

Stellungnahme des Deutschen DRM-Forems

zum

**Abschlussbericht des IRT
im Auftrag des BMVI vom 11. November 2014**

Terrestrischer Hörfunk: Zukünftige Entwicklung im Hinblick konkurrierender Übertragungswege

Mit großem Interesse hat das Deutsche DRM-Forum den Abschlussbericht des IRT zu „Terrestrischer Hörfunk: Zukünftige Entwicklung im Hinblick konkurrierender Übertragungswege“ zur Kenntnis genommen.

Insbesondere wird in Kapitel 5.1.4 (Zusammenfassung und Fazit) ausgeführt: „Im Vergleich zu den unter technischen und ökonomischen Aspekten diskutierten Alternativen ist DAB/DAB+ das am besten für die zukünftige Hörfunkverbreitung in Deutschland geeignete Verfahren. Die längerfristige Fortsetzung der UKW-Ausstrahlung erscheint aus Kapazitäts- und Kostengründen nicht empfehlenswert, DRM+ bietet nur eine eingeschränkte Mobilität, ist mit hohen Migrationsrisiken und höheren Kosten als DAB/DAB+ verbunden. Auch als Ergänzung zur Ausstrahlung über DAB/DAB+ für den Bedarf kleiner Lokalsender dürfte DRM+ nur begrenzt geeignet sein, da nicht zu erwarten ist, dass die Hersteller von Consumer-Geräten eigens für diesen Zweck einen zusätzlichen Empfänger einbauen würden.“

Leider basieren diese und auch die in den Teilaspekten getroffenen Aussagen im Abschlussbericht zu DRM in der Signal-Konfiguration DRM+ nicht auf den neuesten Erkenntnissen und Entwicklungen. Darüber hinaus sind grundsätzliche DRM-Systemparameter inkorrekt dargestellt. Aus diesem Grund beschreibt die Studie die Eignung des Einsatzes von DRM+ als Ergänzung zu DAB(+) nicht richtig, insbesondere zur Versorgung im lokalen/regionalen Versorgungsbereich mit wenigen Programmangeboten.

Das Deutsche DRM-Forum hat nachfolgend einen kurzen Ergänzungsbericht angefertigt, um das Ergebnis des Abschlussberichtes auch bezüglich DRM auf den neusten Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse und Marktdaten zu bringen und damit den Informationsgehalt des Berichtes weiter anzureichern. Damit werden auch die Vorteile von DRM als Ergänzung zu DAB deutlicher, die die sich auch in wesentlichen Punkten in den Ausführungen der Studie noch nicht wiederfinden, sodass auch das Fazit aus unserer Sicht neu bewertet werden müsste.

Dies ist aus unserer Sicht umso wichtiger, da die Ergebnisse der IRT-Studie Grundlage für die künftige Arbeit des Digitalradio Boards des BMVI sein soll und diese Arbeitsgruppe über aktuelle Daten verfügen sollte.

Wir bitten daher auch um Ergänzung der IRT-Studie sowie Berücksichtigung und Veröffentlichung im Digitalradio Board.

Wir nehmen nun wie folgt Stellung zu den Kernaussagen der einzelnen Ausführungen in den Kapiteln 4.4. und 5.1.3. der Studie. (Anm.: in der Stellungnahme sind die Textteile aus dem Abschlussbericht in grauer Schriftfarbe kursiv und direkt danach die sich auf den Absatz beziehenden Anmerkungen in schwarzer Schriftfarbe gedruckt).

4.4 Technische Systemparameter von DRM+

DRM+ wurde aus dem für Kurz-/Mittel-/Langwelle spezifizierten DRM entwickelt (1). Es soll als Ergänzung zu DAB/DAB+ im Frequenzbereich bis zu 300 MHz verwendet werden. Dazu wurden die ursprünglichen Systemparameter von DRM um diesen Modus erweitert. Ziel war es ursprünglich, ein digitales System vorzuschlagen, das in frei gewordenen UKW-Kanälen im Band II (87,5-108 MHz) mit 100 kHz Bandbreite betrieben werden kann. Erst später kam der Wunsch auf, das System auch in Kanälen zu betreiben, die ursprünglich für DAB/DAB+ im VHF-Band III geplant wurden. In der folgenden Tabelle ist der Parametersatz für DRM+ im VHF-Band III dargestellt. (174-230 MHz). DRM+ wurde bisher in Deutschland lediglich im Testbetrieb bei der FH-Kaiserslautern betrieben (2) und die Ergebnisse dieser Versuche werden hier verwendet. DRM+ steht noch am Anfang seiner Entwicklung (3) während DAB/DAB+ bereits seit Jahren im Regelbetrieb in Deutschland eingesetzt wird.

(1) DRM – Digital Radio Mondiale – ist ebenso wie DAB ein offener, bei der EBU gehosteter und durch die ITU international empfohlener ETSI-Standard für die terrestrische Verbreitung von Digitalradio. Die im Text oben genannte Signal-Konfiguration von DRM für die AM-Bänder wird als „DRM30“ bezeichnet, während „DRM+“ die Konfiguration für die VHF-Bänder umfasst. Es handelt sich bei diesen Konfigurationen lediglich um angepasste Modulationsparameter, wohingegen die Funktionalitäten aus Benutzersicht identisch sind (das ‚+‘ hat daher eine gänzlich andere Bedeutung als im Fall von DAB).

DRM im VHF-Bereich versteht sich als Ergänzung zu DAB: Während DAB(+) als breitbandiges Multiplex-System im VHF-Band III immer dann eine effiziente Lösung darstellt, wenn viele Rundfunkprogramme mit identischem Versorgungsgebiet zu verbreiten sind, deckt DRM die Anforderung ab, wenn nur einzelne Programme (bis zu 3 Audioprogramme plus Datendienste je Sendesignal) für eine bestimmte Region vorgesehen sind. DRM+ mit seinem schmalbandigen Sendesignal (96 kHz) kann sowohl im UKW-Band II als auch im

VHF-Band III zum Einsatz kommen. Letzteres erlaubt eine flexible, mit DAB+ verträgliche Netzwerkplanung für DRM-Aussendungen mit 15 unabhängigen Frequenz-Slots innerhalb eines einzigen DAB-Frequenzblocks.

Auch die EBU stellt in ihrer Recommendation 138 "DIGITAL RADIO DISTRIBUTION IN EUROPE" fest: „DAB and DRM are openly specified, complementary, digital radio standards that meet the needs of Europe’s radio broadcasters.“ und empfiehlt: “When DAB coverage is not possible, to use DRM as defined in ETSI ES 201 980 for digital radio broadcasting.”

Aus Sicht der Hörer wie Programmveranstalter bieten DAB+ und DRM identische Funktionalität. Neben dem Modulationsverfahren (COFDM) teilen sie sich auch denselben Audio-Codec (MPEG4 HE-AAC v2), sämtliche Datendienste (Dynamic Label/Text Messages, Slideshow, Journaline, EPG/SPI, TPEG) und EWF – Emergency Warning Functionality.

(2) Ein DRM+-Betrieb in Deutschland fand an verschiedenen Standorten zur Unterstützung der Standardisierung von DRM+ statt. Dieser wird auch weiterhin mit dem seit 2011/2012 standardisierten DRM+-System in Versuchsnetzen fortgeführt:

- in Hannover und Kaiserslautern von 2005 bis 2013 zur Unterstützung der Standardisierung zunächst für das UKW-Band II und danach für die Erweiterung bis 300 MHz (VHF-Band III) und für Untersuchungen beim Diversity Empfang in Hannover.
- Nutzung für Veranstaltungsrundfunk im VHF-Band III in Kaiserslautern
- Nutzung im UKW-Band II in Erlangen durch Bitexpress auf 87,9 MHz

(3) DRM+ steht nicht am Anfang der Entwicklung. Diese ist technisch seit 2011 bei der ITU und 2012 bei ETSI abgeschlossen. Die ITU-Annahme von DRM+¹ wurde durch mehr als 13 europäische Regulierungsbehörden zur Umsetzung einer vollständigen und chancengleichen Digitalradio-Einführung unterstützt und gefördert, darunter die BNetzA.

Aufgrund dieser erst vor Kurzem fertiggestellten Standardisierung ist einleuchtend, dass DAB (das schon beginnend in 1995 standardisiert wurde) einen zeitlichen Vorsprung in der Marktentwicklung hat. Andererseits sind zwischenzeitlich auch für DRM+ die technischen und regulatorischen Voraussetzungen für eine Marktimplementierung gegeben.

¹ ITU-R Rec. BS.1114 'Systems for terrestrial digital sound broadcasting to vehicular, portable and fixed receivers in the frequency range 30-3 000 MHz'.
ITU-R Rec. BS.1660 'Technical basis for planning of terrestrial digital sound broadcasting in the VHF band'.
ITU-R Rec. BS.1894 'Digital radio broadcast service, captioned radio'.

bereits vorhandene Infrastruktur – Sendernetz

Bisher wurde in Deutschland für DRM+ kein Sendernetz aufgebaut (4). Es existiert im Raum Kaiserslautern ein Versuchsnetz, in dem einzelne ausgewählte Parameter (5) getestet wurden.

(4) In Deutschland sind lizenzierte DRM+-Netze in Betrieb

- in Erlangen mit dem Programm von Bitexpress auf 87,9 MHz
- in Kaiserslautern Veranstaltungsrundfunk im VHF-Band III
- in Hannover wird derzeit ein DRM+ Betrieb im Band II vorbereitet, der der Empfängerindustrie die Möglichkeit gibt, Empfangsgeräte zu testen.

(5) Machbarkeitsstudien, Laboruntersuchungen, Feldversuche, Praxistests und rechnergestützte Versorgungsplanungen wurden umfangreich in Hannover und Kaiserslautern von 2005 bis 2011 durchgeführt. Im UKW-Band II und im VHF-Band III wurden die Parameter für die Verträglichkeit zwischen DRM+ und den In-Band-Rundfunkdiensten (FM und DAB), dem Flugnavigationssendienst oberhalb 108 MHz ermittelt und evaluiert. Weiterhin wurden die Parameter für die Reichweite (auch für den portablen und mobilen Empfang) und Versorgung (auch mit In-Band-Störern und in Gleichwellennetzen) ermittelt und evaluiert.

Aktuell werden in Kaiserslautern keine Untersuchungen mehr vorgenommen, da die Parameter für die Netzplanung und Versorgung von DRM+ im UKW-Band II und VHF-Band III bei der ITU angenommen wurden und damit nicht mehr in Frage stehen.

der Energieverbrauch pro Sender

DRM+ setzt ebenso wie DAB/DAB+ ein Mehrträger-Modulationsverfahren ein. Hier gilt das bereits für DAB/DAB+ gesagte. Jedoch wird in DRM+ typischerweise nur ein Programm pro Multiplex übertragen, sodass die gesamte Energie auf ein Programm konzentriert ist (6).

(6) DRM erlaubt die Verbreitung von bis zu 3 Programmen plus Datendiensten pro Sendesignal (maximal 4 Services). Der Energieverbrauch für den DRM+-Betrieb ist pro Programm geringer als der für den DAB(+)-Betrieb mit typischerweise 16 Programmen (Verhältnis 16/3 \approx 5). Im Vergleich zu einem DAB-Sender benötigt ein DRM+-Sender nur etwa ein Zehntel der abgestrahlten (ERP) Leistung (im 16-QAM-Mode) bzw. etwa ein Zwanzigstel der Leistung (im 4-QAM-Mode) für die gleiche Versorgung². Pro Programm wird für einen DRM+-Sender somit nur ein Viertel bzw. die Hälfte der Leistung im Vergleich zu einem DAB+-Sender benötigt. D.h. bei wenigen zu verbreitenden Programmen ist DRM+ energieeffizienter als DAB(+).

² Die Empfangsfeldstärken für DAB/DRM+ 16-QAM/DRM+ 4-QAM betragen für
portable inhouse Versorgung 72/60/52 dB μ V/m
mobile Versorgung 66/50/43 dB μ V/m

verwendete Redundanzverfahren (Ausfallsicherheit)

Die bisher nur vorhandenen Testsendernetze sind typischerweise ohne Redundanz konzipiert. Für einen Regebetrieb würde man aber dieselbe Redundanz vorsehen wie bei den anderen hier besprochenen Systemen (7).

(7) Redundanzsysteme für den DRM+-Betrieb können kostengünstiger bereitgestellt werden als für den DAB-Betrieb, da DRM+ nur ein Zehntel/Zwanzigstel der Leistung wie DAB für die gleiche Versorgung benötigt. Damit können die Sendeeinfrastruktur und damit auch die Redundanz günstiger bereitgehalten werden.

Alle Sendekomponenten für DRM+ (ContentServer, Modulator) sind inklusive vollwertiger Redundanz- und SFN-Funktion am Markt verfügbar.

Versorgungsqualität bezogen auf die Fläche

Dazu sind keine verlässlichen Angaben verfügbar (8), da es bisher dazu keine Netzplanung gibt.

(8) Die Planungsparameter (Mindestnutzfeldstärken und Schutzabstände) für DRM+ sind international festgelegt (ITU-Rec. BS.1660). Netzplanungen können daher für das UKW-Band II und das VHF-Band III (z.B. mit FRANSY) durchgeführt werden. Die LMK hat bereits Netzplanungen sowohl für Einzel- als auch für Gleichwellennetze auf Tagungen präsentiert.

DRM+ kann genauso wie DAB eine Flächenversorgung inkl. Gleichwellennetz-Betrieb (SFN) sicherstellen.

Versorgungsqualität bezogen auf die Bevölkerungsdichte

Dazu sind keine verlässlichen Angaben verfügbar (9), da es bisher dazu keine Netzplanung gibt

(9) Die Planungsparameter (Mindestnutzfeldstärken und Schutzabstände) für DRM+ sind international festgelegt (ITU-Rec. BS.1660). Netzplanungen können daher für das UKW-Band II und das VHF-Band III (z.B. mit FRANSY) durchgeführt werden. Die Landesmedienanstalt LMK hat bereits Netzplanungen sowohl für Einzel- als auch für Gleichwellennetze auf Tagungen präsentiert. Insbesondere ist für Niedersachsen dargestellt worden, wie eine Versorgung des Landes mit lokalem Hörfunk und drei regionalisierten landesweiten Hörfunkketten über DRM im Band III unter Nutzung einer DAB-Bedeckung (Kanal 12B), die in

15 DRM-Blöcke unterteilt wurde, möglich ist (siehe Abschlussbericht „DRM Modellversuch Hannover“; NLM und Leibniz Universität Hannover³).

DRM+ kann leichter eine höhere Versorgungsqualität als DAB sicherstellen, da aufgrund der geringeren Sendeleistung für die gleiche Reichweite sowohl Standorte in großer Höhe wegen der daraus resultierenden geringen Störwirkung auf andere Sendernetze als auch in geringer Höhe (z.B. in städtischer Bebauung) wegen der daraus resultierenden geringen elektromagnetischen Beeinflussung des direkten Umfelds (Nahfeldstärken) genutzt werden können.

Aufbau des Multiplexes (Anzahl der Radioprogramme in einem Funkkanal)

Typischerweise werden 96 kBit/s für ein Hörfunkprogramm angenommen. Will man einen Ausgleich zwischen guter Mobilität und verfügbarer Datenrate schaffen, sollte pro Multiplex nur ein Programm (10) übertragen werden.

(10) Das DRM+-Sendesignal lässt sich in weiten Bereichen zwischen maximaler Robustheit und maximaler Kapazität für Inhalte einstellen. Dies ergibt eine verfügbare Nutz-Datenrate für Audio-Inhalte zwischen 37 und 186 kbit/s. DRM+ weist insbesondere in der 4-QAM Konfiguration eine hohe Robustheit für den mobilen Empfang bei hohen Geschwindigkeiten auf.

Ein Blick auf den nationalen DAB-Multiplex in Deutschland zeigt, dass viele DAB+-Programmanbieter sich in der Praxis mit deutlich niedrigeren Audio-Bitraten zufrieden geben, als die im Text angenommenen 96 kbit/s - einschließlich zusätzlich im Audiokanal übertragener Datendienste im X-PAD-Feld in nennenswertem Bitrate-Umfang.

Darüber hinaus lassen sich die Datenraten der Audio-Inhalte von DAB+ und DRM nicht direkt vergleichen:

- DRM unterstützt neben dem älteren MPEG-4 HE-AAC v2 Audio-Standard (wie bei DAB+) auch den neuesten MPEG-Standard xHE-AAC. Dank xHE-AAC können Audio-Bitraten ab 6 kbit/s mono und 12 kbit/s stereo realisiert werden. Im mittleren Bitraten-Bereich, wie er in DAB+ typischerweise zum Einsatz kommt, sind dank xHE-AAC deutliche Effizienzgewinne möglich.
- DRM mit xHE-AAC verzichtet auf den Superframing-Ansatz wie DAB+ ihn nutzt (und auch DRM mit dem älteren MPEG-4 HE-AAC v2 Codec). Damit kann bei einer gegebenen Bitrate eine maximale Audio-Qualität vergleichbar der Datei- oder Streaming-Codierung erzielt werden, ohne künstliche Qualitäts-Einschränkungen aufgrund nötiger Anpassungen an die Transport-Infrastruktur des zugrundeliegenden Standards.
- Dank des robust ausgelegten Basisband-Designs bedarf DRM keiner gesonderten FEC (Forward Error Correction Information), die bei DAB+ ca. 10% der eingestellten Audioka-

³ http://www.ikt.uni-hannover.de/fileadmin/institut/projekte/DRM/abschlussbericht/abschlussbericht_lq.pdf, S. 86ff

nal-Bitrate verbraucht und die damit die Übertragungskapazitäten von Audioinformationen verringert.

- Die Audio-Qualität bei gegebener DAB+-Kanalbitrate wird in vielen Fällen weiter reduziert zur Übertragung von X-PAD-Informationen (z.B. Slideshow) innerhalb des Audiokanals, welcher wiederum nur in 8 kbit/s-Inkrementen vergrößert werden kann. Datendienst-Komponenten in DRM dagegen werden grundsätzlich in separaten Paket-Kanälen übertragen. Die Bitrate aller Audio- und Daten-Kanäle kann bei DRM+ sehr flexibel in Inkrementen von 0,04 kbit/s bzw. 0,08 kbit/s definiert werden.

Dank des MPEG Audio-Codex der neuesten Generation (xHE-AAC) und der gegenüber DAB+ vorgenommenen Optimierungen im DRM System-Design können damit Audio-Programme in vergleichbarer Qualität bei deutlich niedrigeren Bitraten als in DAB+ übertragen werden.

Technologien der verwendeten Empfangsgeräte

Es gibt derzeit nur wenige Empfangsgeräte am Markt (11), die einen integrierten DRM+-Empfänger haben. Ferner gibt es Empfänger mit Software-Defined-Radio-Technologie, die mit Hilfe von Software auf einem Standard-Computer die Decodierung vornehmen können.

(11) Die Entwicklung von Empfänger-Chips ist abgeschlossen. Viele renommierte Chipsatz-Hersteller unterstützen DAB/DAB+ und DRM (DRM30/DRM+) gleichermaßen. Es bedarf daher lediglich eines Marktimpulses, sodass auch in Multinormgeräten, die im Handel bereitgestellt werden, der DRM-Empfang gemeinsam mit FM und DAB aktiviert wird.

Audioqualität/Datenrate

Die Audioqualität ist je nach Datenrate (12) vergleichbar mit DAB/DAB+.

(12) Diese Aussage ist weder richtig für MPEG-4 HE-AAC v2 (siehe Erläuterungen in Zi. 10 zu ‚Superframing‘ und DAB+ FEC) noch für den neueren xHE-AAC Audio-Codec, der grundsätzlich bereits bei geringeren Datenraten als HE-AAC v2 vergleichbare Qualitätsergebnisse erzielen kann.

Dank der diversen geschilderten Optimierungen erlaubt DRM mit xHE-AAC in jedem Fall eine mit DAB+ vergleichbare Audio-Qualität bereits bei geringeren Bitraten.

Darstellung von Zusatzdiensten

Zusatzdienste wurden bisher nicht mit DRM+ gezeigt (13). Deshalb kann hier auch keine Aussage getroffen werden.

(13) Das Dienstangebot, das zusätzlich zum Hörfunkprogramm übertragen werden kann, ist identisch mit den Angeboten, die über DAB verbreitet werden (einschließlich DAB Dynamic Labels/DRM Text Messages, die identischen Funktionsumfang aufweisen). Dieselben ETSI-Spezifikationen für Datendienste gelten gleichermaßen für DAB(+) wie für DRM, z.B. für Journaline, Slideshow, TPEG, EPG/SPI, etc. EWF - Emergency Warning Functionality – ist gleichermaßen für DAB und DRM verfügbar.

Die Darstellung umfangreicher Datendienste wurde auf sowohl auf Hardware- wie auch auf Software-basierten DRM-Radios demonstriert. Professionelle DRM-Empfänger mit dem vollständigen Datendienste-Funktionsumfang sind bereits kommerziell verfügbar.

Zusatzdienste –Datenrate

Wenn man von einer maximal zur Verfügung stehenden Datenrate von ca. 150 kBit/s ausgeht und 96 kBit/s für den Audio-Dienst verwendet, könnte man noch ca. 50 kBit/s für Zusatzdaten bereitstellen (14).

(14) Die Audiokanäle benötigen weit weniger als die angegeben 96 kbit/s (s.o.). Daher kann der Multiplex mit bis zu 4 Services frei für bis zu 3 Audio-Programme und/oder Datendienste nach Bedarf und flexibel belegt werden. Außerdem gilt wie oben beschrieben zu berücksichtigen, dass die Bitraten für Audio- und Paketmodus-Kanäle in DRM praktisch frei definierbar sind, während sie bei DAB+ einem starren 8 kbit/s-Raster folgen müssen. Dadurch lassen sich in DRM auch sehr kleinbitratige Datendienste wie Journaline ab 0,5 kbit/s konfigurieren und effizient übertragen.

Mobiltauglichkeit

DRM+ ist mobiltauglich, wobei hier Einschränkungen gegenüber DAB/DAB+ in Kauf genommen werden müssen. Dies liegt an dem kleineren Trägerabstand bei DRM+ (444,4 Hz) im Vergleich zu DAB/DAB+ (1000 Hz). Die maximal erreichbare Geschwindigkeit wird wegen des Dopplereffektes etwa 2,5-mal kleiner sein als bei DAB/DAB+, liegt aber immer noch bei Werten von ca. 120 km/h (15).

(15) DRM+ stellt eine Versorgung für jeden Empfangsfall wegen des skalierbaren Fehler-schutzes und des OFDM-Signals, das besonders den mobilen und portablen Empfang gewährleistet, sicher.

Es ist unzulässig, nur aufgrund des kleineren Unterträgerabstands von DRM+ gegenüber DAB darauf zu schließen, dass damit der Empfang von DRM+-Signalen im VHF-Band III nur bei geringeren Geschwindigkeiten im gleichen Verhältnis gegenüber DAB möglich ist. Dieser Betrachtung muss immer ein dem Empfangsfall entsprechendes Fadingprofil der Mehrwegeausbreitung, das eine maximale Geschwindigkeit impliziert, hinterlegt werden. Diese Kanalprofilmessungen wurden an der FH Kaiserslautern 2009/2010 durchgeführt⁴.

Als Ergebnis der Messungen kann festgehalten werden, dass für die 4-QAM-Konfiguration ein Empfang in allen Kanalprofilen bei den jeweiligen Maximalgeschwindigkeiten sichergestellt wird. In der 16-QAM-Konfiguration werden diese bis auf einen Fall eines besonders anspruchsvollen Kanalprofils ebenfalls problemlos erreicht. Es kann also gesagt werden, dass die OFDM-Systemparameter auch für den Einsatz im VHF-Band III den Empfang bei den üblichen, mit dem Kfz gefahrenen Geschwindigkeiten sicherstellen.

Multinormfähigkeit

*Bisher gibt es nur Prototypen von Empfängern, sodass hier keine Aussage über die Multinormfähigkeit von DRM+ Empfängern **(16)** getroffen werden kann.*

(16) Die „Receiver Profiles“ von WorldDMB und des DRM-Konsortiums sind aufeinander abgestimmt und erlauben damit die einfache Spezifikation von Kombinations-Empfängern mit DAB- und DRM-Empfang. Wichtig gerade für die Automotive-Industrie ist, dass sich die angebotenen Dienste (Datendienste, AFS, EWF, etc.) von DAB und DRM nicht unterscheiden, sodass die Unterstützung von DRM neben DAB in der Praxis nur minimalen Aufwand für die Anpassung des HMI (Benutzerinterfaces) erfordert.

Die technischen Voraussetzungen für eine einfache und kostengünstige Implementierung von DRM in DAB-Radiogeräte sind aufgrund der hohen Systemähnlichkeiten von DAB und DRM und damit adäquater Chiptechnologie (OFDM, MPEG xHE-AAC/MPEG-4 HE-AAC v2 Kombi-Decodermodule, Datendienste, gegenseitige Service-Verweise ‚AFS‘ usw.) sowie des gleichen Empfängerdesigns (Antenne, Frontend) gegeben.

Aktuelle und angekündigte Generationen von Empfängerchipsätzen etablierter Hersteller für DAB sind bereits als Multinorm-Module mit DRM-Unterstützung ausgelegt. Dies umfasst sowohl Chipsätze für Consumer-Geräte als auch Automotive-Implementierungen. In vielen Fällen ist der Empfang auch von DRM-Signalen durch eine einfache Software-Freigabe auf Wunsch des jeweiligen Endgeräte-Herstellers aktivierbar. Besonders internationale Märkte treiben diese Entwicklung aktuell stark voran, von der die umfassende Netzwerkplanung als Kombination der DAB- und DRM-Standards damit unmittelbar profitieren kann.

⁴ Diplomarbeit an der FH Kaiserslautern „Messtechnische Bewertung der Nutzbarkeit von DRM+ im VHF-Band III“ 2009/2010;
http://drm-radio-kl.eu/berichte_vortraege/feldversuch_2010/Labormessungen_DRMplus_Band-III.pdf

Auch die EBU stellt in ihrer Recommendation 138 "DIGITAL RADIO DISTRIBUTION IN EUROPE" fest: "Multi-standard chips for digital radio decoding are available from many major manufacturers which enable radios to be built that decode FM, DAB and DRM".

Die Verfügbarkeit von Multinorm-Empfängern ist daher keine technische Frage mehr, sondern eher eine Frage des Bedarfs, des Willens und der offiziellen Ankündigung.

5.1.3 Vergleich der Alternativen für die Broadcast-Übertragung

5.1.3.1 Programmkapazität

Für UKW steht das VHF-Band II (87,5 – 108 MHz, die Bandbreite beträgt somit 20,5 MHz) zur Verfügung, für die digitalen Übertragungsverfahren das VHF-Band III (174 – 230 MHz, die Bandbreite beträgt somit 56 MHz). Im Folgenden wird angenommen, dass auch für LTE Band III verwendet würde, um die LTE-Bänder nicht durch die Hörfunkübertragung zusätzlich zu belasten.

Für UKW wird das VHF-Band II (87,5 – 108 MHz) genutzt. In Großstädten werden heute ca. 20 – 30 Programme übertragen. Damit ist die Kapazität erschöpft.

DAB/DAB+ wird im VHF-Band III (174 – 230 MHz) eingesetzt. Dieser Frequenzbereich ist in Kanäle mit einer Bandbreite von 1,75 MHz unterteilt, so dass 32 Kanäle zur Verfügung stehen. Zur Berücksichtigung der Ländergrenzen und zur Regionalisierung reduziert sich die Zahl der in einer Region verfügbaren Kanäle um den Faktor 4 auf 8 Kanäle, in denen jeweils ein Multiplex ausgestrahlt werden kann. Da es sich um ein HTHP-Netz handelt, ist der Wiederholabstand relativ groß, so dass für eine grobe Abschätzung der (im Vergleich zu einem LTLP-Netz relativ große) Faktor 4 angenommen werden kann. In einem Multiplex können bis zu zwölf Hörfunkprogramme mit einer Datenrate von jeweils 96 kBit/s übertragen werden. Somit sind insgesamt bis zu 96 Programme möglich.

DRM+ kann ebenfalls im Band III eingesetzt werden. DRM+-Programme sollen nicht in einem Multiplex, sondern jeweils in einem eigenen Kanal übertragen werden **(17)** und darüber hinaus nicht in einem Gleichwellennetzmodus **(18)**, sondern über Einzelsender. Das DRM+-Kanalraster ist mit 96 kHz an das UKW-Raster in Band II angepasst. Da eine Nachbarkanalnutzung in unmittelbar benachbarten Gebieten vermieden werden soll, ergibt sich unter der Annahme von Flächendeckung eine Kapazität von etwa 70 Programmen pro Versorgungsgebiet **(19)**. Diese Zahl kann sich deutlich erhöhen, wenn in den Nachbargebieten die Spektrumsressourcen nicht voll ausgeschöpft werden.

(17) DRM erlaubt die Übertragung von bis zu 4 Services in einem Ensemble (Multiplex) auf einer Sendefrequenz. Empfohlen werden dabei bis zu 3 Radio-Programme plus Datendienste (daher wird im Folgenden mit 3 Programmen pro DRM-Signal gerechnet).

(18) DRM unterstützt den Betrieb als Gleichwellennetz (SFN) ebenso wie DAB: DRM besitzt ein OFDM-Guardintervall von 0,25 ms (die gleiche Dauer wie DAB), das einen Senderabstand von typischerweise bis zu 60 km zulässt (wie auch bei DAB). Auch können Füllsender zur Lückenschließung in einem SFN betrieben werden.

(19) Durch die DRM+-Kanalbandbreite von 96 kHz stehen in einem DAB-Frequenzblock bis zu 15 Sendeplätze zur Verfügung, für welche eine Netzplanung durchgeführt werden kann. Jedes dieser DRM+-Signale kann bis zu 3 Programme übertragen. Geht man von der Nutzung nur jedes zweiten Sendeplatzes aus (zur Vermeidung von Nachbarkanalstörungen), so können bis zu 8 DRM+-Kanäle und mithin bis zu 24 Programme je DAB-Frequenzblock übertragen werden. Zum Vergleich kann über DAB+ in derselben Frequenzbandbreite ein DAB-Signal mit typischerweise 16 Hörfunkprogrammen verbreitet werden.

Allerdings soll an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen werden, dass DRM als komplementäre Ergänzung des DAB(+)-Standards konzipiert ist und nicht als Alternativlösung. Der Einsatz von DRM+ ist also gerade dort sinnvoll, wo einzelne oder wenige Programme mit jeweils individuellem Versorgungsgebiet zu verbreiten sind.

*Für LTE Broadcast hängt die Zahl der übertragbaren Programme von der Netzdichte ab, weil diese die spektrale Effizienz (übertragbare Datenrate pro Bandbreite) stark beeinflusst. Bei einem Abstand der Basisstationen von 5 km liegt die spektrale Effizienz für den gleichen robusten Übertragungsmodus wie bei DAB+ bei 0,72 bit/s/Hz **(20)**. Bei größeren Abständen fällt die Effizienz stark ab, geringere Abstände führen zu sehr hohen Kosten. Bei dieser spektralen Effizienz können mit 56 MHz 40 Mbit/s übertragen werden. Zur Regionalisierung reduziert sich diese Datenrate etwa um den Faktor 2 auf 20 Mbit/s, da in unmittelbarer Nachbarschaft gelegene Versorgungsgebiete für unterschiedliche Programme nicht mit derselben Frequenz versorgt werden können. Da es sich um ein LTLP-Netz handelt, ist der Wiederholabstand relativ klein, so dass für eine grobe Abschätzung der (relativ kleine) Faktor 2 angenommen werden kann. Mit 20 Mbit/s können 200 Programme mit einer Datenrate von 100 kBit/s übertragen werden.*

(20) Die Frequenzeffizienz von DRM+ liegt je nach gewählter Signalkonfiguration zwischen 0,39 und 1,94 (bit/s)/Hz netto, also rein auf die übertragenen Nutzdaten bezogen (MSC Kapazität).

Die Frequenzeffizienz von DAB+ liegt zwischen 0,38 (bit/s)/Hz im PL 1-A mit 576 kbit/s und 1,21 (bit/s)/Hz im PL 4-B mit 1.824 kbit/s und ist somit generell vergleichbar mit der von DRM+.

5.1.3.2 Mobilität

UKW, DAB/DAB+ und LTE (Unicast und Broadcast) -Ausstrahlungen können auch bei den höchsten im Straßenverkehr zu erwartenden Geschwindigkeiten problemlos empfangen werden. Für DRM+-Empfänger ist dagegen die maximale Geschwindigkeit auf etwa 120 km/h beschränkt **(21)**. Das ist auf den gegenüber DAB/DAB+ etwa halb so großen Trägerabstand zurückzuführen, was zu einem stärkeren Doppler-Effekt führt.

(21) Die verfügbaren OFDM-Systemparameter stellen auch für den Einsatz im VHF-Band III den Empfang bei den üblichen Fahrgeschwindigkeiten im Auto sicher (s. Anmerkung 15).

5.1.3.3 Flexibilität bei der Festlegung der individuellen Größe der Versorgungsgebiete pro Programm

Für UKW und DRM+ ist die Reichweite jedes einzelnen Programms durch die Sendeleistung individuell einstellbar.

Mit DAB/DAB+ können in einem Multiplex jeweils bis zu 12 Programme nur mit gemeinsamer Reichweite ausgestrahlt werden. Programme von Lokalradios, für die eine geringe Reichweite benötigt wird, könnten also zusammen in einem Multiplex mit geringer Sendeleistung übertragen werden **(22)**.

(22) Im lokalen Bereich gibt es typischerweise nur eine geringe Anzahl von Programmen für solch kleine Versorgungsgebiete. DAB-Multiplexe können daher nicht gefüllt werden, sodass die Einplanung von DAB bei geringer Multiplexauslastung weder frequenz- noch energieeffizient und somit unwirtschaftlich ist.

DRM+ ist vor allem für die Versorgung von Gebieten mit einem geringen Kapazitätsbedarf, also vor allem für die regionale/lokale Verbreitung von digitalen Hörfunkprogrammen geeignet, da über DRM+ typischerweise ein bis drei Hörfunkangebote hoher Qualität mit zusätzlichen Diensten übertragen werden können.

Durch die Fähigkeit, unterschiedliche Systemkonfigurationen einzustellen, ist DRM+ sehr flexibel hinsichtlich der Bereitstellung von Übertragungskapazitäten bzw. einer höheren Robustheit und Reichweite. Die Ressourceneffizienz von DRM+ ist sehr hoch, zumal auch für größere Verbreitungsgebiete Gleichwellennetze betrieben werden können.

5.1.3.4 Datendienste

Im UKW-Rundfunk ist schon seit 1988 das RDS-System zur Übertragung von Programm-erkennung, Verkehrsfunk und Alternativfrequenzen im Einsatz. Die Übertragungsgeschwindigkeit ist dabei allerdings verhältnismäßig niedrig (1187,5 bit/s).

*In dieser Hinsicht sind die digitalen Übertragungsverfahren (DAB/DAB+, DRM+ und LTE Broadcast) weit überlegen **(23)**.*

(23) Richtig, dies gilt für alle digitalen Systeme. Der besondere Vorteil von DRM liegt darin, dass die Datendienste mit denen von DAB identisch sind; die über LTE verbreiteten sind es nicht.

5.1.3.5 Funktionalitäten und Geschäftsmodelle

*UKW definiert über die Übertragung einer vergleichsweise geringen Datenrate im RDS-System hinaus keinerlei Funktionalitäten. EPGs, time-shift, detailliertere Zusatzinformationen bis hin zur Möglichkeit einer Verlinkung zu personalisierten Diensten sind mit UKW kaum bis nicht abbildbar. Bei DAB/DAB+ sind diese Funktionalitäten spezifiziert und in einzelnen Gerätegruppen im Markt verfügbar. Auch mit DRM+ können solche Zusatzfunktionen realisiert werden **(24)**. LTE könnte hierfür prinzipiell ebenfalls in der Lage sein, die Spezifikationen dafür fehlen aber.*

Diese Funktionalitäten bilden die Grundlage für attraktive moderne Serviceformate und damit gleichzeitig auch für neue Geschäftsmodelle. Als Ideen seien personalisierte Werbemodelle, bezahlte on-demand-Angebote und die Integration von Social Communities angeführt.

(24) Durch die für DAB und DRM identisch verfügbaren Datendienste ergibt sich aus Hörersicht ein einheitliches und konsistentes ‚Digitalradio‘ Erlebnis, unabhängig von der gerade vom Radio empfangenen Übertragungsart. Wichtig ist hierbei auch, dass im ETSI-Standard für DRM das sogenannte „Alternative Frequency Signalling“ (AFS) spezifiziert ist. Dies ermöglicht eine automatische Umschaltung des Empfängers auf die am besten zu empfangende Frequenz. Zusätzlich können alternative Frequenzen von AM-, FM- und DAB-Netzen übermittelt werden, damit das Radio auf diese Empfangsmöglichkeit eines Programms umschalten und wieder auf den DRM-Empfang zurückschalten kann, insbesondere auch zwischen den beiden Digitalradio-Übertragungsformen DAB und DRM.

Auch aus Anbietersicht sind die Funktionen und unterstützten Datendienste bis hin zu den technischen Schnittstellen der jeweiligen Sendesignal-Encoder identisch, sodass sich neue und innovative Geschäftsmodelle mit DAB und DRM gleichermaßen umsetzen lassen.

Auch aus Sicht der Empfängerindustrie lassen sich Multinorm-Radios sehr effizient und bezogen auf die unterstützten Datendienste praktisch ohne Zusatzaufwand umsetzen.

5.1.3.6 Standardisierung

LTE ist für den Frequenzbereich von 700 bis 2700 MHz ausgelegt. Um LTE im VHF-Band III zu verwenden, wäre also in dieser Hinsicht eine Änderung des Standards erforderlich. Die Alternative wäre, die heute verwendeten LTE-Frequenzbänder stärker zu belasten.

Für die anderen betrachteten Verfahren wäre keine Änderung des Standards erforderlich.

*Wie oben erwähnt, liegt die spektrale Effizienz bei einem Abstand der Basisstationen (ISD) von 5 km bei 0,72 bit/s/Hz. Bei einer Datenrate von 96 kBit/s pro Programm ergibt sich für eine Bandbreite von 1400 kHz eine Anzahl von $(1400 \text{ kHz} * 0,72 \text{ bit/s/Hz}) / 96 \text{ kBit/s} = 10,5$*

*Während UKW- und DAB/DAB+-Netze bereits existieren, müssten für DRM+ und für LTE Broadcast ganz neue Netze aufgebaut werden. Auch wenn dabei so weit wie möglich die vorhandenen Mobilfunk- bzw. Rundfunk-Netzstrukturen genutzt würden, würde dies erhebliche Investitionen erfordern **(25)**, ohne dass der Erfolg gesichert wäre. Erheblich geringer wäre das Risiko eines weiteren Ausbaus von DAB/DAB+, da bereits 90% der Bevölkerung damit versorgt sind. Entscheidend ist nicht die eigentliche Technik selbst, sondern die Investitions- und Betriebskosten, neben dem Umstand, dass die Übertragungstechnik die Anforderungen der Marktteilnehmer abbilden muss.*

(25) Zur Ausstrahlung von DRM+ sind Multiplexer und Modulatoren zur sendefertigen Signalaufbereitung der Inhalte verfügbar. Pro Programm sind hierfür die gleichen Aufwendungen wie für einen DAB-Multiplex zu leisten.

Zur Ausstrahlung von DRM+ werden lineare Leistungsverstärker für das VHF-Band III (mit Leistungsklassen von typischerweise 10-100 W bzw. bis maximal 1 kW RMS) benötigt, die günstiger zu beschaffen sind als DAB-Sender mit einer 10fach/20fach höheren Sendeleistung.

Der Aufbau neuer Sendernetze ist für DRM nicht zwingend notwendig. Auch bestehende DAB-Standorte mit vorhandenen Antennenanlagen können prinzipiell mit genutzt werden, da das DRM+-Signal über von der Industrie sofort lieferbare Einschleusweichen in die Antennenzuführung der DAB-Sender eingespeist werden kann.

Aufgrund der geringen Sendeleistung für DRM+ ist es machbar, Standorte sowohl in großer Höhe (Mitbenutzung bestehender Sendeanlagen) wegen der daraus resultierenden geringen Störwirkung auf andere Sendernetze als auch in geringer Höhe (z.B. in städtischer Bebauung als Einzelstandort mit einfachen Sendeantennen) wegen der daraus resultierenden geringen elektromagnetischen Beeinflussung des direkten Umfelds (Nahfeldstärken) zu nutzen. Daher liegen die Standortkosten auch unter denen von DAB-Sendern.

Darüber hinaus erlaubt der Einsatz von DRM+ die Genehmigung eines eigenen Sendebetriebs durch den alleinigen Veranstalter gem. TKG.

Der heutige Nutzeranteil und die Verbreitung von Empfängern sind ein weiterer Faktor, der das Migrationsrisiko mitbestimmt. In dieser Hinsicht hat DAB/DAB+ in Deutschland (im Gegensatz zu einigen Nachbarländern wie die Schweiz mit 33%, UK mit 46%, Norwegen mit 39% und Dänemark mit 37%) mit einem Nutzeranteil von 5% den kritischen Bereich zwar noch nicht verlassen, wird aber als einzige der Alternativen zu UKW überhaupt schon genutzt.

Im Gegensatz zu DAB/DAB+ und UKW ist LTE Broadcast noch keine ausgereifte Technologie. Deshalb wäre mit nicht vorhergesehenen Problemen und Verzögerungen zu rechnen, wenn die Hörfunkversorgung auf diesem Standard aufgebaut werden sollte. DRM+ wurde bisher noch nirgendwo kommerziell eingeführt.

*Da die kommerzielle Nutzung von LTE-Broadcast gerade erst begonnen hat und DRM+-Netze noch nirgendwo auf der Welt existieren und auch bisher keine entsprechenden Einführungspläne bekannt sind, während DAB/DAB+ in einigen europäischen Ländern (Schweiz, UK, Norwegen, Dänemark) schon weit verbreitet ist (siehe Abb. 5-1 und Tabelle 5-1), ist auch das internationale Umfeld für eine Migration zu DAB/DAB+ erheblich günstiger als für die alternativen Standards **(26)**.*

(26) DRM im VHF Bereich ist ein sehr junger Digitalradio-Standard, der erst 2011 von der ITU offiziell anerkannt und empfohlen wurde. Bei seiner Entwicklung – großteils durch dieselben Firmen und Organisationen wie bei der älteren DAB/DAB+-Technologie – konnten viele Erkenntnisse aus der Praxis der DAB+-Netze berücksichtigt werden.

Anders als im Text angedeutet ist DRM+ als Ergänzung zu den existierenden DAB+ Netzen vorgesehen, um genau diejenigen Einsatzbereiche abzudecken, für die DAB als Multiplexsystem weder wurde war noch besonders geeignet ist. Erst durch die Kombination von DAB+-Multiplexen und DRM-Individual-Übertragungen lässt sich die in UKW etablierte vielfältige Radiolandschaft Deutschlands abbilden und in ihrer Gesamtheit in die digitale Ära überführen. Von diesem ergänzenden Ansatz profitieren schlussendlich alle Marktteilnehmer.

Dank der heute gegebenen Verfügbarkeit von Multinorm-Empfangsmodulen ist eine rasche Etablierung von DRM+ als Ergänzungstechnik zu DAB+ als ‚Digitalradio für Deutschland‘ durch die Radiohersteller nur eine Frage des politischen Willens, des Bedarfs der Programmveranstalter und der Bereitschaft der Regulierer; nicht aber der Technik oder der Industrie.

5.1.3.8 Kosten

Für die UKW-Ausstrahlung ist eine vergleichsweise sehr hohe Sendeleistung erforderlich, da der Signal-Rausch-Abstand für Stereoprogramme bei 44 dB liegt. Dagegen kommt DAB/DAB+ mit 12 dB aus. Deshalb liegt die Sendeleistung von DAB/DAB+-Sendern um mehr als den Faktor 10 unter der von UKW-Sendern, so dass der Stromverbrauch pro Pro-

gramm (12 Programme pro Multiplex) etwa um den Faktor 100 niedriger ist als bei UKW. Die Zahl der Sendeanlagen kann bei DAB/DAB+ gegenüber UKW jedoch aus topographischen Gründen (der Empfang soll auch in Gebäuden möglich sein) nicht, zumindest nicht signifikant, reduziert werden. Unter Berücksichtigung aller Faktoren ergibt sich, dass die Kosten von DAB/DAB+ insgesamt unter den Kosten von UKW liegen. Hinsichtlich der Kosten pro DAB+-Programm ergibt sich sogar ein deutlicher Kostenvorteil für DAB/DAB+, der umso größer ausfällt, je mehr die Übertragungskapazität von DAB/DAB+ tatsächlich genutzt wird.

Die DRM+-Ausstrahlung wäre teurer als die DAB/DAB+-Versorgung, da für jedes Programm mit einem eigenen Sender zu rechnen ist, während bei DAB/DAB+ ein Sender genügt, um 12 Programme in einem Multiplex auszustrahlen **(27)**.

(27) Wie eingangs beschrieben, können je DRM-Multiplex typischerweise bis zu drei Hörfunkprogramme zusammen mit Datendiensten übertragen werden. Die Kosten je Programmanbieter ergeben sich aus den Gesamtkosten dividiert durch die Anzahl der Programmanbieter. Für einen Programmveranstalter, der einen Multiplex originär nutzt, sind die Investitions- und laufenden Kosten für den DRM+-Sendebetrieb vollständig zu übernehmen.

Auch im Vergleich zu einer Programmverbreitung weniger Programme über DAB mit der lizenzfreien Audio-Codierung MPEG 1 Layer II (MUSICAM) und der Open-Source-Multiplexsoftware, wie sie zurzeit unter dem Schlagwort „DAB light“ oder „Small Scale DAB“ propagiert wird, sind diese Kosten in DRM+ verglichen mit der Übertragung in einem unterbelegten DAB-Multiplex deutlich geringer. Eine Verbreitung über DRM+ ist daher gegenüber DAB wirtschaftlicher in den Gebieten, in denen wenige Hörfunkprogramme übertragen werden, die einen DAB-Multiplex nicht füllen, oder in denen die Programmanbieter ein individuelles Versorgungsgebiet bzw. eine eigenständige Senderinfrastruktur wünschen.

Für DRM+ genügen Sender mit kleinerer Leistung als für UKW-FM oder DAB zur Erzielung einer vergleichbaren Versorgung, die daher auch unabhängig von großen Netzbetreibern und Rundfunk-Senderstandorten flexibel aufgebaut werden können (typischerweise 10-100 W bzw. bis maximal 1 kW RMS). Dies führt für den einzelnen Programmanbieter gegenüber UKW zu signifikanten jährlichen Kosteneinsparungen alleine durch die stark reduzierte Sendeleistung.

Die Zuführung vom Studio zu den Sendern ist über schmalbandige IP-Leitungen äußerst preisgünstig zu realisieren.

Im Vergleich zu DAB sind die Kosten für die Bereitstellung der Senderinfrastruktur leicht günstiger, da Linearverstärker und Antennen mit geringerer Leistung eingesetzt werden können und der Multiplexer, sein Aufbau, Betrieb und Unterhalt weniger aufwändig ausfällt.

Eine weitere Reduzierung der Infrastrukturkosten könnte z.B. auch über einen eigenen Senderbetrieb, den das TKG zulässt, erzielt werden.

5.1.3.9 Vergleiche im Überblick

KRITERIUM	UKW	DAB+	DRM+	LTE Broadcast
Programmkapazität	-	+	+	+
Mobilität	+	+	-	+
Flexibilität der Versorgungsgebiete	+	-	+	-
Datendienste	-	+	+	+
Standardisierung	+	+	+	-
Migrationsrisiken	+	+	-	-
Kosten	-	+	-	-
Geschäftsmodelle	-	+	+	+

Tabelle 5-2: Bewertung der Alternativen der Hörfunkverbreitung nach verschiedenen Kriterien im Überblick

Tabelle 5-2 gibt einen Überblick über die Resultate des Vergleichs der Alternativen für die Hörfunkverbreitung **(28)** nach den genannten Kriterien. Stärken eines Systems hinsichtlich eines Kriteriums wurden mit Plus, Schwächen mit Minus gekennzeichnet.

(28) Basierend auf den in diesem Dokument und besonders im folgenden Abschnitt dargestellten Korrekturen und erweiterten Erkenntnissen wird folgende Bewertung für DAB+ und DRM+ gesehen, die sich in den Kriterien „Migrationsrisiken“, „Kosten“ und „Mobilität“ unterscheidet:

KRITERIUM	DAB+	DRM+
Programmkapazität	+	+
Mobilität	+	+
Flexibilität der Versorgungsgebiete	-	+
Datendienste	+	+
Standardisierung	+	+
Migrationsrisiken	0	0
Kosten	+	+
Geschäftsmodelle	+	+

Eine exakte Abbildung des derzeit von den Landesrundfunkanstalten ARD innerhalb ihres Versorgungsgebiets über UKW ausgestrahlten Ensembles von vier bis fünf Hörfunkprogrammen nach DAB+ würde 90% der UKW-Kosten mit sich bringen. Bei der für die Berechnung zugrunde gelegten Ausbauplanung könnten jedoch parallel bis zu 12 Hörfunkprogramme in einem Multiplex übertragen werden. Bei voller Nutzung dieser Kapazität würden sich die Kosten pro Hörfunkprogramm auf 40% der Kosten der Ausstrahlung eines Hörfunkprogramms über UKW belaufen (siehe Kapitel 7.2 der vorliegenden Studie).

UKW hat gegenüber den digitalen Verfahren die großen Nachteile einer verhältnismäßig geringen Programmkapazität und vergleichsweise hoher Verbreitungskosten.

*Für DAB/DAB+ gibt es nur einen kritischen Punkt **(29)**, die Flexibilität bei der Festlegung der Versorgungsgebiete einzelner Programme. Ansonsten weist es in der Tabelle nur Pluspunkte auf.*

*DRM+ hat gegenüber DAB/DAB+ einen Vorteil, eben die Möglichkeit der flexiblen Festlegung der Größe der Versorgungsgebiete für jeden einzelnen Sender. Wegen der geringeren Mobilität würde die Versorgung auf Autobahnen jedoch eingeschränkt **(30)**. In Hinblick auf Migrationsrisiken und Kosten ist DAB/DAB+ ebenfalls deutlich unterlegen **(31)**.*

(29) DAB weist ein weiteres Migrationsrisiko aus: Für die Abbildung der heute lizenzierten lokalen und regionalen Versorgungsgebiete, für eine Verbesserung bzw. Arrondierung der eingeschränkten analogen Versorgung im Lizenzgebiet (die mit den bisherigen UKW-FM-Sendern nicht ausgefüllt werden) bzw. für die Schaffung neuer Verbreitungsgebiete mit Lokalität steht für DAB im VHF-Bereich III keine ausreichende Frequenzkapazität zur Verfügung, ohne den bisherigen DAB-Ausbau stark zu behindern. Die Bereitstellung solcher Kapazitäten insbesondere in den Ländern mit stark ausgeprägtem Lokalfunk (z.B. Nordrhein-Westfalen oder Niedersachsen) erfordert einen derart hohen Ressourceneinsatz, dass der großflächige und wirtschaftliche DAB-Ausbau in diesen und den benachbarten Ländern (auch benachbarter Staaten) unmöglich wird.

(30) Die verfügbaren OFDM-Systemparameter stellen auch für den Einsatz im VHF-Band III den Empfang bei den mit dem Kfz gefahrenen üblichen Geschwindigkeiten sicher (siehe auch Kommentare 15 und 21).

(31) Wie bereits dargelegt, wird DRM nicht als Ersatz für die existierenden und zukünftigen DAB+-Netze in Europa gesehen, sondern als deren Ergänzung. Eine Verbreitung über DRM+ ist gegenüber DAB deutlich wirtschaftlicher in den Gebieten, in denen wenige Hörfunkprogramme übertragen werden, die einen DAB-Multiplex nicht füllen, oder in denen einzelne Programmanbieter Wert auf individuelle Versorgungsgebiete oder eigene Sendefunkinfrastruktur legen.

Für DRM+ genügen Sender mit kleinerer Leistung als für UKW-FM oder DAB zur Erzielung einer vergleichbaren Versorgung, die daher auch unabhängig von großen Netzbetreibern und Rundfunk-Senderstandorten flexibel aufgebaut werden können (typischerweise 10-100 W bzw. bis maximal 1 kW RMS). Dies führt für den einzelnen Programmanbieter gegenüber UKW zu signifikanten jährlichen Kosteneinsparungen alleine durch die stark reduzierte Sendeleistung.

Die Zuführung vom Studio zu den Sendern ist über schmalbandige IP-Leitungen äußerst preisgünstig zu realisieren.

Im Vergleich zu DAB sind die Kosten für die Bereitstellung der Senderinfrastruktur leicht günstiger, da Linearverstärker und Antennen mit geringerer Leistung eingesetzt werden können und der Multiplexer, sein Aufbau, Betrieb und Unterhalt weniger aufwändig ausfällt.

Eine weitere Reduzierung der Infrastrukturkosten könnte z.B. auch über einen eigenen Senderbetrieb, den das TKG zulässt, erzielt werden.

Als einziges Migrationsrisiko wird die zügige Bereitstellung von Multinormgeräten mit DRM-Unterstützung auf dem Markt gesehen. Allerdings wird eine mögliche künftige Etablierung von DRM+ als Ergänzung zu DAB in Deutschland durch zurzeit stattfindende internationale Entwicklungen und die Bereitstellung von Multinormempfängern befördert. Die regulatorischen Anforderungen hierfür können über eine EU-Regelung unterstützt werden.

Voraussetzung für ein solches Szenario ist jedenfalls, dass der Markt für Digitalradio durch DAB als Plattform mit großflächigen Versorgungsgebieten und vielen überregionalen Programmen geöffnet wird, was den Zugang insbesondere der regionalisierten und lokalen Anbietern zur digitalen Verbreitung über DRM+ erleichtert, der gerade aus Empfängersicht frühzeitig vorbereitet werden muss.

5.1.4 Zusammenfassung und Fazit

Im Vergleich zu den unter technischen und ökonomischen Aspekte diskutierten Alternativen ist DAB/DAB+ das am besten für die zukünftige Hörfunkverbreitung in Deutschland geeignete Verfahren. Die längerfristige Fortsetzung der UKW-Ausstrahlung erscheint aus Kapazitäts- und Kostengründen nicht empfehlenswert, DRM+ bietet nur eine eingeschränkte Mobilität (32), ist mit hohen Migrationsrisiken (33) und höheren Kosten als DAB/DAB+ verbunden (34). Auch als Ergänzung zur Ausstrahlung über DAB/DAB+ für den Bedarf kleiner Lokalsender dürfte DRM+ nur begrenzt geeignet sein, da nicht zu erwarten ist, dass die Hersteller von Consumer-Geräten eigens für diesen Zweck einen zusätzlichen Empfänger einbauen würden (35). Die höhere Programmkapazität von LTE Broadcast spielt keine wichtige Rolle, da DAB/DAB+ mit bis zu 96 Programmen den relevanten Bedarf bei weitem abdecken kann. Gleiches gilt für die Datendienste.

(32) Die verfügbaren OFDM-Systemparameter stellen auch für den Einsatz im VHF-Band III den Empfang bei den mit dem Kfz gefahrenen üblichen Geschwindigkeiten sicher (siehe auch Kommentare 15, 21 und 30).

(33) Als einziges Migrationsrisiko wird die zügige Bereitstellung von Multinormgeräten mit DRM-Unterstützung auf dem Markt gesehen. Allerdings wird eine mögliche künftige Etablierung von DRM+ als Ergänzung zu DAB in Deutschland würde durch zurzeit stattfindende internationale Entwicklungen und die Bereitstellung von Multinormempfängern befördert. Die regulatorischen Anforderungen hierfür können über eine EU-Regelung unterstützt werden (siehe auch Kommentar 16).

Voraussetzung für ein solches Szenario ist jedenfalls, dass der Markt für Digitalradio durch DAB als Plattform mit großflächigen Versorgungsgebieten und vielen überregionalen Programmen geöffnet wird, was den Zugang insbesondere der regionalisierten und lokalen Anbietern zur digitalen Verbreitung über DRM+ erleichtert, der gerade aus Empfängersicht frühzeitig vorbereitet werden muss.

(34) Eine Verbreitung über DRM+ ist gegenüber DAB deutlich wirtschaftlicher in den Gebieten, in denen wenige Hörfunkprogramme übertragen werden, die einen DAB-Multiplex nicht füllen, oder in denen einzelne Programmanbieter Wert auf individuelle Versorgungsgebiete oder eigene Sendeinfrastruktur legen (siehe auch Kommentar 31).

(35) Richtig, ein eigenständiger DRM-Empfänger für Deutschland ist weder marktfähig noch relevant. Wie bereits dargelegt, wird DRM nicht als Ersatz für die existierenden und zukünftigen DAB+-Netze in Europa gesehen, sondern als deren Ergänzung. Daher werden Multinormgeräte benötigt, die DAB(+), FM und DRM gleichermaßen empfangen. Die technischen Voraussetzungen für eine einfache und kostengünstige Implementierung von DRM in DAB-Radiogeräte sind aufgrund der hohen Systemähnlichkeiten von DAB und DRM und damit gleicher Chiptechnologie sowie des gleichen Empfängerdesigns (Antenne, Frontend) gegeben. Die Unterstützung von DRM in DAB+-Empfängerchips bedeutet für den Hersteller in vielen nicht mehr als eine Software-Ergänzung.

Trotz der nachgewiesenen, technisch einfachen Umsetzung, den DRM-Empfang in DAB-Radios zu ermöglichen, ist dies ein gewisser Entwicklungsaufwand der Unterhaltungsgeräte- und Automobilindustrie für massenmarktaugliche Kombi-Geräte, der selbstverständlich erst betrieben wird, wenn ein gesicherter Absatzmarkt für DRM erkennbar ist. Entsprechend sind gerade im regionalen/lokalen Marktsegment die Veranstalter auf weit verbreitete ‚Digitalradio‘-Empfänger mit gleichzeitiger Unterstützung von DAB(+) und DRM angewiesen.

Daher muss, unabhängig von den üblichen Prinzipien der Markteinführung von Empfangsgeräten (erst das Angebot, dann das Gerät), eine rasche Verfügbarkeit von Multinorm-Radios für DAB und DRM auf dem Markt erreicht werden. Ansonsten besteht die Gefahr, dass diejenigen Programmanbieter, deren Ausstrahlungen in DAB Multiplexen nur unzureichend abgebildet werden können, dauerhaft von der Umstellung auf Digitalradio ausgeschlossen bleiben.

Die regulatorischen Anforderungen hierfür können über eine EU-Regelung unterstützt werden.

*Da nicht zu erwarten steht, dass die Kapazität von bis zu 96 Hörfunkprogrammen auf absehbare Zeit ausgeschöpft werden wird, bietet sich als mögliche Lösung des Reichweiten- und Kosten-Problems für Lokalradios an, an jedem Ort, wo Bedarf besteht, einen der zur Verfügung stehenden DAB/DAB+-Kanäle für solche Anbieter zu reservieren und mit einem Sender geringer Leistung zu nutzen **(36)**. So könnten bis zu 12 Lokalprogramme zu relativ*

niedrigen Verbreitungskosten ausgestrahlt werden. Wegen der geringen Reichweite würde sich der Verlust für die sonstige Kapazität auf diesen einen Kanal beschränken. Damit bliebe immer noch eine Gesamtkapazität von 84 Programmen für die Ausstrahlung mit größerer Reichweite übrig, was den Bedarf bei weitem decken dürfte.

(36) Aufgrund der geringen Programmanzahl, die für eine lokale Versorgung vorhanden ist, sollte heute schon auf ressourcensparende Lösungen hingearbeitet werden. Lokalradios und regionalisierte landesweite Anbieter sollten also nicht über breitbandig ausgelegte Übertragungssysteme, sondern über bedarfsgerechte, schmalbandige Übertragungssysteme – DRM - verbreitet werden. Die wirtschaftlichen und frequenzökonomischen Grenzbereiche von DAB+ werden nämlich dann erreicht, wenn ein Multiplex nur mit wenigen oder gar nur einem Hörfunkprogrammäquivalent gefüllt werden kann.

Die Abbildung der heutigen UKW-Verbreitungsgebiete der lokalen Veranstalter lässt sich auf Basis des „Nationalen VHF-Frequenznutzungsplans“ mit einzelnen DAB+-Blöcken im VHF-Band III in der Regel frequenztechnisch nicht erzielen. Werden dagegen lokale Anbieter benachbarter Regionen (die im UKW-Netz getrennte Versorgungsgebiete darstellen) zum Betrieb eines gemeinsamen DAB-Multiplexes gezwungen, dann ergibt sich einerseits eine völlig neue und ungewollte Konkurrenzsituation in den lokalen Märkten, andererseits sind die Kosten für einen solchen DAB-Multiplex relativ hoch (zumal er Gebiete abdeckt, die für den Lokalanbieter werbe- und damit versorgungstechnisch nicht relevant sind).

Daher ist DRM+ die geeignete technische Lösung zur digitalen Verbreitung lokaler Angebote insbesondere für einzelne Anbieter mit individuellem, lokalem Versorgungsgebiet und für regionalisierte Angebote.

Eine Abbildung der originären UKW-Verbreitungsgebiete der lokalen Veranstalter mit einzelnen DRM+-Kanälen lässt sich im VHF-Band III frequenztechnisch grundsätzlich umsetzen. Frequenzen für regionale/lokale Versorgungen mit DRM+ könnten im VHF-Band III ausreichend zur Verfügung gestellt werden, ohne die Ausbauplanung von DAB zu behindern. Beispielsweise ist der Kanal 5A für die großflächige Versorgung mit leistungsstarken DAB-Sendern in Deutschland nicht mehr genutzt bzw. könnte durch andere Kanäle ersetzt werden. Allein in diesem Kanal könnten 15 DRM+-Kanäle (à 100 kHz) eingeplant und netztechnisch geplant werden, um die Übertragung bestehender lokaler oder stark regionalisierter Hörfunkprogramme zu ermöglichen oder neue Digitalradio-Angebote zu realisieren. Weiterhin könnte DRM+ in den von DAB-Netzen nicht verwendeten Lücken der Kanäle 12A bis 12D, die nur mit begrenzter Leistung verwendet werden können, flexibel eingesetzt werden.

Joachim Lehnert / Alexander Zink / Detlef Pagel

Ludwigshafen, 15. Juni 2015