mehr.

Amateurfunk – Unter Berücksichtigung des letzten Satzes muss also die Fragestellung für den Amateurfunk wie folgt modifiziert werden: Bringt OFDM (nicht DRM!) Vorteile für den Amateurfunk? Um hier zu einem Urteil zu kommen, seien einige Argumente und



Gegenargumente aufgelistet: Gleichgültig, welches Resümee man zieht, das letztgenannte Argument sollte Motivation genug sein, sich mit OFDM im Amateurfunk zu befassen.

Neben einem kommerziell erhältlichen OFDM(?)-Modem der Fa. AOR verspricht eine von der Fa. THALES angekündigte Software einen interessanten Einstieg. THALES Broadcast & Multimedia GmbH (früher THOMCAST) ist einer der Hauptakteure auf der DRM-Rundfunkbühne. Unter der Überschrift SKYWAVE 2000 liefert THALES für Rundfunkanstalten komplette DRM-Systemlösungen. Als Derivat dieser Entwicklungen ist die für einen KW-SSB-Kanal geeignete Software SKYWAVE 3K entstanden. Ihre Feuertaufe hat sie in einem ersten Transatlantik-QSO zwischen Funkamateuren der Firma THALES, Gennevilliers und TenTec in Sevierville, Tennessee, bestanden. Erste Versuche, die einer geplanten Vermarktung in Deutschland vorausgingen, ließen noch Schwachpunkte erkennen, die aber sicher in absehbarer Zeit behoben sein dürften. Wer sich vorab informieren möchte, der sei auf die Homepage von DL4IS, einem Kollegen bei THALES in Pforzheim, verwiesen. Als kleiner Vorgeschmack im Bild oben rechts das derzeitige Erscheinungsbild des MMI in Stellung „Empfang“. Lesenswert hierzu der Artikel

„International Digital Audio Broadcasting Standards: Voice Coding and Amateur Radio Applications“ in der QEX Jan/Feb 2003, verfasst von Demeure und Laurent, beide ebenfalls THALES-Mitarbeiter. Zum heutigen Zeitpunkt ist es nicht ganz einfach eine Prognose für die Verbreitung von OFDM im Amateurfunk abzugeben. Persönlich erinnert mich die Situation etwas an das DAB-Szenario: Der Qualitätsgewinn ist bei schmalen Kanälen gegenüber einer konventionellen SSB-Verbindung nicht so ausgeprägt. Darüberhinaus bleibt abzuwarten, wie sich künftige Schmalbandvocoder audioseitig (s. Kap.6.4.5) „aufführen“ werden. Eine gewisse Skepsis diesbezüglich ist durchaus angesagt.

9 Abschließende Bemerkungen

In sehr komprimierter Form wurde versucht, die neue Rundfunktechnik Digital Radio Mondiale - DRM - auf einer leicht verdaulichen theoretischen Grundlage praktisch vorzustellen. Die möglichen Auswirkungen der sich hinter DRM verbergenden Modulationsart **Orthogonal Frequency Division Multiplex (OFDM)** auf andere Funddienste (inkl. Amateurfunk) als den Rundfunk wurden angeschnitten. Auch wenn im Sinne der Ausgewogenheit nachdrücklich auf Achillesfersen von DRM hingewiesen wurde, bin ich auch noch nach einem guten Jahr des aktiven Mitkopelns von DRM uneingeschränkt begeistert und hoffe, dass mein Vortrag ein klein wenig dazu beitragen konnte, diese Begeisterung mit Ihnen zu teilen. Die AM-Bereiche Lang-, Mittel- und Kurzwelle bekommen mit DRM eine wohlverdiente, riesige Chance für ihr Weiterbestehen in der Gegenwart frequenzhungriger elektromagnetisch unhygienischer, leitungsgebundener Widersacher. Tragen Sie als Pioniere zu einem Erfolg der Idee DRM bei, indem Sie den Rundfunkanstalten Empfangsberichte zukommen lassen. Die Logbuchfunktion der vorgestellten DRM-Software macht dies zu einem Kinderspiel.

Harald Wickenhäuser, DK1OP

Argument	Bewertung	
	Pro OFDM	Kontra OFDM
Eine OFDM-Verbindung zeichnet sich durch störungsfreie NF aus	X	
OFDM bedingt Synchronisationszeiten		X
OFDM ermöglicht enge Frequenz-/Kanalabstände	X	
OFDM bedingt hohe Senderlinearität		X
OFDM ist bezüglich der Modulationsdaten flexibel	X	
OFDM ist gut geeignet für selektive, zeitvariable Kanäle (Kurzwelle)	X	
UKW-Kanäle sind im stationären Betrieb sehr stabil		X
Im Grenzbereich ist OFDM SSB / CW unterlegen		X
OFDM ist ein modernes Modulationsverfahren dessen Anwendung im AFu seinem Image gut anstehen würde	XX	