



DRM - Digital Radio Mondiale (2)

Hier nun die Fortsetzung der „50 Fragen und Antworten zu DRM“.

21) Ist das DRM-Signal auch im Auto zu empfangen? Theoretisch gibt es keinen Grund, wieso ein DRM-Signal nicht auch im Wagen empfangen werden könnte. Zusätzlich zum Rauschabstand, der jedoch für jedes empfangene Signal (ob analog oder digital) vorhanden sein muss, kann jedoch noch ein weiterer Faktor den Empfang beeinträchtigen: der Doppler-Effekt, weil das Empfangsgerät sich ja bewegt. Bei normalen PKWs mit einer Geschwindigkeit von bis zu 200 km/h sind jedoch keine Empfangsbeeinträchtigungen zu erwarten.

22) Wird es möglich sein, ein rein auf Software basierendes DRM-Radio zu entwickeln? Theoretisch wäre es möglich, einen DRM-Empfänger zu entwerfen, der mit dem Prozessor eines heutigen PCs funktionieren würde. Zusätzlich hierzu ist aber noch ein Empfangsteil nötig, das die Empfangsfrequenz auf eine niedrigere Frequenz umsetzt, die dann vom PC weiterverarbeitet werden kann. Ein solcher Empfänger könnte z.B. auf einer Standard-Steckkarte Platz finden, wie sie heute schon für analogen AM- und UKW-Empfang erhältlich ist. Möglich wäre auch ein externes Gerät, das z.B. durch den analogen Eingang der Soundkarte mit dem PC verbunden wird.

23) Wieviel Bandbreite benötigt ein DRM-Signal? Das DRM-Signal wurde so entworfen, dass es mit den derzeit gültigen Frequenzrastern auskommt. Es benötigt für die Lang- und Mittelwelle in den ITU-Regionen 1 und 3 eine Bandbreite von 9 kHz und für die Kurzwelle weltweit sowie die Mittelwelle in Region 2 eine Bandbreite von 10 kHz. DRM kann

aber auch auf allen Frequenzbereichen in einem Modus gefahren werden, der nur 4,5 bis 5 kHz Bandbreite beansprucht.. Andererseits ist auch ein Modus möglich, der 18 bis 20 kHz Bandbreite benötigt. In jedem Fall ist die erreichbare Audio-Qualität proportional abhängig von der eingesetzten Bandbreite.

24) Ist es möglich, DRM-Signale auf den selben Kanälen auszustrahlen wie analoge Signale? Es ist nicht möglich, ein DRM-Signal auf dem gleichen Kanal wie ein analoges (Doppeltes-Seitenband-)Signal auszustrahlen und beide Signale unabhängig voneinander zu empfangen. Um gut genug empfangen werden zu können, muss das digitale Signal stärker als das analoge sein, hierdurch würde jedoch der Empfang des analogen Signals unmöglich. Es gibt jedoch auch einen DRM-Modus, bei dem statt eines analogen DSB-Signals ein analoges VSB-Signal (Vestigial Side Band = rudimentäres Seitenband), das 4,5 bis 5 kHz Bandbreite benötigt, zusammen mit dem digitalen Signal, das ebenfalls 4,5 bis 5 kHz benötigt, ausgestrahlt wird. Beide Signale benötigen dann eine Bandbreite von 9 bis 10 kHz.

25) Werden DRM- und analoge Signale sich stören, wenn sie auf benachbarten Kanälen senden? Solange beide Sender innerhalb der vorgeschriebenen Grenzwerte betrieben werden, können sie auf benachbarten Kanälen ausgestrahlt werden. In dieser Hinsicht gibt es keinen Unterschied zu der bisherigen Vorgehensweise bei der Frequenzbelegung bei benachbarten Kanälen. Wichtig ist nur, dass das Signal stärker ist als das des Nachbarkanals. Ist dies nicht der Fall, dann kommt es zu Empfangsstörungen.

26) Kann man mit DRM auch in Stereo senden? Ja, es gibt Übertragungsmodi, die Bitraten erreichen, die hoch genug für eine Aussen-

dung in Stereo sind. Diese Modi benötigen normalerweise aber mehr als 9 oder 10 kHz Bandbreite. Dies bedeutet, dass die ersten DRM-Sendungen, die sich ja noch an das derzeit bestehende Frequenzraster halten müssen, nicht in Stereo stattfinden werden.

27) Kann man mit DRM auch jede Art von Text übertragen? Ja, es gibt viele Möglichkeiten, zusammen mit dem DRM-Audiosignal auch ausführliche Textinformationen zu übertragen. In einer ersten Stufe werden die Sender zusätzlich noch ihren Stationsnamen übermitteln können wie beim RDS (Radio Data System) oder beim RBDS (Radio Broadcast Data System) auf UKW. Zusätzliche Features ermöglichen jedoch auch die Übertragung weiterer Textinformationen zum Programm oder sogar von Bildern. Es ist jedoch zu beachten, dass die Übertragung großer Text- oder Datenmengen zwangsläufig auf Kosten der Audio-Qualität geht.

28) Woran liegt es, wenn DRM-Signale ausfallen? Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, die zum Ausfall eines DRM-Signals führen können. Für einen störungsfreien DRM-Empfang ist zuerst ein guter Rauschabstand nötig, zweitens muss die durch das Fading auf Kurzwelle verursachte Verzögerung innerhalb der Schutz-Intervalle des Signals liegen und drittens muss der Doppler-Effekt innerhalb der zulässigen Toleranz liegen. Die spezifischen Schwellen für diese drei Toleranzen sind abhängig vom jeweiligen DRM-Modus. Es gibt hierbei Sende-Modi, die robuster gegenüber Störeinflüssen sind als andere. Generell gilt jedoch: Je größer die Toleranzen bei einem der drei erwähnten Faktoren sind, umso geringer wird der Datendurchsatz und demzufolge auch das übertragbare Signalspektrum.

29) Ist ein DRM-Signal weniger anfällig gegenüber Störungen als ein analoges Signal? Normalerweise ja; dies ist jedoch abhängig vom eingesetzten DRM-Sendemodus. Während analoge Signale immer schwächer werden, bis sie schließlich ganz verschwinden, ist ein digitales Signal so lange fast frei von jeglicher Störung, bis die entsprechenden Schwellenwerte überschritten werden. Dann schaltet der Empfänger stumm.

30) AM-Signale in Europa haben derzeit eine Bandbreite von 4,5 kHz. Wie passt DRM in dieses Raster, wenn es 9 oder 10 kHz Bandbreite benötigt? Da die überwiegende Mehrheit der analog ausstrahlenden Rundfunkanbieter ein DSB-Signal (Double Side Band = Zwei-Seitenband) sendet, werden für die Übertragung eines 4,5-kHz-Audio-Signals 9 kHz Bandbreite benötigt. Grund hierfür ist, dass das DSB-Signal jeweils ein oberes und ein unteres Seitenband hat (wobei das eine jeweils ein Spiegelbild des anderen ist), und jedes dieser Seitenbänder 4,5 kHz Bandbreite ober- bzw. unterhalb der Trägerfrequenz benötigt.

31) Wird DRM den MP3-Code benutzen?

Nein, denn die maximale Datenrate, die bei einer Bandbreite von 9 oder 10 kHz auf Mittelwelle bzw. bei 10 kHz auf Kurzwelle übertragen werden kann, ist relativ gering (zwischen 16 und 25 kb/s). Dies bedeutet, dass die wirkungsvollsten Audio-Codierungstechniken zum Einsatz kommen müssen. DRM nutzt MPEG4, das rund zweimal so leistungsfähig wie MP3 (korrekter: MPEG2 Layer III) ist.

32) Gibt es schon Empfänger-Prototypen für DRM?

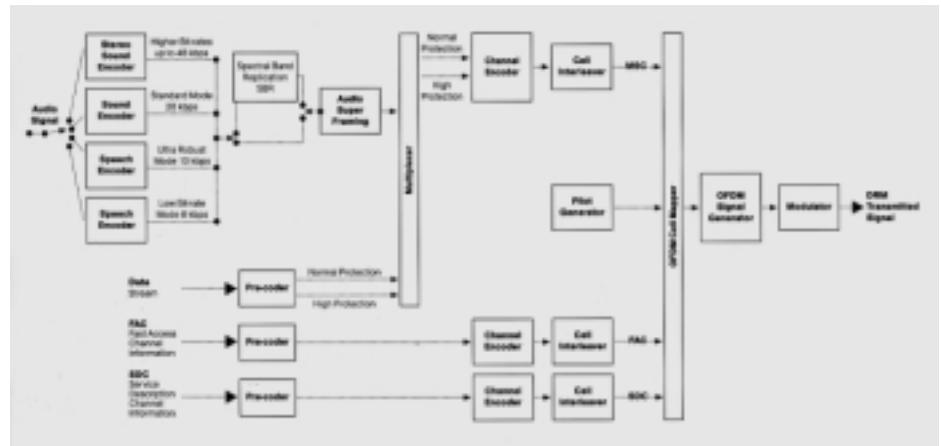
Zahlreiche Hersteller von Empfangsgeräten arbeiten schon an ersten Prototypen, die ab Ende 2001 verfügbar sein sollen. Es handelt sich hierbei jedoch **nicht** unbedingt um Prototypen geplanter Serienmodelle, sondern eher um Geräte, die die Hersteller selbst dazu befähigen sollen, Lösungen für die technischen Herausforderungen zu finden, die an die Serienmodelle gestellt werden. Es sind Modelle, die zusätzlich zu dem von Thomcast für die DRM-Feldversuche entwickelten Empfänger eingesetzt werden.

33) Warum ist die DRM-Audio-Qualität nur vergleichbar mit UKW und nicht mit der einer CD?

Innerhalb der derzeit bewilligten Bandbreiten von 9 bzw. 10 kHz für die AM-Rundfunkbänder ist das Maximum an übertragbarer Datenrate unter idealen Bedingungen 25 kb/s. Bei diesem Datendurchsatz ist es mit MPEG4 ACC und dem Bandbreiten-Erweiterungs-Tool SBR nur möglich, eine Audio-Qualität zu erzielen, die mit UKW-Mono vergleichbar ist. Um CD-Qualität zu erreichen, müsste der Datendurchsatz ca. 48 kb/s betragen. Dies könnte in Zukunft vielleicht durch eine Vergrößerung der Bandbreite auf das Doppelte (18 oder 20 kHz) erreicht werden. DRM hat dieses Feature bereits integriert und es ist beabsichtigt, dass alle Endgeräte auch diesen sogenannten „Breitband-Modus“ unterstützen werden.

34) Kann ein DRM-Signal von den derzeitigen Sendeanlagen ausgestrahlt werden?

Alle bisherigen DRM-Testsendungen und auch die zukünftigen nutzen die derzeit schon bestehenden Sendeanlagen, die lediglich für eine DRM-Ausstrahlung modifiziert wurden. Bei linearen Sendern ist dies relativ einfach, da das DRM COFDM-Signal lediglich das normale analoge Modulator-Signal ersetzt und dann ganz normal im Sender verstärkt und schließlich ausgestrahlt wird. Einige Verbesserungen bezüglich der Linearität dieses Sendertypus werden noch nötig sein, um das Niveau der Mischprodukte möglichst niedrig zu halten, doch einige Testsendungen wurden mit solchen linearen Sendern durchgeführt. Bei nicht-linearen Sendern, bei denen die analoge Modulation in der letzten Verstärkerstufe des Transmitters durchgeführt wird, muss man sich einer anderen Methode bedienen. Hier muss der Träger-Generator des Senders durch einen neuen ersetzt werden. Ein AM-Signal desselben Generators kommt am normalen analogen Audio-Eingang zum Einsatz. Eine zeitliche Verschiebung an den Amplituden- und Phasen-Signalen ist noch notwendig um



DRM-Systemübersicht

sicherzustellen, dass beides zeitgleich im Modulator ankommt. Der Sender strahlt dann das gewünschte DRM COFDM-Signal aus. Nicht alle nicht-linearen Sender eignen sich für eine solche Umrüstung, doch diejeniger neuerer Bauart, bei denen PDM- oder PSM-Modulatoren zum Einsatz kommen, können normalerweise erfolgreich umgerüstet werden. Mehrere solcher Sender haben sich auch an den DRM-Feldversuchen beteiligt.

35) Ist es möglich, mit DRM auch Fernsehbilder zu übertragen?

Theoretisch ist es natürlich möglich, mittels DRM niedrig-auflösende Fernsehbilder anstelle eines Audio-Signals zu übertragen. Dennoch verfügt das System bislang über keine diesbezüglichen Spezifikationen. Sie sind derzeit auch nicht in Planung. Trotzdem wäre es natürlich möglich, reine Datenpakete mittels DRM zu übertragen, die ein gepacktes Videosignal enthalten, das auf der Empfängerseite mit einem Decoder wieder entschlüsselt werden könnte.



36) Ist es möglich, die Qualität von DRM in Zukunft noch zu erhöhen?

Das DRM-System beinhaltet jetzt schon breitbandigere Sendemodi, die leicht eingesetzt werden können, wenn der Regelbetrieb anläuft. Diese Breitband-Modi würden eine qualitative Verbesserung bringen, wenn die derzeitigen Frequenzraster auf den AM-Bändern in Zukunft vielleicht ganz oder teilweise geändert würden. Es ist geplant, dass all diese Möglichkeiten auch schon in den ersten Empfangsgeräten enthalten sein sollen, die auf dem Markt erscheinen, so dass der Nutzer später ggf. auch in den Genuss einer Stereo-Übertragung oder besserer Datendienste kommen kann, falls die Möglichkeiten hierfür bestehen.

37) Wenn nach der Einführung von DRM ein besseres Audio-Codierungsverfahren

gefunden wird, ist dann ein Update des Empfängers möglich?

Es ist viel darüber diskutiert worden, ob es ratsam sei, zukünftige neue und verbesserter Audio-Techniken integrieren zu können. Doch solche verbesserten Audio-Codierungen würden höchstwahrscheinlich nicht abwärts-kompatibel sein. Eine solche Inkompatibilität besteht z.B. derzeit zwischen MPEG4 ACC und dem älteren MPEG2 (Layer I, II und III). Um eine solche Aktualisierung durchführen zu können, müssten die Empfänger so entwickelt werden, dass sie einen kompletten Software-Update erlauben würden. Dies würde die Gerätehersteller jedoch daran hindern, ein optimales Chip-Design bei geringstem Stromverbrauch zu entwickeln. Ferner müsste man wissen, welche Leistung und Speicherkapazität der Prozessor für jede zukünftig vielleicht mögliche Audio-Codierung haben müsste. Aus diesen Gründen entschied man, dass es weder ratsam noch praktikabel wäre, diese grundlegenden Funktionen des Empfängers noch im Nachhinein abändern zu können.

38) Wo werden die DRM-Sendungen beginnen?

Die entgeltliche Entscheidung hierüber ist noch nicht gefallen. Die DRM-Mitglieder arbeiten derzeit an einem Ablaufplan, der die besten Erfolgchancen für eine Einführung aufzeigen soll. Folgende Punkte sind hierbei zu beachten: Die Zahl der verfügbaren Sender, die in DRM arbeiten können, Zusagen von Sendeanstalten und Betreibern von Sendernetzen, einen beträchtlichen Teil ihrer Sendungen in DRM auszustrahlen und die Verfügbarkeit von Empfangsgeräten sowie ein angemessenes Netz von Einzelhändlern, die die Geräte vertreiben.

39) Warum wurde das DRM-System überhaupt entwickelt? Die Zukunft des Rundfunks liegt doch bestimmt im Internet?

Das Internet entwickelt sich zu einer wichtigen neuen Verbreitungsschiene für Rundfunkanbieter. Dennoch bietet es derzeit keine Möglichkeit, Programme an einen mobilen Kreis von Hörern zu bringen. Außerdem sind die Kosten für einen PC unvergleichbar höher als die für ein Radio. Hinzu kommen die Online-Gebühren. Das Internet ist für den Großteil der Menschheit auch heute noch unerreichbar. Dies mag sich vielleicht in absehbarer Zukunft

ändern, doch wird das Internet für viele Jahre – vielleicht für immer – eine sehr uneffiziente Methode sein, um Radioprogramme an eine große Hörerschaft zu bringen. Der große Vorteil einer Programmausstrahlung über die Ätherwellen ist die einfache Versorgung eines Massenpublikums (Verbreitungsweg: einer sendet für viele). Das Internet andererseits hat seine Wurzeln in einer Verbreitungsschiene „von einem zum anderen“ – dies ist kein effizienter Weg, wenn man eine Hörerschaft von mehreren Millionen gleichzeitig versorgen möchte. Dies ist auch der Grund dafür, dass die Ausstrahlung von Rundfunkprogrammen im Radio für viele Jahre – wahrscheinlich sogar für immer – die effizienteste Sendart sein wird. Daraus folgt, dass es wirklich wichtig ist, die derzeitige Nutzung des Radiospektrums zu verbessern. Der Einsatz digitaler Übertragungstechniken, die eine beachtliche qualitative Verbesserung bei effektiverer Nutzung des bisherigen Spektrums ermöglichen, ist eine wertvolle Investition für alle, die mit dem Rundfunk zu tun haben, und nicht zuletzt auch für den Hörer.

40) Kommt weltweit dasselbe DRM-System zum Einsatz? Die im April 2001 von der ITU empfohlene Richtlinie beinhaltet zwei Vorschläge für digitale Sendungen auf den AM-Bändern. Einer für Kurz-, Mittel- und Langwelle vom DRM-Konsortium und ein anderer von iBiquity, der gegenwärtig nur den Mittelwellenbereich umfasst. Beide Organisationen haben aber ihren Willen bekräftigt, bezüglich der Kompatibilität ihrer beiden Systeme zusammenzuarbeiten. Doch auch wenn beide Systeme in verschiedenen Regionen der Erde zum Einsatz kämen, wäre es problemlos möglich, Empfänger herzustellen, die beide Modi empfangen können. Der Hörer würde keinen Unterschied merken. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass das DRM-System zumindest auf den Kurzwellenbändern das einzig eingesetzte sein wird.

41) Es soll ein digitales AM-System für die USA geben. Ist dies kompatibel zu DRM? Das von iBiquity für die USA vorgeschlagene System ist nicht direkt kompatibel zu DRM, obwohl es eine Art von OFDM einsetzt, die auch Bestandteil des DRM-Systems ist. Dennoch sind die OFDM-Parameter für beide Systeme sehr unterschiedlich, ebenso wie die Bandbreiten. Dennoch sind die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des für die Demodulation benötigten Prozessors vergleichbar. Dies bedeutet, dass für den Chip eine Software benötigt wird, die automatisch in der Lage ist, das jeweils empfangene digitale System zu identifizieren und abhängig davon die dafür notwendige Decodier-Software ablaufen zu lassen.

42) Was versteht man unter „Verzögerungs-Effekt“? Oft wird das Signal auf seinem Weg vom Sender zum Empfänger an der Ionosphäre reflektiert. Bei der Raumwellenausbreitung auf Kurz- und Mittelwelle macht man sich diesen Effekt zunutze, um längere Entfernungen zu überbrücken, als dies mit ei-

ner Ausbreitung per Bodenwelle möglich wäre. Da das Signal jedoch von verschiedenen Schichten der Ionosphäre reflektiert werden kann und auch eine mehrmalige Reflexion möglich ist, können sehr große Entfernungen überbrückt werden. Wann immer das Signal mehrmals reflektiert wurde, können wir davon ausgehen, dass es auch zu unterschiedlichen Zeiten am Empfänger ankommt (Mehrwege-Verzögerung). Der Zeitabstand zwischen dem Eintreffen des ersten Signals und dem des letzten bestimmt den „Verzögerungs-Bereich“. Im Falle einer analogen Signalausstrahlung können hierbei Teile eines Seitenbandes eines Signals verloren gehen, wodurch akustische Verzerrungen entstehen (Fading), wie sie heutige Kurzwellenhörer gewohnt sind. Bei einem digitalen Signal wie dem von DRM COFDM hängt es von der Länge des sogenannten Schutz-Intervalls ab, ob der Verzögerungs-Effekt irgendwelche Auswirkungen auf die Hörqualität hat oder nicht. Einfach ausgedrückt ist ein einwandfreies Signal solange möglich, wie der durch die Reflexionen bestimmte „Verzögerungs-Bereich“ innerhalb des Schutz-Intervalls liegt. Sobald der im Schutz-Intervall definierte Wert überschritten wird, setzt der Empfänger aus. In der Praxis ändert sich der „Verzögerungs-Bereich“ ständig und ist abhängig vom jeweiligen Zustand der Ionosphäre.



43) Was versteht man unter „Doppler-Effekt“? Oben wurde bereits erklärt, dass an der Ionosphäre mehrfache Reflexionen eines Mittel- und Kurzwellensignals möglich sind und dass diese ständige Änderungen der Ausbreitungsbedingungen zur Folge haben. Grund hierfür ist, dass sich die Länge des vom Signal zurückgelegten Weges ständig verändert. Es ist bekannt, dass sich die Frequenzen bei sich dynamisch ändernden Längen der Wegstrecke eines Signals auf- und abbewegen (In der Akustik vergleichbar mit der sich ändernden Tonhöhe beim Vorbeifahren eines Zuges; - A.d.Ü.). Im Falle einer ionosphärischen Ausbreitung mit vielen gleichzeitigen und unterschiedlich langen Signalwegen ändert sich die relative Geschwindigkeit jedes Signals, wenn es am Empfänger ankommt. Dies bedeutet, dass jede Reflexion an der Ionosphäre dem Signal einen anderen Doppler-Effekt unterlegt. Dies heißt, dass ein Träger, der auf einer einzigen Frequenz ausgestrahlt wird, mehrere Reflexionen haben wird und jede Reflexion wird sich in einem leichten Frequenzversatz nach oben oder unten bemerkbar machen. Den Unterschied zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Frequenzversatz bezeichnet man als Doppler-Verschiebung. Bei der Bestim-

mung der Doppler-Verschiebung ist darauf zu achten, ob ein Frequenzversatz nach oben oder unten von der Nominalfrequenz stattgefunden hat.

44) Benötigen DRM-Signale soviel Sendeleistung wie bisherige analoge AM-Signale? Es gibt einige Hinweise dafür, dass DRM-Signale einen nicht so hohen Signalpegel benötigen wie analoge Signale, um den gleichen Sendebereich zu versorgen. Dennoch muss man derzeit gestehen, dass noch nicht genügend Tests durchgeführt wurden, um endgültig sagen zu können, um wieviel die Sendeleistung reduziert werden könnte. Man kann jedoch jetzt schon sagen, dass dieser Unterschied abhängig von den jeweiligen Ausbreitungsbedingungen und dem eingesetzten digitalen Sendemodus ist. Bei den bisherigen Feldversuchen stellte sich heraus, dass die für die DRM-Ausstrahlung eingesetzte Sendeleistung rund 6 dB unter der bei der analogen Ausstrahlung lag.

45) Welche Auswirkungen werden die Pläne für ein digitales AM-System auf die Einführung der Einseitenbandtechnik (SSB) auf Kurzwelle haben? Die meisten Rundfunkanbieter sehen keine Einführung von SSB-Ausstrahlungen auf breiter Basis auf den kurzen Wellen. Stattdessen ist es ein Ziel von DRM, eine ähnliche Rolle wie die damals den SSB-Aussendungen zugedachte zu übernehmen, jedoch mit deutlich besserer Audio-Qualität und zuverlässigeren Diensten als dies bislang in SSB möglich war. Dies wird auch ein Grund dafür sein, dass sich mehr Hörer für einen DRM-tauglichen Empfänger entscheiden werden, als dies bei SSB der Fall war.

46) Was bedeutet COFDM? COFDM bedeutet „Coded Orthogonal Frequency Division Management“. Dies ist eine Kombination von Signal-Codierungen, die bei einem OFDM-Modulationsschema eingesetzt werden. OFDM ist eine sehr spektrum-effiziente Signalmodulation, die zahlreiche gleich breite Träger benutzt, um einen digitalen Datenstrom zu transportieren. Wenn die Original-Daten aus einer seriellen Sequenz von Bits bestehen, dann ist das OFDM-Signal ein paralleler Bit-Datenstrom. Die eingehenden seriellen Bits werden auf die verschiedenen Träger verteilt; grob gesprochen entspricht hierbei die Bitrate pro Träger der eingehenden Bitrate geteilt durch die Anzahl der Träger. Die Träger sind in gleichem Abstand voneinander angeordnet, wobei dieser Abstand identisch ist mit der Umkehrung der aktiven Symbolperiode der Daten, die auf diesen Träger angewandt werden. Wenn wir die Energiedichte gegenüber der Frequenz eines einzelnen modulierten Trägers betrachten, dann haben wir Energiemaxima und Energieminima jeweils zu beiden Seiten der Mittelfrequenz des Trägers. Wenn wir den Symbolpuls richtig formen, dann können wir für die Energiedichte Spitzen bestimmen, die sich schnell zu Frequenzen ein paar Nachbarträgerfrequenzen weiter hin verringern. Dadurch, dass die Symbolperiode die Umkehrung des Träger-Abstandes ist, wird gewähr-

leistet, dass das Minimum für jeden Träger auf der Mittelfrequenz der angrenzenden Träger liegt. Das Ergebnis hiervon ist, dass das Energiemaximum eines Trägers mit dem Minimum aller benachbarten Träger zusammenfällt, wobei seine Energiedichte gleich bleibt. Auf diese Weise werden die Interferenzen zwischen den einzelnen Symbolübermittlungen minimiert, die sonst bei benachbarten Kanälen auftreten könnten. Im folgenden werden die eingehenden Datenbits systematisch zeitlich geordnet, so dass eintreffende benachbarte Datenbits systematisch und zeitlich geordnet über die verschiedenen Träger verteilt werden. Da es dem Empfänger unmöglich ist, gleichzeitig mehrere Träger zu demodulieren und zu decodieren, werden bei der Zusammenfügung der Daten im Radio eventuell verlorengegangene Informationen über ein längeres Zeitintervall verteilt. Statt eines langen Blocks verlorengegangener Daten, die nur schwer wieder herstellbar wären, hat man so eine Menge kürzerer Fehler, die sich über ein längeres Zeitintervall verteilen. Durch die Einfügung weiterer Korrekturbits in den Datenstrom vor der Aussendung (also überflüssige Bits, die jedoch eine bestimmte Beziehung zu den gewünschten Datenbits haben, die das Signal codieren) können die kurzen Fehler im empfangenen Datenstrom korrigiert und der ursprüngliche Datenbestand wiederhergestellt werden. Dies ermöglicht sogar die fehlerfreie Wiederherstellung der Daten, selbst wenn auf einem Kanal mehrere Trägerfrequenzen komplett ausgefallen sein sollten. Die Fähigkeit eines ausgesendeten COFDM-Signals, selbst den Effekten einer Multi-Reflexions-Ausbreitung zu widerstehen, werden weiter verbessert durch das Schutz-Intervall zwischen jedem übermittelten Symbol. Dies verringert die Anfälligkeit des Signals für Verzögerungen, die eine Signalausbreitung mit mehreren Reflexionen mit sich bringt. Eine detailliertere Beschreibung von COFDM findet man auf der Homepage der BBC unter http://www.bbc.co.uk/rd/pubs/papers/pdf/ptrev_278-stott.pdf.

47) Was ist MPEG4 AAC? MPEG4 AAC ist eine Weiterentwicklung der Audio-Codierungstechniken, die bei MPEG2 (Layer I bis III) zum Einsatz kamen. Es ist nicht abwärtskompatibel mit MPEG2-Decodern. Ein MPEG2-Decoder kann also keine MPEG4-Signale decodieren. MPEG4 AAC ist mindestens doppelt so effizient wie MPEG2 Layer III (allgemein als MP3 bekannt), das bis dahin effizienteste Codierungs-Verfahren. MPEG4 AAC ist in der Lage, bei einer Datenrate von 48 kb/s eine subjektive Hörqualität von UKW-Stereo zu erzeugen. Mit etwa der halben Datenrate und zusätzlicher Verwendung von SBR (Bandbreiten-Erweiterungs-Tool) erreicht es eine Qualität, die subjektiv als UKW-Mono empfunden wird. MPEG4 ACC bietet ein Codierungs/Decodierungs-Verfahren, das gleich gut mit allen Arten von Audio-Material umgehen kann, sowohl Sprache als auch Musik. Wie auch bei anderen MPEG Audio-Codierungsverfahren wird hierbei der spektrale Energiegehalt eines Audio-Signals analysiert

und der „Masken-Effekt“ des menschlichen Ohres genutzt, um diejenigen Komponenten aus dem Audio-Signal herauszufiltern, die für unser Hörempfinden von anderen Klängen überdeckt werden.

48) Was ist MPEG4 CELP? Die MPEG2 Audio-Codierungen wandeln das Signal lediglich um und analysieren keinen akustischen Inhalt. MPEG 4 andererseits unterstützt nicht nur die Audio-Codierung eines Signals durch Verwendung eines verbesserten Encoders namens AAC (Advance Audio Coding), sondern ein CELP- Algorithmus (Code-book Excited Linear Prediction), der sich sehr gut für die Wiedergabe der Stimme, weniger jedoch für Musik eignet. Grund für die Implementierung des CELP-Sprachcoders in MPEG4 ist, dass AAC bei Sprachübertragungen mit Bitraten unter 14 kb/s stark nachlässt. Bei deutlich niedrigeren Bitraten liefert CELP einen deutlichen Qualitätsvorteil und ist sogar noch für Datenströme von nur 6 kb/s einsetzbar (wobei hier eine gute Verständlichkeit, allerdings keine UKW-Mono-Qualität mehr erreicht wird). Die Audio-Qualität von MPEG4 CELP kann allerdings durch die Verwendung des SBR-Bandbreiten-Erweiterungs-Tools noch erhöht werden.

49) Was ist SBR? SBR ist ein Bandbreiten-Erweiterungs-Tool, das mit primären Audio-Codierungen zusammenarbeitet, um die Audio-Bandbreite zu erweitern. Beim DRM-System wurde das SBR-Tool entwickelt, um sowohl mit MPEG4 AAC als auch mit MPEG4 CELP zusammenzuarbeiten. Die meisten Audio-Codierungsverfahren wurden für den Endverbraucher-Markt entwickelt und zielten darauf ab, die zu übertragende Bitrate zu reduzieren. Hierbei entfiel der Teil, der am meisten Rechenleistung benötigte, auf die Codierung, während der Aufwand für die Decodierung minimal war. Dies machte Sinn, solange die Kosten für leistungsfähige Prozessoren zu hoch für den Endverbraucher waren. Doch die Lage hat sich mittlerweile verändert. Heute sind die Prozessoren für den Massenmarkt leistungsfähig genug, um diese Bedingung umzukehren. SBR macht sich diese Entwicklung zunutze, indem es die aufwendigste Prozessleistung auf die Decoderseite verlagert. SBR beobachtet das Audio-Signal beim Codieren und beschreibt dynamisch in einem niedrigen Datenstrom (2 kb/s) das spektrale Aussehen des codierten Audio-Signals. Codierungssysteme mit niedrigen Datenraten wie z.B. AAC arbeiten besser, wenn die Audio-Bandbreite, mit der sie arbeiten, reduziert ist. Grund hierfür ist, dass die begrenzte Zahl von Bits dann am effektivsten genutzt werden kann, wenn die Zahl der analysierten Bänder verkleinert ist. Dies heißt, eine gegebene Zahl von Bits pro Sekunde kann entweder dazu genutzt werden, einen vollen Audio-Frequenzbereich mit geringer Präzision wiederzugeben oder einen kleineren Frequenzbereich mit hoher Präzision. Normalerweise gibt man subjektiv der zweiten Möglichkeit den Vorzug. SBR erlaubt es der AAC, sich auf die Bereitstellung eines begrenzten Frequenzbereichs mit guter Audio-



Qualität zu konzentrieren (normalerweise bis zu 7 kHz). Der SBR-Decoder fügt dann die Struktur der harmonischen Frequenzen basierend auf dem ACC-Signal sowie das Aussehen des originalen vollen Audiospektrums hinzu. Ergebnis ist ein Audio, das vor allem im sehr sensiblen Bereich von 500 bis 6000 Hertz subjektiv als gut empfunden wird, verbunden mit einer Audio-Bandbreite, die bis zu 15 kHz hinaufreicht, wobei jedoch zur Übertragung nur eine Datenrate von 22-25 kb/s benötigt wird.

50) Was ist das „Schutz-Intervall“? Um dem OFDM-System die Störanfälligkeit gegenüber mehrmals an der Ionosphäre reflektierten Signalen zu nehmen, wurde den übertragenen Symbolen ein Schutz-Intervall hinzugefügt. Dieses Schutz-Intervall vergrößert die Länge des übermittelten Symbols. Dennoch wird die Länge des Audio-Fensters, das vom Demodulator decodiert wird, vom aktiven Symbol und nicht vom Schutz-Intervall bestimmt. Dies bedeutet, dass das Symbol, das wegen der Reflexion an der Ionosphäre später als das erste eintrifft, jedoch nicht später als die im Schutz-Intervall festgelegte Zeit, im Demodulator-Fenster noch als verwertbar angesehen wird. Dies führt dazu, dass später ankommende Symbole, vorausgesetzt, sie sind nicht mehr verzögert als das Schutz-Intervall, dem Signal noch beträchtliche Empfangsenergie hinzufügen, wogegen Signale, die außerhalb des Schutz-Intervalls eintreffen, einen störenden Effekt haben. Der Grad dieser Störungen ist proportional abhängig von der Größe der zeitlichen Verzögerung der reflektierten Signale zum Schutz-Intervall. Beim DRM-System wird das Schutz-Intervall unterschiedlich konfiguriert, je nachdem, ob eher eine Verbreitung über die Bodenwelle (kurzes Schutz-Intervall) oder über die Raumwelle (langes Schutz-Intervall) erwartet wird. Eine Verlängerung des Schutz-Intervalls reduziert den Datendurchsatz des Systems, weil hiermit eine Verringerung der Zeitspanne für die Übermittlung aktiver Symbole verbunden ist.

*Quelle: DRM Website
Übersetzung: Michael Schmitz
Wir danken der Firma Sony für die Unterstützung bei der Übersetzung einiger fachspezifischer Begriffe*