

Technische Perspektiven für das Medium Radio

Auf der Suche nach einer digitalen Alternative zu UKW

Diplomarbeit

Ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades
Dipl.-Ing. für technisch-wissenschaftliche Berufe

am Masterstudiengang Digitale Medientechnologien an der
Fachhochschule St. Pölten, **Masterklasse Audiodesign**

von:

Raphael Szavai, BSc

dm131528

Betreuer/in und Erstbegutachter/in: Dipl.-Ing. Dr. Franz Fidler

Zweitbegutachter/in: Dipl.-Ing. Franz Zotlöterer

[Wien, 16.08.2017]

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere, dass

- ich diese Arbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

- ich dieses Thema bisher weder im Inland noch im Ausland einem Begutachter/einer Begutachterin zur Beurteilung oder in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Diese Arbeit stimmt mit der vom Begutachter bzw. der Begutachterin beurteilten Arbeit überein.

.....

Ort, Datum

.....

Unterschrift

Kurzfassung

In dieser Arbeit werden digitale Substitute für den analogen UKW-Hörfunk gesucht und evaluiert. Dabei werden DAB+, DRM+, DVB-T2 und IP-Streaming miteinander verglichen. Methodisch basiert die Forschungsarbeit auf ExpertInneninterviews, die zur Festlegung der Kriterien herangezogen wurden, um einen aussagekräftigen Vergleich der unterschiedlichen Systeme zu ermöglichen. Im Rahmen der ExpertInneninterviews und auch in der Recherche stellte sich heraus, dass es derzeit bei allen Alternativsystemen zu UKW an Endgeräten mangelt. Dies betrifft stationäre und/oder mobile Endgeräte. Ein weiteres Ergebnis war, dass die NutzerInnen entscheiden werden, welche Technik sich letztendlich durchsetzen wird. In diesem Prozess wird es unerheblich sein, welches Substitut die ExpertInnen als das Beste erachten. Deswegen wurde die mögliche Entscheidungsgrundlage erweitert, um die Vor- und Nachteile digitaler Radiotechnologien aus EndnutzerInnensicht etwas genauer eingrenzen zu können. Statistiken und Umfragen wurden herangezogen und es zeigt sich in der Auswertung dieser Daten, dass sich die Mediennutzung ändert. Klassische Medien, zu denen Radio zählt, werden sehr stark durch das Internet verdrängt. Grund dafür ist die hohe Verbreitung mobiler Endgeräte wie Smartphones, (Mini)Tablets und Laptops. Die Arbeit zeigt, dass wenn man alle Altersgruppen zufriedenstellen möchte, ein hybrides Netz aus LTE-Broadcast und DVB-T2 das geeignete Substitut für UKW ist.

Abstract

In this thesis, a digital substitute for analogue FM radio is being sought. DAB+, DRM+, DVB-T2 and IP streaming are compared with each other. Methodically, the research work is based on expert interviews, which were used to determine the criteria in order to enable a meaningful comparison of the different systems. Within the scope of the expert interviews and also in the research, it turned out that there is currently a lack of end user devices for all alternative systems for FM. This relates to stationary and/or mobile devices. Another result was that users will decide which technology will ultimately be implemented. In this process, it will be irrelevant which substitute the experts consider to be the best. For this reason, the possible decision-making base was extended in order to be able to narrow down more precisely which substitutes would be most interesting for the end user. Statistics and surveys were used, and the analysis of these data reveals that media usage is changing. Classic media, which include radio, are very much replaced by the internet. The reason for this is the high volume of mobile devices such as smartphones, (mini) tablets and laptops. In order to serve all age groups, a hybrid network of LTE broadcast and DVB-T2 would be a suitable substitute for FM.

Inhaltsverzeichnis

Ehrenwörtliche Erklärung	II
Kurzfassung	III
Abstract	IV
Inhaltsverzeichnis	V
1 Einleitung	1
2 Begriffserklärung	3
2.1 Was ist Radio?	3
2.2 Geschichte des Hörfunks in Österreich	3
2.2.1 Zwischenkriegszeit	4
2.2.2 Nachkriegszeit	4
2.3 Kommunikationsformen	4
2.3.1 Unicast	5
2.3.2 Broadcast	5
2.3.3 Multicast	5
2.4 Analoge Modulationsverfahren	6
2.4.1 AM - Amplitudenmodulation	6
2.4.2 FM - Frequenzmodulation	8
2.4.3 PM - Phasenmodulation	9
2.5 Digitale Modulationsverfahren	9
2.5.1 PSK - Phase Shift Keying	10
2.5.2 IQ Modulation / QAM – Quadratur Amplituden Modulation	10
2.6 Digitale Mehrträgerverfahren	11
2.6.1 COFDM – Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex	12
2.6.2 HPHT - High-Power-High-Tower	13
2.7 Frequenzbereiche	13
2.7.1 MF / MW – Medium Frequency / Mittelwelle (526,5 – 1.606,5 kHz)	14
2.7.2 VHF / UKW – Very High Frequency / Ultrakurzwellen Band II und III	15
2.7.3 UHF – Ultra High Frequency / UHF Frequenzband	15
2.8 Audiokodierung	15
2.8.1 MPEG-1/2	16
2.8.2 AAC – Advanced Audio Coding	16
3 UKW-FM-Hörfunk	18
3.1 Technische Spezifikationen	18

3.1.1	RDS – Radio Data System	19
4	DRM+ - Digital Radio Mondiale+	21
4.1	Technische Spezifikationen	21
4.2	Unterstützte Geräte	22
5	DAB+ - Digital Audio Broadcasting+	23
5.1	Technische Spezifikationen	23
5.2	Unterstützte Geräte	25
6	DVB-T2 – Digital Video Broadcasting - zweite Generation, terrestrisch	26
6.1	Technische Spezifikationen	26
6.2	Unterstützte Geräte	28
7	LTE-Broadcast	30
7.1	Technische Spezifikationen	30
7.1.1	TOoL+ – The Tower Overlay over LTE-Advanced+	31
7.1.2	FLUTE (File Delivery over Unidirectional Transport) und DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)	32
7.2	Unterstützte Geräte	32
8	IP Streaming	33
8.1	Streamingangebote	33
8.1.1	Die KRONEHIT Smartphone APP	35
8.2	Funktionsweise	36
8.2.1	Mobiler Datenverkehr	37
8.3	Unterstützte Geräte	37
9	Experteninterviews	38
9.1	Interviewpartner	39
9.2	Zusammenfassungen der Experteninterviews	39
9.2.1	DI Peter Reindl – RTR: Leiter Rundfunktechnik	39
9.2.2	Gernot Fischer – Verein Digitalradio Österreich: ehemaliger Geschäftsführer	41
9.2.3	Dipl.- Ing. Detlef Pagel – Planung und Beratung Rundfunktechnik	43
9.2.4	Martin Holovlasky – Techniker bei KRONEHIT	46
9.2.5	Anonym 1 & Anonym 2	48
9.3	Review der Experteninterviews	51
9.3.1	Kriterien für den Vergleich von Broadcasttechnologien	51
9.3.2	Das geeignetste digitale Substitut für Endgeräte	53
9.3.3	Das Substitut mit dem besten Kosten/Nutzenfaktor	54
9.3.4	Das technisch beste Substitut	54
9.3.5	Das stabilste Signal	55
9.3.6	Streaminganbieter vs. Radiostationen	55
9.3.7	Fazit	55

10	Radionutzung	57
10.1	Adaption - Analog zu Digital	65
11	Hybrides Netz	68
11.1	Autonomes Netz	70
11.2	Endgeräte	72
11.3	Garantierte Bandbreite	73
11.4	Leichter Zugang	73
11.5	Regionalisierbar	74
11.6	Programmviefalt	74
12	Conclusio	75
12.1	Weiterführende Fragen	76
	Literaturverzeichnis	77
	Abbildungsverzeichnis	85
	Tabellenverzeichnis	87
	Anhang	88
A.	Experteninterview – Peter Reindl	88
B.	Experteninterview – Gernot Fischer	88
C.	Experteninterview – Detlef Pagel	88
D.	Experteninterview – Anonym 1 und Anonym 2	88
E.	Experteninterview – Martin Holovlasky	88

1 Einleitung

Diese Arbeit ist im Fachgebiet des mobilen Rundfunk-Broadcasting angesiedelt. Im Rahmen meiner Beschäftigung bei KRONEHIT steht derzeit die Frage im Raum, auf welchem Weg das Programm digital ausgestrahlt werden kann, da die Zukunft von FM (frequenzmoduliert) Hörfunk über UKW (Ultrakurzwelle) ungewiss ist. Obwohl FM Radio durch Stereo-Sound und RDS (Radio Data System) abwärtskompatibel erweitert wurde, blieb das Grundsystem seit dessen Einführung in den 1950er Jahren unverändert (Punkt 3). Das komplette System ist an seinen technologischen Grenzen angelangt und zusätzlich herrscht in Österreich Frequenzknappheit (Anonym 1 & Anonym 2, 2017; Reindl, 2017). An diesen Grenzen setzen moderne Broadcasttechnologien an, doch ein neuer Standard konnte sich noch nicht durchsetzen.

DAB/DAB+ (Digital Audio Broadcasting – Punkt 5) ist eines der möglichen digitalen Substitute, welches UKW ablösen soll. Weitere Möglichkeiten sind der Empfang des Programms als Unicast Stream über das Internet (Punkt 8), über DRM+ (Digital Radio Mondiale+ - Punkt 4), DVB-T2 (Digital Video Broadcasting – der zweiten Generation, terrestrisch – Punkt 6) und MBMS (Multimedia Broadcast Multicast Service) bzw. dessen LTE Version eMBMS (evolved Multimedia Broadcast Multicast Service - Punkt 7). Dabei wird das Programm über das LTE Netzwerk oder per TOverlay (TOver Overlay over LTE+ - Punkt 7.1.1) über das DVB-T2 Netzwerk verbreitet.

Während in Schweden UKW weiterhin der Verbreitungsweg für Hörfunk bleibt (STANDARD Verlagsgesellschaft m.b.H., 2015), wurde in Norwegen DAB+ als neuer Standard definiert (Futurezone GmbH, 2017). In Großbritannien ist DAB+ ebenfalls sehr stark verbreitet, jedoch in vielen anderen europäischen Ländern nicht (RTR & Grinschgl, 2016). In Österreich gibt es derzeit einen DAB+ Testbetrieb, wobei Ö3 und KRONEHIT nicht am Programm teilnehmen (Kommunikationsbehörde Austria, 2017a). KRONEHIT merkt dabei an, dass die Anforderungen an einen DAB+ Multiplex widersprüchlich sind. Es wird bessere Tonqualität gefordert, sowie ein meinungsvielfältiges Programmangebot. Bessere Tonqualität lässt sich nur zu Lasten der Anzahl der Programmplätze erreichen (siehe Punkt: 5.1) (Kommunikationsbehörde Austria, 2017a). Dabei stellt sich die

1 Einleitung

Frage, welches der Substitute sich am besten eignet, um UKW zu ersetzen und welche Kriterien dafür herangezogen werden können.

Kern dieser Arbeit ist deshalb die Definition von Kriterien, anhand derer die verschiedenen Broadcasttechnologien verglichen und bewertet werden. In die Bewertung fließen neben den technischen Aspekten auch Ergebnisse von Studien des Vereins Media Server im Bezug auf die Mediennutzungsdauer und des Radiotests ein (GfK Austria, 2016; Verein Media Server, 2015).

2 Begriffserklärung

2.1 Was ist Radio?

Radio hat im deutschsprachigen Sprachraum mehrere Bedeutungen. Es ist unter anderem ein Begriff für das Gerät Radioempfänger als auch für Hörfunk an sich (Bibliographisches Institut GmbH, o. J.-b). Mit dem Aufkommen des Internets hat der Begriff auch dort Einzug gehalten. Zahlreiche österreichische Rundfunkbetreiber vertreiben ihr Hauptprogramm, wenn vorhanden auch diverse Spartenkanäle, über das Medium Internet (W. Fischer, 2016; KRONEHIT RadiobetriebsgmbH, o. J.; N&C Privatradio Betriebs GmbH, o. J.; Österreichischer Rundfunk, Stiftung öffentlichen Rechts, o. J.-b). Neben den klassischen Rundfunkbetreibern gibt es weitere Betreiber, die ausschließlich über das Internet Radioprogramme vertreiben, wie zum Beispiel Rautemusik (RauteMusik GmbH, o. J.). Radioprogramme oder auch eigens produzierte Beiträge können als Podcast zur Verfügung gestellt werden. Diese können auf Endgeräten gespeichert und anschließend wiedergegeben oder auch direkt gestreamt werden. Der Unterschied zu Internetradio ist, dass Podcasts nicht live sind (Bibliographisches Institut GmbH, o. J.-a). In den USA wurde erhoben, dass Streamingangebote (Deezer, Spotify, Pandora, Apple Music) in der Kohorte der 14 bis 25-Jährigen immer mehr an Relevanz gewinnen und zunehmend den Hörfunk verdrängen; Speziell wenn es darum geht, bei Musik auf dem neuesten Stand zu bleiben (Edison Research, 2017). Ein großer Vorteil von Streaminganbietern gegenüber dem klassischen Hörfunk ist das ‚personalisierte Radio‘. Das wird realisiert durch die Analyse der Hörgewohnheiten der UserInnen. (Anonym 1 & Anonym 2, 2017; G. Fischer, 2017)

Ausgehend vom Duden werden all diese Dienste mit dem Begriff Radio definiert (Bibliographisches Institut GmbH, o. J.-b).

2.2 Geschichte des Hörfunks in Österreich

Oskar Czeija gründete 1924 die ‚Radio Verkehrs AG‘ abgekürzt und besser bekannt als RAVAG (Universität Wien, 2004c). Sie war die erste österreichische

2 Begriffserklärung

Rundfunkgesellschaft und bestand bis 1938. Czeija war es ein großes Anliegen, dass im Hörfunk nicht nur Musik und Nachrichten ausgestrahlt werden, sondern auch Sendungen, welche die kulturelle Bildung der ÖsterreicherInnen fördern sollten (Universität Wien, 2004c). Neben der RAVAG wurde 1924 auch der „Freie Radio-Bund“ von Mitgliedern der sozialdemokratischen Partei, der Gewerkschaft und des republikanischen Schutzbundes gegründet. Ursprünglich eine Bastlerorganisation wurde nach und nach von den Mitgliedern erkannt, dass der Hörfunk als politisches Werkzeug instrumentalisiert werden konnte (Universität Wien, 2004a).

2.2.1 Zwischenkriegszeit

In der Zuspitzung des Konflikts zwischen Sozialdemokraten und Christdemokraten stellte sich die zuvor neutrale RAVAG spätestens Mitte 1933 ganz in den Dienst des Katholizismus und des autoritären Regimes. Czeija selber trug den neuen Kurs der RAVAG als gleichgeschaltetes Medium offensiv mit. Dennoch meldeten rund 66.000 Haushalte ihre Empfangsgeräte ab. Erst ab 1935 stiegen die Lizenzen für den Empfang wieder an (Duchkowitsch, 2012). Direkt nach dem Anschluß Österreichs an Deutschland wurde der Sendebetrieb in Wien eingestellt und die Programme kamen direkt aus Berlin (Universität Wien, 2004b).

2.2.2 Nachkriegszeit

Am Ende des Kriegs gab es in Österreich kein Radionetz mehr. Sämtliche Sender wurden im Kriegstreiben zerstört. Die Siegermächte, welche sich Österreich aufgeteilt haben, begannen mit der Neuerrichtung von Sendemasten, um entsprechendes Programm für die Bevölkerung sowie auch für die eigenen Soldaten zu senden (Dokumentationsarchiv Funk - Intern. Kuratorium QSL Collection, o. J.). Um den Problemen der Mittelwelle entgegenwirken zu können, gab es 1953, 4 Jahre später als in Deutschland, die offizielle Erlaubnis, den UKW-Frequenzbereich zu nutzen. Am Kahlenberg, nördlich von Wien, wurde der erste UKW Sender Österreichs in Betrieb genommen (Dokumentationsarchiv Funk, o. J.).

2.3 Kommunikationsformen

Es gibt verschiedene Arten, Dienste eines Senders zu einem Empfänger zu übertragen. Für eine optimale Empfangbarkeit kommt es meist zu Mischformen, welche aus den folgenden Grundformen bestehen.

2.3.1 Unicast

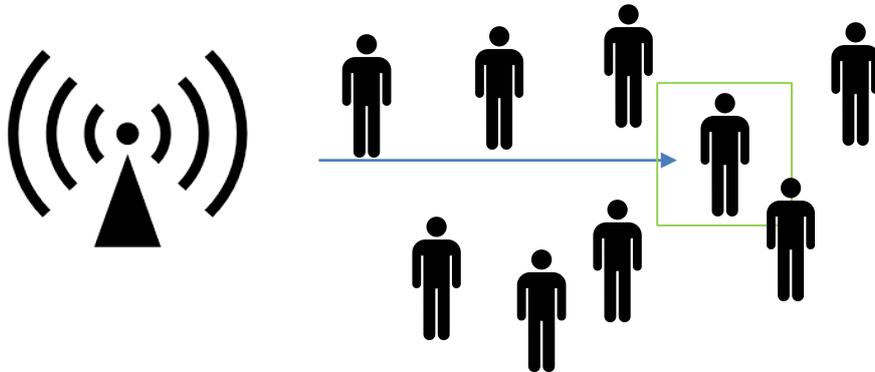


Abbildung 1: Unicast

Unicast ist eine Punkt zu Punkt Verbindung. Der Sender ist direkt mit dem Empfänger verbunden und sendet an diesen. Internetradios, Podcasts und sämtliche Musikstreamingdienste (Spotify, Deezer, Pandora usw.) übertragen die Audiosignale als Unicast Stream auf die Endgeräte (Rössler & Schildbach, 2015).

2.3.2 Broadcast

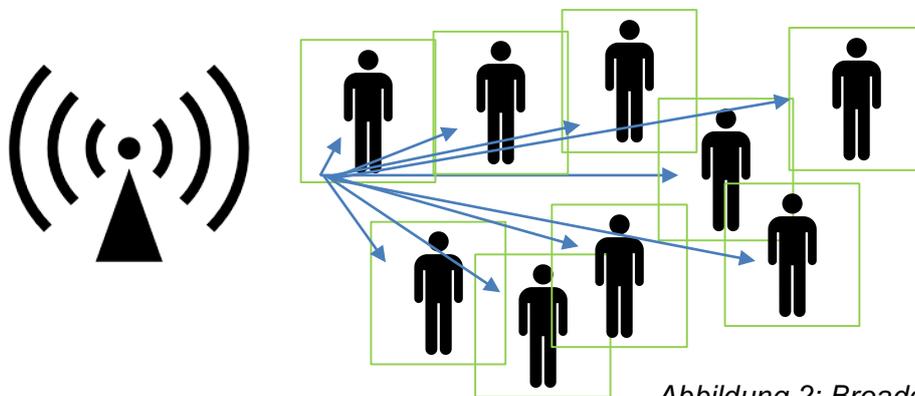


Abbildung 2: Broadcast

Der Sender überträgt die Daten durchgehend an alle TeilnehmerInnen. Das ist der klassische Weg im Rundfunk, um Programme zu übertragen (Rössler & Schildbach, 2015).

2.3.3 Multicast

2 Begriffserklärung

Der Sender überträgt an beliebig viele Knoten, welche wiederum selbst für die Duplikation und Verteilung der Daten zuständig sind. Diese Knoten können entweder Empfänger oder weitere Knoten sein, die wiederum selbst das Signal duplizieren und verteilen (Rössler & Schildbach, 2015).

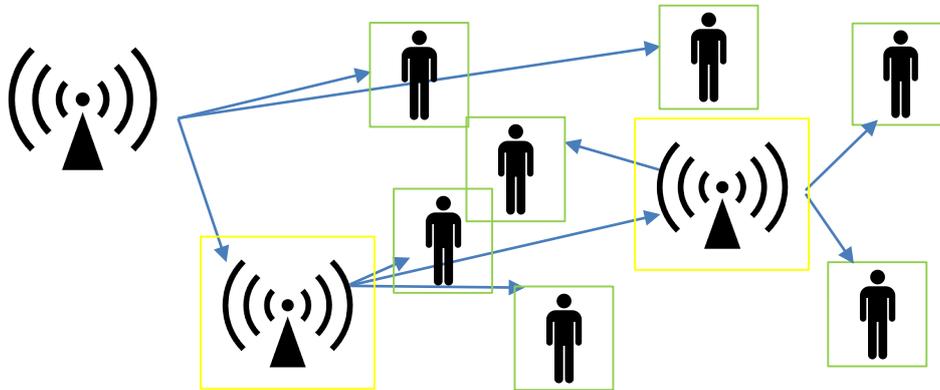


Abbildung 3: Multicast

2.4 Analoge Modulationsverfahren

Im Hörfunk wurde ursprünglich die AM (Amplitudenmodulation) eingesetzt. Diese war relativ störungsanfällig und wurde durch die FM (Frequenzmodulation) ersetzt. Letztere hat sich als Standard etabliert und wird seit mehr als 60 Jahren eingesetzt (W. Fischer, 2016).

2.4.1 AM - Amplitudenmodulation

Die AM ist eine sehr einfache Modulationsart. Hierbei wird die Amplitude des Trägersignals durch das zu übertragende Signal beeinflusst.

2 Begriffserklärung

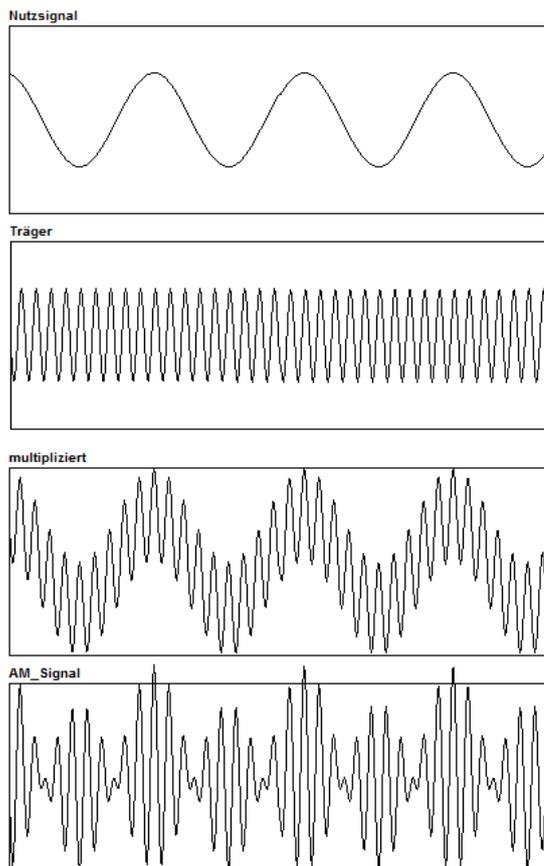


Abbildung 4: Amplitudenmodulation

In Abbildung 4: Amplitudenmodulation: Das zu übertragende Signal wird mit einem Trägersignal multipliziert. Nach der folgenden Bandpass-Filterung wird das AM-Signal ausgegeben.

Im Zuge der Modulation entstehen 2 Seitenbänder, die dieselbe Information enthalten. Somit wird zur Übertragung eines Frequenzbereichs von 4,5 kHz die doppelte Bandbreite 9 kHz benötigt. Um Bandbreite zu sparen, wurden weitere Varianten der AM entwickelt:

- Die AM mit unterdrücktem Träger und beiden Seitenbändern
- Eine Einseitenbandmodulation mit Träger
- Eine Einseitenbandmodulation mit unterdrücktem Träger
- Die Restseitenbandmodulation

Bei der Einseitenbandmodulation wurde entweder das komplette obere oder untere Seitenband ausgefiltert. Bei der Restseitenbandmodulation geschah dies nur teilweise (W. Fischer, 2016).

2.4.2 FM - Frequenzmodulation

Bei der Frequenzmodulation prägt man die zu übertragende Information der Frequenz des Trägers auf. D.h. die Frequenz des Trägers ändert sich in einem bestimmten Maße abhängig von der zu übertragenden Information (W. Fischer, 2016).

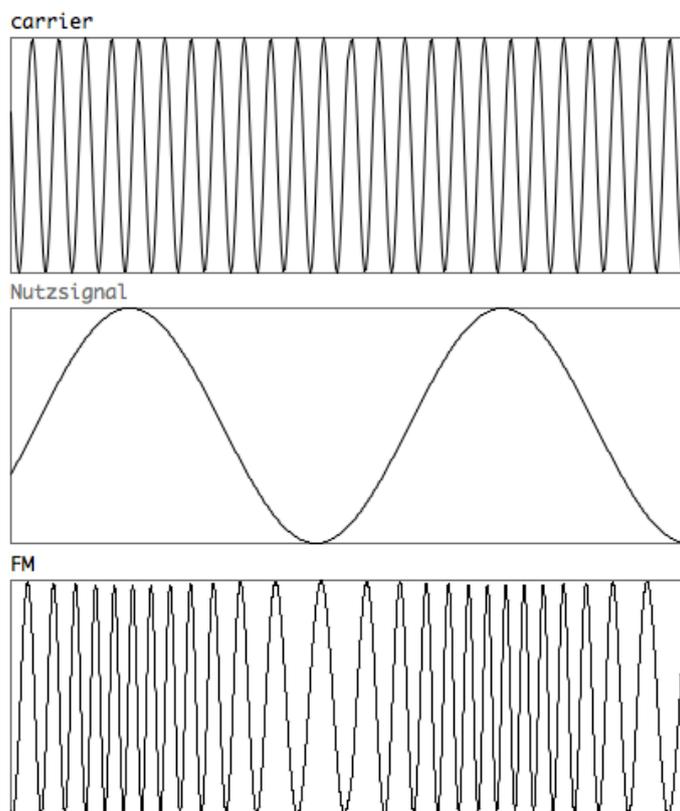


Abbildung 5: Frequenzmodulation

In Abbildung 5: Frequenzmodulation sieht man an erster Stelle den Träger. Darunter befindet sich das Nutzsignal, welches den Träger moduliert. Im Gegensatz zur AM bleibt die Amplitude unverändert. Ausschließlich die Frequenz ändert sich entsprechend des Modulators bzw. Nutzsignals. Das FM Signal ist unempfindlich gegenüber Nichtlinearitäten und rauschigen Einflüssen (W. Fischer, 2016).

2.4.2.1 Prä-/Deemphase

Bei der Übertragung von FM-Audiosignalen über UKW passiert es, dass höhere zu übertragende Frequenzen zum Rauschen neigen. Um den Rauschabstand zu erhöhen, werden beim Audiosignal die Höhen stark angehoben. Dieses Verfahren wird als Präemphase definiert (W. Fischer, 2016).

Bei der Deemphase wird beim Empfänger die Anhebung wieder rückgängig gemacht, um ein weitestgehend originalgetreues Signal zu erhalten (W. Fischer, 2016).

2.4.3 PM - Phasenmodulation

Die PM arbeitet wie die FM, nur wird nicht die Frequenz des Trägers entsprechend des Nutzsignals sondern die Phase moduliert. Sobald der Sinus des Nutzsignals umspringt, ändert sich die Phase des Trägers. Siehe: Abbildung 6: Phasenmodulation

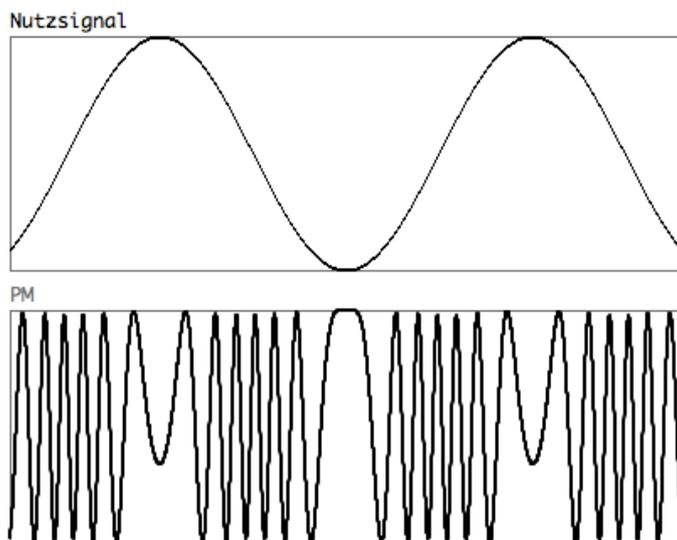


Abbildung 6: Phasenmodulation

2.5 Digitale Modulationsverfahren

Im Gegensatz zu analogen Modulationsverfahren (siehe Punkt 2.4), bei denen das Signal zu jedem Zeitpunkt interessant ist, ist dies bei digitalen Modulationsverfahren nur zu bestimmten Zeitpunkten (Rudolph, 2005).

2.5.1 PSK - Phase Shift Keying

Das PSK wird oft mit der PM verwechselt, jedoch ist es eine spezielle Form der AM: die DSB (Doppel-Seitenband-Modulation) mit unterdrücktem Träger. Im Gegensatz zur gewöhnlichen AM überschneiden sich bei der DSB die obere und untere Hüllkurve. An den Punkten wo dies passiert entstehen Phasensprünge. Die 00 Phase entspricht dabei einer zu übertragenden „1“, die 1.800 Phase entspricht einer „0“. Dabei kommt es zu keiner Veränderung der Phase oder der Frequenz des hochfrequenten Signals (Rudolph, 2005).

2.5.2 IQ Modulation / QAM – Quadratur Amplituden Modulation

Die IQ Modulation ist eine Kombination von AM und PM. Dabei werden 2 Signale die orthogonal zueinander stehen von einem Mapper gespeist. Der Mapper wird durch einen Datenstrom gespeist, welcher ein I und ein Q Signal ausgibt. Der Mapper selbst gibt keine Datenströme, sondern Spannungssignale aus. I steht dabei für ‚inphase‘ und Q für ‚Quadraturphase‘ (W. Fischer, 2016). Durch das Anlegen von +1 oder -1V an I kann die Amplitude des modulierten Signals geändert werden. Bei Anlegen von +1 oder -1V an Q wird die Phase des modulierten Signales geändert. Der Mapper gibt immer vor, wie die Datenströme umzusetzen sind. Durch das Zulassen von beliebigen Spannungszuständen von I und Q können beliebig viele Zustände erreicht werden. Jedoch ist dabei zu beachten, dass je mehr Zustände erreicht werden können, desto stabiler und rauschfreier das Signal sein muss. Ansonsten kommt es zu Dekodierungsfehlern (W. Fischer, 2016).

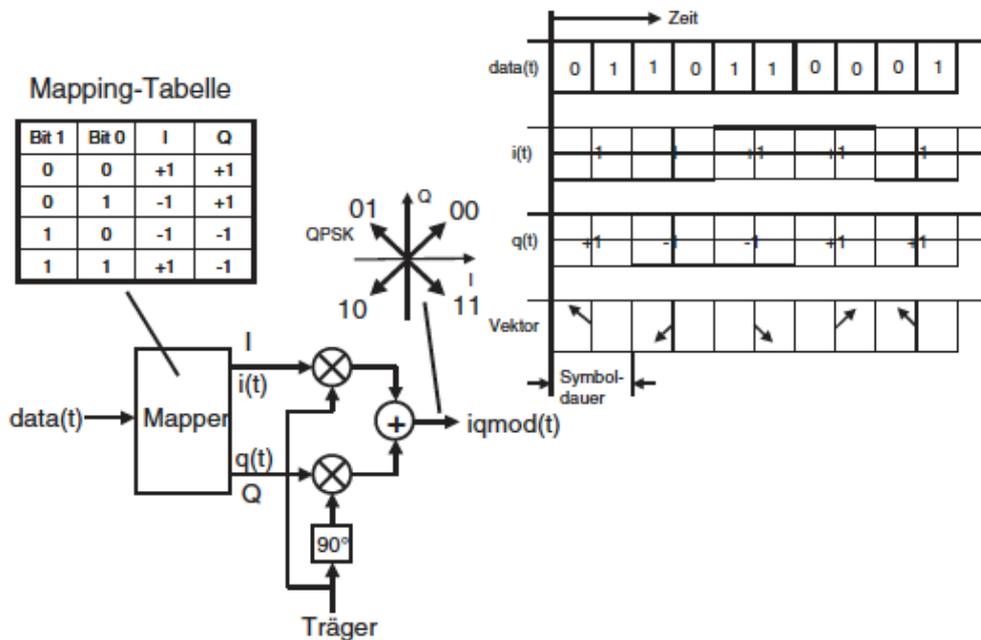


Abbildung 7: IQ Modulation – 4-QAM (W. Fischer, 2016)

Im Mapper von Abbildung 7: IQ Modulation – 4-QAM (W. Fischer, 2016) ist die Mapping-Tabelle mit den vorgegebenen Werten ersichtlich. Durch Erweitern der Spannungszustände bzw. der Amplitude und Phase des modulierten Signals kann die zu übertragende Bitzahl erhöht werden (W. Fischer, 2016).

2.6 Digitale Mehrträgerverfahren

Erdgebundene Übertragungswege kommen nach wie vor bei Hörfunk, Fernsehen, Mobilfunk, WLAN und klassischen Funkgeräten zum Einsatz. Dieser spezielle Übertragungsweg hat jedoch folgende charakteristische Merkmale:

- Mehrwegempfang (Reflexion an Gebäuden, Bergen, Bäumen, Fahrzeugen) → Fading und „Rote Ampel“-Effekt
- Additives weißes gauß'sches Rauschen
- Schmal oder breitbandige Interferenzstörer (Motoren, Straßenbahnen, Funkdienste)
- Dopplereffekt (Frequenzverschiebung bei Mobilempfang)

Bei diesen Merkmalen kann es unter dem Einträgerverfahren oft zu Problemen kommen. Deswegen wurde das Mehrträgerverfahren entwickelt (W. Fischer, 2016).

2.6.1 COFDM – Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex

COFDM setzt sich zusammen aus Coded (=Fehlerschutz), Orthogonal (= rechtwinklig zueinander, aber eigentlich vom Sinn her: sich gegenseitig nicht störend) und Frequency Division Multiplex (= Aufteilung der Information auf viele Unterträger im Frequenzbereich) (W. Fischer, 2016).

Zum ersten Mal kam es bei DAB zum Einsatz und hat sich in folgenden Bereichen etabliert:

- DAB – Digital Audio Broadcasting
- DRM – Digital Radio Mondiale
- DVB-T/T2/C2 – Digital Video Broadcasting – Terrestrisch / Kabel
- ADSL – Asymmetrical Digital Subscriber Line
- Power Line – Übertragung über Netzleitungen
- W-LAN – Wireless LAN
- LTE – Long Term Evolution
- ISDB-T – japanischer DTV Standard, welcher auch in Südamerika genutzt wird
- DTMB/DMB-T – chinesischer terrestrischer DTV Standard
- WiMAX – kabelloser Übertragungsstandard
- DOCSIS 3.1 - Data Over Cable Service Interface Specification

Die Probleme zB. des Mehrwegempfanges ergeben sich aus Reflexionen von Gebäuden oder anderen Gegenständen. So kann es passieren, dass das Echo eines Signals um 180° phasenverdrehet zurückgeworfen wird, wodurch es zu selektiver Signalauslöschung kommt. Werden digitale Signale IQ moduliert übertragen (Punkt: 2.5.2), entspricht die Symbolrate der Bandbreite der Träger. Die Bandbreite selbst ist fest vorgegeben. Einträgerverfahren haben eine hohe Symbolrate und dadurch ergibt sich eine sehr kurze Symboldauer von 1µs und kürzer. Echolaufzeiten können in terrestrischen Übertragungskännen jedoch 10µs und mehr betragen. Somit kommt es zu einem Übersprechen von benachbarten bis hin zu weit entfernten Symbolen. Dies kann dazu führen, dass eine Übertragung unmöglich gemacht wird (W. Fischer, 2016).

Dem wird nun entgegengewirkt, indem die Symboldauer verlängert wird und Schutzintervalle eingebaut werden. Um das Fading durch den Mehrwegempfang zu verhindern, wird das Signal nicht auf einem sondern auf viele bis hin zu tausenden Unterträgern aufgeteilt und mit einem Fehlerschutz versehen. Einige Unterträger können trotz allem von Fading betroffen sein, jedoch nicht alle. Damit die Träger sich nicht stören, müssen diese orthogonal zueinander sein. Durch den Fehlerschutz können aus den restlichen fehlerfreien Signalen fehlerfreie

2 Begriffserklärung

Informationen abgeleitet werden. Durch die Aufteilung des Signals auf Unterträger vermindert sich die Symbolrate um den Faktor der Unterträger.

Somit wurde das Fadingproblem sowie das Symbolübersprechen gelöst (W. Fischer, 2016).

2.6.2 HPHT - High-Power-High-Tower

HPHT ist eine Betriebsart von Sendeanlagen, die vorsieht, dass möglichst hohe und starke Sendeanlagen gebaut werden, um damit weite Teile zu versorgen (Meabe, Gil, Li, Vélez, & Angueira, 2015).

2.7 Frequenzbereiche

Die ITU (International Telecommunication Union) ist eine Unterorganistaion der UNO (United Nations Organisation / Vereinten Nationen). Sie koordiniert weltweit die mobile Kommunikation und reguliert den Funkdienst sowie Fernmeldedienste. Zusätzlich werden auf internationaler Ebene die Frequenzen, die Gebühren und auch die Zuweisung/Registrierung von Sende- und Empfangsfrequenzen geregelt (ITU, 2017).

Die RTR (Rundfunk & Telekom Regulierungs GmbH) wiederum unterliegt den von der ITU festgelegten Richtlinien und Rahmenbedingungen (RTR, o. J.-a).

Diese festgelegten Normen und Richtlinien sind ebenfalls gesetzlich verankert. In der ,63. Verordnung des Bundesgesetzblattes Teil II, Anhang 2' ist auf 322 Seiten genau definiert, wie die Frequenzbereiche ab 8,3 kHz bis 3.000 GHz genutzt werden bzw. werden dürfen (BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie), 2014).

Die für diese Arbeit relevanten Bereiche beschränken sich jedoch ausschließlich auf das UKW/VHF Band II (85,5 – 108 MHz) und III (174 – 230 MHz), das UHF Band IV und V sowie die LTE Bänder.

2 Begriffserklärung

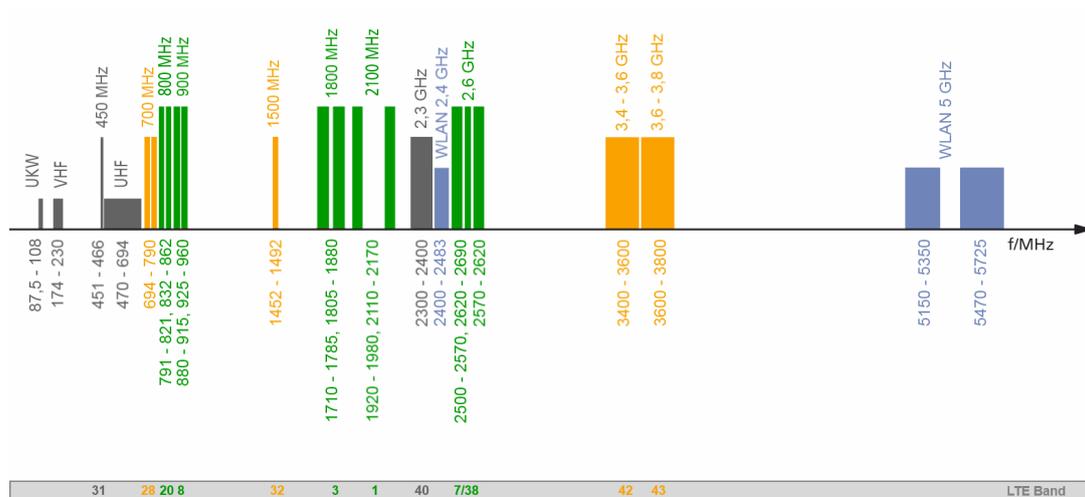


Abbildung 8: Frequenzbänder in Österreich (RTR, 2017)

- Orange: Diese Frequenzbänder werden 2018 neu vergeben und sind alle für LTE bzw. 5G vorgesehen.
- Blau: WLAN-Frequenzbänder
- Grün: Aktuell vergebene LTE Frequenzbänder
- Grau: Reservierte Bereiche für Hörfunk, DAB+, DVB-T/2 und Funkkameras (RTR, 2017a)

2.7.1 MF / MW – Medium Frequency / Mittelwelle (526,5 – 1.606,5 kHz)

2008 stellte das letzte Mittelwellen Radio in Österreich den Betrieb ein. 2010 wurden die Sendemasten am Bisamberg gesprengt (Österreichischer Rundfunk, Stiftung öffentlichen Rechts, 2010; Stadt Wien, 2010).

Dieser Bereich ist nach wie vor gesetzlich primär für den Privatradiobereich reserviert. Zeitgleich gibt es eine sekundäre Nutzung für Short Range Devices. Diese sekundären Funkdienste wie RFID Chips und Implantate bei Tieren (526,5 – 600 kHz), Funkidentifizierungssysteme (526,5 – 600 kHz) und Eisenbahnsicherungssysteme (984 – 1606,5 kHz) dürfen dabei den primären Funkdienst nicht stören oder in irgendeiner Weise einschränken. Noch ungeklärt ist, was mit den ungenutzten Bereichen passieren soll (BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie), 2014).

2.7.2 VHF / UKW – Very High Frequency / Ultrakurzwelle Band II und III

Band II (87,5 MHz – 108 MHz) wird aktuell von den Radiostationen genutzt, um Hörfunk auszustrahlen (BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie), 2014). Hierbei stellt sich - wie auch bei der Mittelwelle - die Frage, was mit den Frequenzen passieren soll, falls es zu einer Abschaltung der UKW Sender kommt. DRM+ (Punkt: 4) kann rein technisch gesehen auf den vorhandenen Frequenzen digitales Programm aussenden (RTR & Grinschgl, 2016). Es wurde auch angedacht, dass die Frequenzen nach einer digitalen Umstellung an kleine regionale sowie freie Radiostationen vergeben werden sollen (RTR & Grinschgl, 2016).

2.7.3 UHF – Ultra High Frequency / UHF Frequenzband

In diesem Bereich erfolgt neben der digitalen Austrahlung von TV (DVB-T/2) und testweise Hörfunk (DAB+) auch der Mobilfunk (GSM, UMTS, LTE) (RTR, 2017a).

2.8 Audiokodierung

Alle Audiokompressionsverfahren orientieren sich am psychoakustischen Modell des Ohres, um dessen Unzulänglichkeiten zu nutzen (W. Fischer, 2016).

Das menschliche Ohr nimmt Töne unter 20 Hz und über 20 kHz nicht wahr. Am empfindlichsten ist es bei ca 3,5 kHz. Darüber und darunter nimmt die Empfindlichkeit ab. Dabei ergibt sich für die jeweiligen Frequenzen eine bestimmte Hörschwelle. Liegen Töne unterhalb dieser Hörschwelle, brauchen sie nicht übertragen zu werden (W. Fischer, 2016).

Eine weitere wichtige Eigenschaft des Ohres ist das Maskierungsverhalten. Dies gibt es sowohl im Frequenzbereich als auch im Zeitbereich. Im Frequenzbereich überschattet zB. ein Ton mit 2 kHz ähnliche Töne, die sich um diesen Bereich befinden und macht diese für den Menschen unhörbar. Im Zeitbereich gibt es vor und nach einem lauten Ton einen Maskierungsbereich, der Töne unter einer bestimmten Schwelle unhörbar macht (W. Fischer, 2016).

Bei allen bisher bekannten Audiokomprimierungsverfahren wird ausschließlich die frequenzbasierende Maskierung des menschlichen Ohres ausgenutzt (W. Fischer, 2016).

2.8.1 MPEG-1/2

Im Zuge der Entwicklung von DAB sind die ersten Audiocodecs MASCAM (Masking-Pattern Adapted Subband Coding And Multiplexing) und MUSICAM (Masking-Pattern Universal Subband Integrated Coding and Multiplexing) entstanden. Hier wird das Teilbandcodierungsverfahren angewendet. Das Audiosignal wird in 32 Teilbänder mit einer Breite von 750Hz aufgespalten. Danach erfolgt eine Irrelevanzreduktion anhand der frequenzbasierenden Maskierung (W. Fischer, 2016).

Parallel wurde das ASPEC-Verfahren (Adaptive Spectral Perceptual Entropy Encoding) entwickelt. Man führt hierbei das Audiosignal mit Hilfe der DCT (Diskrete Cosinus-Transformation) vom Zeitbereich in den Frequenzbereich über, um in weiterer Folge irrelevante Signalanteile zu entfernen (W. Fischer, 2016).

Sowohl MUSICAM als auch das ASPEC-Verfahren sind Bestandteile der Audiokompression von MPEG-1. Diese wurde in 3 Layer aufgeteilt. In Layer I und II erfolgt die MUSICAM-Komprimierung und bei Layer III kommt das ASPEC Verfahren dazu. Bei MPEG2 wurden die Audiolayer komplett übernommen, nur bei Layer II kam eine Multichannel Variante dazu: Layer II MC (W. Fischer, 2016).

Mit MPEG-1 Layer III komprimierte Audiodateien weisen die Dateiendung „.mp3“ auf und werden dadurch oft mit MPEG-3 verwechselt. Letzteres wurde ursprünglich für HDTV entwickelt. Die komplette Entwicklungsarbeit wurde in MPEG-2 integriert und so wurde MPEG-3 komplett übersprungen (W. Fischer, 2016).

Der MPEG-2-Audiostandard ISO/IEC13818-3 wurde 1994 verabschiedet (W. Fischer, 2016).

2.8.2 AAC – Advanced Audio Coding

Als Weiterentwicklung zu MPEG-1 Layer III wurde der AAC Codec entwickelt. Dieser wurde in MPEG 2 integriert (W. Fischer, 2016).

Für MPEG 4 wurde der Codec weiterentwickelt und bietet nun diverse Profile an, die jeweils verschiedene Werkzeuge beinhalten, unter Anderem: SBR (Spectral Band Replication), PS (Parametric Stereo), LD (Low Delay). Diese bieten erweiterte Einstellungsmöglichkeiten des Codecs sowie erweiterte Komprimierungsmöglichkeiten (FraunhoferIIS, 2013).

2 Begriffserklärung

Dies hat den Vorteil, dass der Codec an die eigenen Bedürfnisse angepasst werden kann. Das erste Profil ist MPEG 4 AAC LC. Dieses ist mit dem AAC Codec aus MPEG 2 weitestgehend ident, hat aber noch zusätzlich PNS (Perceptual Noise Shaping) integriert. Das LC steht hierbei für Low Complexity (W. Fischer, 2016).

Auf diesem Profil basieren sämtliche weiteren Profile. Das Hinzufügen von SBR auf das AAC-LC Profil ergibt das HE-ACC (High Efficiency) Profil, welches erweiterte und auch verlustfreie Komprimierungsmöglichkeiten gegenüber AAC-LC bietet. Wird PS dem HE-AAC Profil hinzugefügt, erhält man HE-AAC v2. Dadurch ergeben sich erneut erweiterte Komprimierungsmöglichkeiten (W. Fischer, 2016; FraunhoferIIS, 2013).

Für Kommunikationszwecke wurden dem AAC-LC Profil das LD Werkzeug hinzugefügt und ergibt AAC-LD. Wird diesem Profil noch SBR hinzugefügt, erhält man AAC-ELD. Letzteres wird aktuell von Apple's FaceTime für die Kommunikation genutzt (FraunhoferIIS, 2013).

2.8.2.1 HE-AAC v2

HE-AAC v2 wird auch AAC+ v2 genannt und ist der aktuelle Standard Audio Codec für DAB+, DRM+ sowie DVB-T2. Wie auch der MPEG-2 Layer II MC ist auch AAC+ v2 Multichannel fähig und kann Surroundsound übertragen. Im Vergleich mit anderen Standards wie AC3 und Dolby Digital schafft es HE-AAC v2 selbst bei geringen Datenraten qualitativ hochwertige Audiosignale zu übertragen. AAC ist generell auch abwärtskompatibel. Die Profile bauen aufeinander auf. Somit kann ein HE-AAC v2 Signal auch von Geräten dekodiert werden, die nur das Profil AAC-LC unterstützen. Selbiges gilt auch umgekehrt. Ein AAC-LC Stream kann von einem HE-AAC v2 Decoder dekodiert werden (EBU, 2007; FraunhoferIIS, 2013).

3 UKW-FM-Hörfunk

1954 wurde der erste UKW Sender in Wien in Betrieb genommen und erstmals FM-Hörfunk gesendet und empfangen (Dokumentationarchiv Funk, o. J.). Im Vergleich zur AM hatte FM den Vorteil, dass das Audiosignal qualitativ hochwertiger, mit weniger Leistung besser empfangbar und unempfindlicher gegen Umwelteinflüsse war (W. Fischer, 2016).

Seit den 1960er Jahren wurde UKW-FM-Stereo eingeführt. Bei der Entwicklung wurde auf die Abwärtskompatibilität geachtet, damit ältere Geräte nicht obsolet wurden (W. Fischer, 2016). In Österreich ist der Bereich von 87,5 – 108 MHz für den UKW Hörfunk reserviert bzw. gesetzlich festgesetzt (BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie), 2014).

3.1 Technische Spezifikationen

Das Stereo-Multiplex Signal setzt sich aus mehreren Teilen zusammen: L+R Summensignal (M) mit einer Bandbreite von 0 – 15 kHz, einem Pilot-Signal bei 19 kHz, und innerhalb des FM-Signals einem AM-Differenzsignal (L-R) auf einem unterdrückten Träger bei 38 kHz. Die Spektren des Differenzsignals beginnen bei 23 kHz und enden bei 53 kHz und zeichnen jeweils die 15 kHz Bandbreite ab. Bei 57 kHz liegt das RDS (Radio Data System) Signal und zwischen 60 und 100 kHz kann ein SCA (Subsidiary Communications Authorization) Signal eingespeist werden. Dies wird zum Beispiel in München benutzt, um Informationen für Straßenbahnen und Bushaltestellen zu übertragen (W. Fischer, 2016).

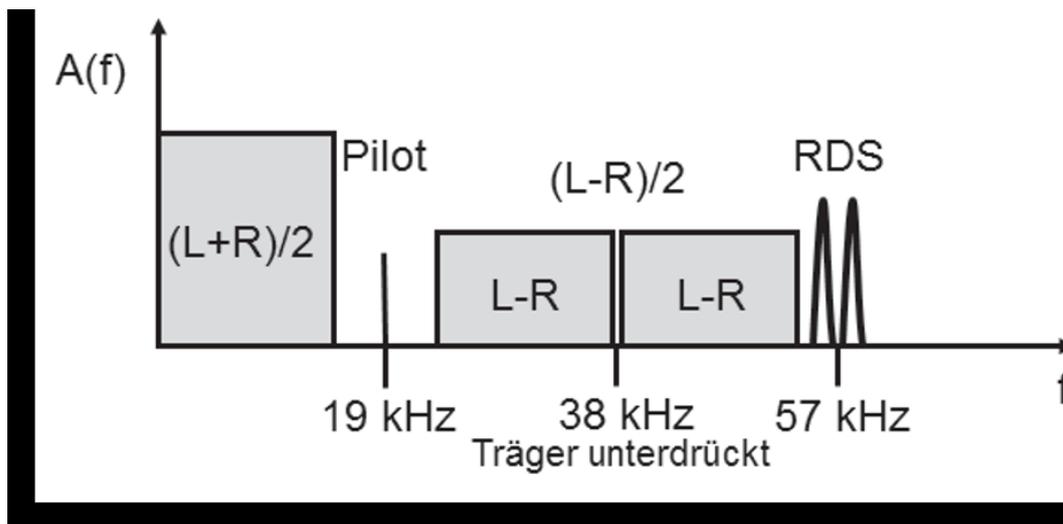


Abbildung 9: Spektraler Aufbau des Stereo-Multiplex-Signals (W. Fischer, 2016)

3.1.1 RDS – Radio Data System

Das RDS nutzt einen Unterträger bei 57 kHz, um Informationen an die Empfangsgeräte zu schicken. Neben Informationen für die Sendererkennung und über alternative Frequenzen werden auch Verkehrsinformationen übermittelt. Dadurch war es nun auch möglich, dass bei Verlassen des Sendegebietes automatisch auf eine alternative Frequenz umgeschaltet wird, um dem Programm weiterhin folgen zu können (W. Fischer, 2016).

3.1.1.1 TMC – Traffic Message Channel

Der TMC ist ein Teil des RDS. Hier werden Informationen über Staumeldungen und Verkehrsbehinderungen gesendet. Dies nutzen vor Allem Navigationsgeräte, um bei einer schweren Verkehrsbehinderung alternative Routern vorzuschlagen. Die Meldungen betreffen das gesamte hochrangige Straßennetz und die wichtigsten innerstädtischen Straßen (Österreichischer Rundfunk, Stiftung öffentlichen Rechts, o. J.-a, S. 3).

In einigen Ländern ist der TMC verschlüsselt. Gegen eine Gebühr kann ein entsprechender Schlüssel erworben werden. In Österreich ist dieser Service kostenlos (Österreichischer Rundfunk, Stiftung öffentlichen Rechts, o. J.-a).

3.1.1.2 Titelanzeige

Einige Radiostationen nutzen das RDS als Trackservice und begannen die Daten des aktuell gespielten Liedes wie Interpret und Titel einzublenden. Ersichtlich in Abbildung 10: Beispiel für einen Radiotext via RDS.



Abbildung 10: Beispiel für einen Radiotext via RDS

4 DRM+ - Digital Radio Mondiale+

DRM ist ein offener digital terrestrischer Rundfunk Standard, welcher in verschiedenen Robustness Modes betrieben werden kann. Robustness Mode A – D wird DRM30 bezeichnet und ist für Frequenzen bis 30 MHz vorgesehen. DRM wurde entwickelt, um brachliegende Frequenzen, auf denen früher AM Signale übertragen wurden, wieder nutzbar zu machen. Durch das moderne COFDM Übertragungsverfahren konnten die Nachteile des AM Signals umgangen werden. Jedoch bleiben die Probleme betreffend der Kurz-, Mittel- und Langwellensignale bestehen. Die Reichweiten verändern sich durch den Tag-/Nachtzyklus sowie durch die Sonnenaktivität (W. Fischer, 2016). In Österreich gibt es seit der Sprengung der Sendeanlage am Bisamberg keine Mittelwellensender mehr (Österreichischer Rundfunk, Stiftung öffentlichen Rechts, 2010; Stadt Wien, 2010).

4.1 Technische Spezifikationen

Für den Einsatz im VHF Band I, II und III wurde DRM weiterentwickelt und DRM Robustness Mode E entstand, in weiterer Folge DRM+ genannt. Für Robustness Mode E bzw. DRM+ gibt es klare Rahmenbedingungen: 444 Hz Unterträgerabstand, 96 kHz Signalbandbreite, 312 Träger pro Kanal, 2,25 ms Symboldauer, 0,25 ms Guard Interval (W. Fischer, 2016).

Bei DRM+ kommt wie auch bei DRM30 der AAC+v2 Audiocodec zum Einsatz und das Signal wird per COFDM moduliert. Dabei ist die Rahmenstruktur wie folgt organisiert: Der COFDM-Transmission Frame besteht aus einer bestimmten Anzahl an COFDM Symbolen. Drei COFDM-Transmission Frames bilden einen Transmission Superframe (W. Fischer, 2016). Der Transmission-Frame selbst setzt sich zusammen aus:

- Pilot Zellen
- Control Cells: Fast Access Channel (FAC), Service Description Channel (SDC)
- Data Cells: Main Service Channel (MSC)

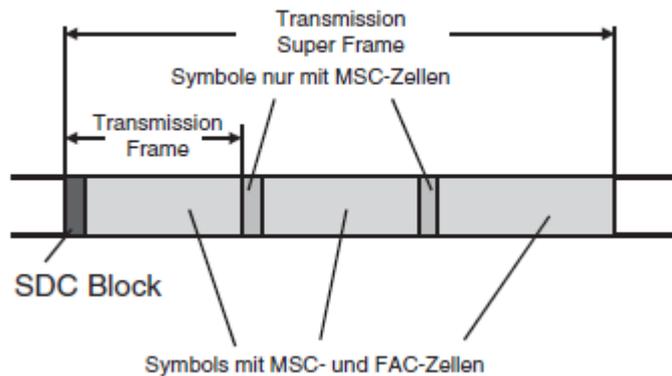


Abbildung 11: Rahmenstruktur DRM (W. Fischer, 2016)

Die Pilot-Zellen sind ausschließlich für die Frame-, Frequenz- und Zeitsynchronisation, Kanalschätzung, Kanalkorrektur und Robustness Mode Signalisierung zuständig.

Der FAC teilt dem Receiver Folgendes mit: Robustness Mode, Spectrum Occupancy, Interleaver Depth, MSC Mode (Bei Mode E 16QAM oder QPSK), SDC Mode (16QAM oder QPSK), Anzahl der Services (W. Fischer, 2016).

Der SDC überträgt: Fehlerschutz des MSC, Stream Bezeichnung, Service Titel, Conditional Access Information, Audio Codec Informationen, Datum und Uhrzeit (W. Fischer, 2016).

Im MSC können vier Services übertragen werden: Entweder vier Audioprogramme, vier Datendienste oder eine Mischung aus Beidem (W. Fischer, 2016).

Zu Beginn eines Superframes wird in den ersten Symbolen ausschließlich der SDC-Block übertragen. Anschließend werden MSC und FAC Blöcke übertragen. Zwischen diesen Blöcken befinden sich die Pilot Zellen (W. Fischer, 2016).

4.2 Unterstützte Geräte

Derzeit gibt es für den Empfang von DRM+ im europäischen Raum keine Endgeräte für die Endnutzer (RTR & Grinschgl, 2016).

5 DAB+ - Digital Audio Broadcasting+

DAB+ wird derzeit in Europa als digitaler Nachfolger von UKW gehandhabt. In Norwegen hat die schrittweise Abschaltung des UKW Netzes im Jänner 2017 begonnen (Futurezone GmbH, 2017).

Im UHF Frequenzband wird das Programm digital über ein Mehrwegverfahren (COFDM) ausgestrahlt. Als Audiocodec kommt AAC+ v2 zum Einsatz. Über DAB+ kann ebenfalls ein Datenstream ausgestrahlt werden. Dieser Stream kann zur Übermittlung von HTML-Seiten, JPEG-Bilder (zB. für Cover Arts) und Senderlogos verwendet werden. (W. Fischer, 2016).

Bei DAB+ ist es möglich, dass Rundfunkbetreiber mehr als nur einen Audiostream ausstrahlen (ETSI, 2017). Radio Arabella hat im Rahmen des Pilotbetriebes die Spartenkanäle Arabella Rock sowie Radio Melodie ausgestrahlt, jedoch nicht das Hauptprogramm (Radio Arabella Wien & Klug, o. J.).

Seit Jänner 2017 gibt es eine Ausschreibung betreffend der Zulassung zur Errichtung und Betrieb einer bundesweiten Multiplex-Plattform für digitalen terrestrischen Hörfunk mittels DAB+ (RTR, 2017d).

5.1 Technische Spezifikationen

Ein DAB+ Multiplex (auch Ensemble genannt) setzt sich aus verschiedenen Programmen zusammen. Siehe Abbildung 12: DAB+ Ensemble. Diese Programme werden auch Services genannt, die wiederum aus Service-Komponenten bestehen. Diese sind die einzelnen Audio- und Datenstreams und können mehreren Services zugeordnet werden. Die verschiedenen Service-Komponenten sind bestimmten Subchannels zugewiesen (ETSI, 2017).

5 DAB+ - Digital Audio Broadcasting+

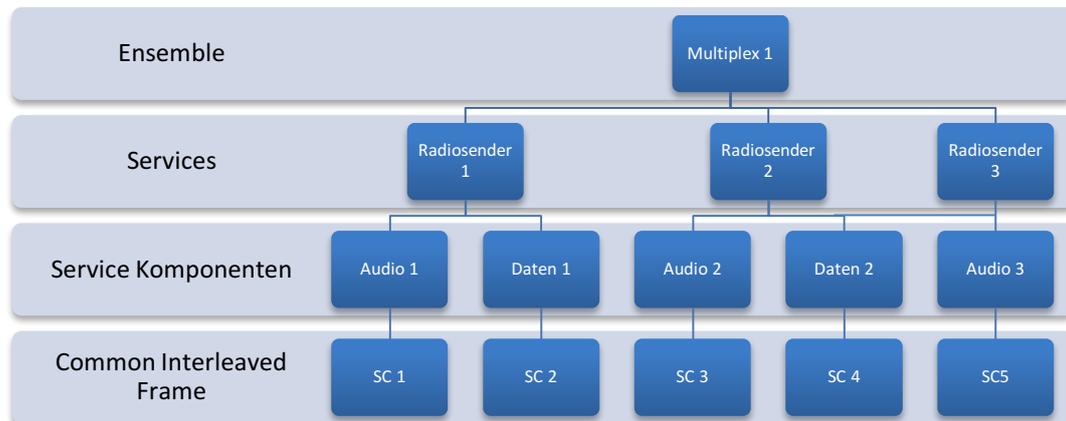


Abbildung 12: DAB+ Ensemble (SC = Subchannel)

Die Übertragung im DAB+ Netz erfolgt ausschließlich synchron. Im Gegensatz zu DAB sind die SC (Subchannel) nicht verschieden stark fehlergeschützt, sondern werden bei der Quellcodierung der Audiosignale mittels AAC+ v2 mit dem Solomon Reed Fehlerschutz versehen (W. Fischer, 2016).

Die zu übertragenden Daten können zusätzlich noch mit einem PL (Protection Level) versehen werden, damit das Signal bei schlechten Empfangsverhältnissen rekonstruiert werden kann. PL1 hat die stärkste und PL5 die niedrigste Fehlerkorrektur (W. Fischer, 2016).

Die Datenstreams bei DAB+ können in verschiedenen Modi betrieben werden. Dabei wird unterschieden in:

- IP over DAB
- MOT (Multimedia Object Transfer).
 - a. Beim MOT können entweder Dateien, Slideshows (GIF oder JPEG) oder eine Broadcast Webpage übertragen werden. Dabei werden die Dateien bzw. das Webpage Directory zyklisch ausgespielt.
- T-DMB (Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting)

Bei IP over DAB und MOT werden die zugewiesenen Subchannels im Paket Mode betrieben. Sprich, die Datenpakete werden in kurze Pakete konstanter Länge zerteilt und übertragen. Bei T-DMB wird der Subchannel im Data Stream Mode betrieben. Dieser Modus ist ursprünglich ausschließlich für die Übertragung von Audiostreams vorgesehen gewesen. In Süd-Korea wurde dieses Verfahren weiterentwickelt und dadurch wurde es möglich, auch Daten auszustrahlen (W. Fischer, 2016).

Die SC und in weiterer Folge der CIF (Common Interleaved Frame) setzen sich aus CU (Capacity Units) zusammen. Ein CU hat eine Länge von 64 bits und ein CIF beinhaltet 864 CU. Somit ergibt sich eine Gesamtbitrate von 2304 kbit/s (ETSI, 2017). In einem Ensemble können die Audio- und Datenstreams entweder über als auch nach CU gemessen werden. Dabei gilt, je höher die Qualität und je besser der Fehlerschutz, desto mehr CU werden benötigt. Will man in einem Multiplex 16 Programme bei mittlerem Fehlerschutz (PL3) unterbringen, darf laut einem Beispiel der BLM (Bayerischen Landeszentrale für neue Medien) ein Programm nur 54 CU benötigen. Das entspricht einer Datenrate von 72kbit/s, wobei sogar Stereo möglich ist. Jedoch rät die BLM bei DAB+, das Audiosignal nicht zu stark zu komprimieren (Bayerische Landeszentrale für neue Medien, 2016). Die KRONEHIT RadiobetriebsgmbH hat angemerkt, dass die laut Kommunikationsbehörde Austria (KommAustria) geforderte höhere Audioqualität die Kosten eines Ensembles für die einzelnen TeilnehmerInnen in die Höhe treibt, da die Programme mehr CU benötigten und dadurch weniger Programme in einem Ensemble Platz haben (Kommunikationsbehörde Austria, 2017a, 2017b).

5.2 Unterstützte Geräte

Für DAB+ gibt es zahlreiche stationäre und mobile Empfangsgeräte von verschiedenen Herstellern. Automobilhersteller bieten - meist gegen Aufpreis – ebenfalls DAB+ Empfänger für die eigenen Fahrzeuge bei Neukauf an. Zum Nachrüsten gibt es ein breites Angebot an DAB+ fähigen Autoradios. Es gibt derzeit (Stand August 2017) ein einziges Smartphone auf dem Markt, welches DAB+ unterstützt und dies ist das Stylus 2 von LG (G. Fischer, 2017; LG Electronics Deutschland GmbH Zweigniederlassung Österreich, o. J.; Preisvergleich Internet Services AG, 2017a, 2017c, 2017d, 2017e, 2017f; Reindl, 2017).

6 DVB-T2 – Digital Video Broadcasting - zweite Generation, terrestrisch

DVB-T2 hat im September 2016 DVB-T abgelöst und ist der neue Standard, um über Antenne Fernsehprogramme empfangen zu können. In Österreich wird DVB-T2 von der ORS¹ betrieben und heißt simpliTV. Neben Fernseh- werden aktuell auch Hörfunk-Programme übertragen (simpli services GmbH & Co KG, o. J.).

In Wien, Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark, Salzburg und Burgenland wird das Programm von Ö1, Ö3, FM4, KRONEHIT, Radio Ö24 über diesen Weg ausgestrahlt und Radio Maria österreichweit („simpliTV-Liste: Kärnten, Tirol und Vorarlberg“, o. J.; „simpliTV-Liste: Wien, Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark, Salzburg und Burgenland“, o. J.).

Die ORS, Ö3 und Asfinag haben 2013 getestet, ob sich DVB-T2 als Übertragungsweg für Verkehrsinformationen eignet. Die Grundfunktionalität war gegeben, doch aufgrund von mangelnder Qualität des einzig erhältlichen mobilen Empfängers (PC TV Nanostick T2 (e290)) war es nicht möglich, ab einer Geschwindigkeit von mehr als 25 km/h den Datenstrom zu empfangen (RTR, 2013). Eine Anwendung als Alternative zu UKW ist dennoch möglich (RTR & Grinschgl, 2016).

6.1 Technische Spezifikationen

DVB-T2 ist eine höchst komplexe Broadcasttechnologie. Mit speziellen Modi und einem komplexen Fehlerschutz sollte das Ziel erreicht werden, eine mindestens 30% höhere Datenrate als bei DVB-T1 zu erreichen. Im Zuge der Umstellung von SDTV auf HDTV und in weiterer Folge auf UHD TV ist dies ein wichtiger Schritt.

¹ ausgegliedertes Tochterunternehmen der Sendetechnik des ORF

Beim äußeren Fehlerschutz kommt die BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) Codierung zum Einsatz. Beim inneren Fehlerschutz die LDPC (Low Density Parity Check) Codierung. LDPC ist eine Codierungstechnik, die in den 60er Jahren von Robert Gray Gallager entwickelt wurde und erst ab 2002 relevant wurde, da die Empfangsgeräte damals zu schwach waren, um das Signal decodieren zu können (W. Fischer, 2016). LDPC nutzt hierbei eine Kontrollmatrix zur laufenden Paritätskontrolle (Gallager, 1962). Weiters orientierte sich Gallager an der Shannon Grenze. Diese beschreibt die theoretisch erzielbare höchste Bitrate in einem Übertragungskanal unter Berücksichtigung der SNR (Signal to Noise Ratio) und der Bandbreite (Shannon, 1949). Durch die Codierung und die technischen Spezifikationen bewegt sich DVB-T2 nah an dieser Grenze.

Bei DVB-T2 wird in 4 verschiedene Eingangssignalformate unterschieden:

- TS (MPEG-2 Transportstrom): Paketlänge 188 Byte – Header inkl. Sync 4 Byte, Nutzlast 184 Byte
- GFPS (Generic Fixed Packetized Streams): fixe Paketlänge von 64 KByte, Sync am Beginn des Pakets. Hat ein Paket mehr als 64 kByte, gilt es als GCS.
- GCS (Generic Continuous Stream): keine Paketstruktur
- GSE (Generic Encapsulated Stream): Paketstruktur ohne fixe Länge. Hat einen speziellen GSE Header. Über das gesamte Paket wird eine CRC (Cyclic Redundancy Check) Prüfung gebildet und angehängt (ETSI, 2015; W. Fischer, 2016).

DVB-T2 kann auch in 2 Modi betrieben werden:

- Mode A: Single PLP (Physical Layer Pipe) – ein einzelner Datenstrom wird direkt im Modulator verarbeitet
- Mode B: Multiple PLP – Bis zu 255 Eingangsströme/PLP können verarbeitet werden.

Bei Mode B erfolgt die Verarbeitung im T2-MI (T2-Modulator Interface). Dieses verarbeitet sämtliche PLP und gibt einen einzelnen Datenstrom an den T2-Modulator weiter, damit diese synchron ausgegeben werden können. Dies ist mit einem DAB+ Ensemble vergleichbar. Jede PLP kann ein anderes Format haben und auch unterschiedlich fehlergeschützt sein. Dies macht es möglich, dass ein PLP ausschließlich Hörfunk, während eine andere Fernsehprogramm enthält. Dabei werden für Video der HEVC² (High Evolution Video Codec) und für Audio

² Wird auch H.265 Codec genannt

AAC+v2 genutzt. Zusätzlich kann Mode B im Normal Mode, welcher zu DVB-S2 kompatibel ist, betrieben werden sowie im High Efficiency Mode für MPEG-2 Ströme und GSE (ETSI, 2015; W. Fischer, 2016).

Als Modulationsarten kommen QPSK, 16 QAM, 64 QAM und 256 QAM zum Einsatz. Die Verbreitung erfolgt durch COFDM. Im Gegensatz zu den anderen Technologien können Mehrantennensysteme genutzt werden (DVB Project, 2016; ETSI, 2015; W. Fischer, 2016).

Der aktuelle Standard ist SISO (Single Input Single Output) (W. Fischer, 2016). Eine Antenne sendet die Daten und beim Empfänger werden diese durch eine Antenne empfangen (Ohm & Lüke, 2014). Bei SIMO (Single Input Multiple Output) wird das Signal von einer Antenne ausgestrahlt und beim Empfänger wird das Signal von mehreren Antennen empfangen und verarbeitet (Ohm & Lüke, 2014). Bei Autoradios findet dieses Verfahren Anwendung (W. Fischer, 2016). Bei MISO (Multiple Input Single Output) gibt es 2 Sendeantennen und eine Empfängerantenne (Ohm & Lüke, 2014). Dabei werden von den 2 Sendeantennen unterschiedliche Signale ausgestrahlt. Diese werden nach dem Alamouti Prinzip modifiziert, da sich die Signale bei Überlagerung auslöschen würden (W. Fischer, 2016).

Es gibt eine MISO Sonderform mit einem modifizierten Alamouti Prinzip. Antenne A wird hierbei nicht modifiziert und bei Antenne B sind die Signale vertikal modifiziert. So eröffnet sich die Option, das MISO Verfahren bei einem Sendestandort oder in einem kompletten SFN (Single Frequency Network) einzusetzen. Zusätzlich besteht zum SISO Verfahren Kompatibilität (W. Fischer, 2016).

Eine Kombination von MISO und SIMO ist MIMO (Multiple Input Multiple Output). Dabei werden auf beiden Seiten mehrere Antennen zum Senden und Empfangen eingesetzt (W. Fischer, 2016; Ohm & Lüke, 2014).

Innerhalb des DVB-T2 Signals befinden sich noch FEF (Future Extension Frames), welche für zukünftige Erweiterungsmöglichkeiten vorgesehen sind. Aktuell werden diese Frames für DVB-T2-lite sowie TX-SIG (Sendererkennung zu Messzwecken in einem SFN) eingesetzt (W. Fischer, 2016).

6.2 Unterstützte Geräte

In Österreich werden noch bis 2019 unverschlüsselte Programme von ORF1, ORF2 und ATV in SD ausgestrahlt. Alle Radiosender – außer KRONEHIT – sind

ebenfalls unverschlüsselt. Diese können mit allen DVB-T2 fähigen Geräten empfangen werden. Alle HD Sender sowie der Radiosender KRONEHIT (Stand August 2017) sind grundverschlüsselt. Somit muss für den Empfang eine SimpliTV Box bzw. ein CI+ Modul von SimpliTV gekauft und registriert werden, da ansonsten keine grundverschlüsselten Programme empfangen werden können (simpli services GmbH & Co KG, o. J.).

Viele TV Geräte, welche ab dem Jahr 2013 produziert wurden, haben standardmäßig einen DVB-T2 Tuner integriert (Preisvergleich Internet Services AG, 2017b).

Für den mobilen Einsatz gibt es USB Dongles, die den Empfang von DVB-T2 Programmen ermöglichen. Das Modell ‚PC TV Nanostick T2 (e290)‘ wurde von der RTR getestet und konnte ab einer Geschwindigkeit von 25 km/h keine Datenströme empfangen. Zum Zeitpunkt des Tests gab es keine anderen mobilen Empfänger am Markt (RTR, 2013). Ob aktuellere Dongles dies können, konnte nicht verifiziert werden.

Der Smartphone Hersteller i-mobile hat einige Geräte auf den Markt gebracht, die DVB-T2 empfangen können. Laut Datenblättern sind entsprechende Chipsets in den folgenden Geräten verbaut:

- i-TAB DTV (Siamphone Dot Com Company Limited, o. J.-d),
- i-Style 7.7 DTV (Siamphone Dot Com Company Limited, o. J.-c),
- IQ 6.8 DTV (Siamphone Dot Com Company Limited, o. J.-b),
- IQ 5.8 DTV (Siamphone Dot Com Company Limited, o. J.-a)

Asus hat mit dem Zenfone Go TV ebenfalls ein Smartphone auf dem Markt, das DVB-T2 empfangen kann (ASUSTeK Computer Inc., o. J.).

7 LTE-Broadcast

Hinter LTE-Broadcast steht eMBMS (Evolved Multimedia Broadcast Multicast Service), eine Übertragungstechnik, die Datenstreams über LTE Zellen an Clients sendet. Im Unterschied zu Unicast Streams wird das Programm als Broadcast ausgestrahlt. Somit benötigen Clients, die das selbe Programm empfangen wollen, nicht erheblich mehr Bandbreite als ein einzelner Client bei einer Unicastverbindung (Rössler & Schildbach, 2015).

Dabei ist es abhängig von der LTE Frequenz, ab wann LTE-Broadcast im Vorteil gegenüber Unicast Streaming ist. Bei 700 MHz ist eMBMS schon ab zwei Clients im Vorteil gegenüber Unicast Streams, bei 2 GHz erst ab vier (Rössler & Schildbach, 2015).

Diese Technik kann neben der Verbreitung von Audio- oder Videostreams auch für Datenstreams verwendet werden. So kann ein Rollout eines Betriebssystem-Updates über LTE-Broadcast das jeweilige Netz entlasten (Rössler & Schildbach, 2015).

7.1 Technische Spezifikationen

Eine der Prämissen bei der Entwicklung von eMBMS war, LTE Netzwerke broadcasttauglich zu machen, ohne große Eingriffe in die Infrastruktur selbst vornehmen zu müssen. Dadurch besteht die Möglichkeit, im Netzwerk simultan eMBMS und klassische LTE Punkt zu Punkt Verbindungen zu betreiben (Kottkamp, Rössler, Schlienz, & Schütz, 2011).

Jeder übertragende Frame in einem LTE Netzwerk besteht aus 10 Subframes. Frame 0, 4, 5 und 9 sind für die Adressierung zuständig. Frame 0 und 5 enthalten zusätzlich Synchronisationssignale sowie den Broadcast Kanal. Siehe Abbildung 13: LTE Frame (Rössler & Schildbach, 2015). Somit verbleiben 6 Subframes, die eMBMS Inhalte enthalten können aber nicht müssen (Kottkamp u. a., 2011).

7 LTE-Broadcast

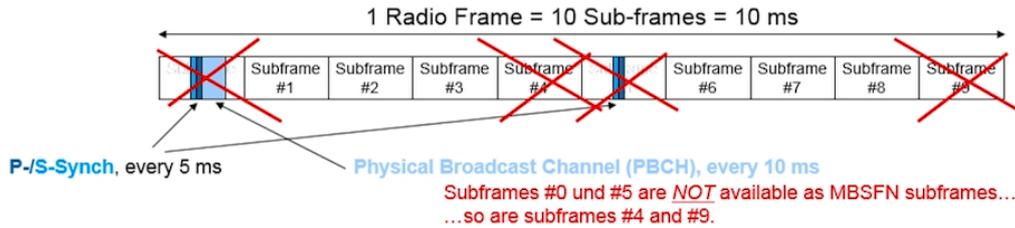


Abbildung 13: LTE Frame (Rössler & Schildbach, 2015)

Die Codierung erfolgt wie bei allen modernen Übertragungsverfahren mittels COFDM (Kottkamp u. a., 2011).

LTE-Broadcast Netzwerke können auch regionalisiert werden. Das Netzwerk wird dabei in MBSFN Areas aufgeteilt (Abbildung 14: LTE Broadcast – MBSFN Areas (Rössler & Schildbach, 2015)). Diese bestehen aus Zellen, welche zu mehreren Areas zugehörig sein können. Es ist auch möglich, den Broadcast-Modus einer Zelle ganz zu deaktivieren (Rössler & Schildbach, 2015).

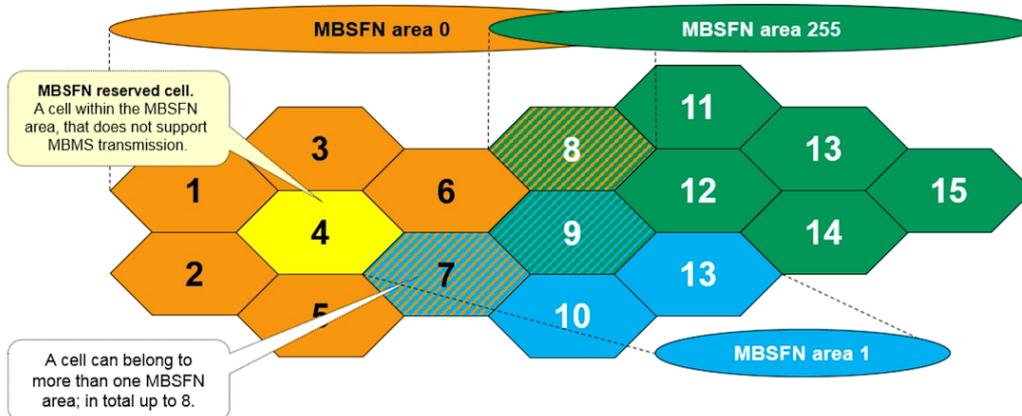


Abbildung 14: LTE Broadcast – MBSFN Areas (Rössler & Schildbach, 2015)

7.1.1 T0oL+ – The Tower Overlay over LTE-Advanced+

Diese Technik ermöglicht es, eMBMS per HPHT (Punkt: 2.6.2) zu betreiben. LTE-Netze sind frequenzbedingt eher für LTLP (Low Tower Low Power) ausgelegt. T0oL+ erleichtert eine großflächige LTE-Broadcast Netzabdeckung (Ilsen u. a., 2015). Dabei wird entweder direkt ein eigenes HPHT Netz aufgebaut oder es wird in einem Hybriden Modus betrieben. Dabei werden die FEF des DVB-T2 Signals genutzt, um das LTE-Broadcast Signal simultan zum normalen DVB-T2 Signal auszustrahlen. Das Netz ist aufgrund von speziellen

Mechanismen abwärtskompatibel. Das bedeutet, dass DVB-T2 Empfänger durch das LTE-Broadcast Signal im FEF nicht gestört werden und vice versa. Das Broadcastnetz kann in beiden Modi komplett autonom und abgekoppelt von sämtlichen Mobilfunkbetreibern betrieben werden (Heyn u. a., 2016; Juretzek, 2016).

7.1.2 FLUTE (File Delivery over Unidirectional Transport) und DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)

Bei Broadcast Übertragungen über LTE erfolgt von den Empfangsgeräten keinerlei Feedback an die Sender, wie dies bei einer Unicastverbindung passiert. Um den daraus resultierenden Packet-Loss zu minimieren, werden auf dem Service Layer von eMBMS das DASH- und FLUTE-Protokoll eingebunden (Rössler & Schildbach, 2015).

DASH zerstückelt Audio/Video Content in Pakete, die eine Länge von einer Sekunde aufweisen und fügt eine FEC (Forward Error Correction) hinzu. DASH selbst wiederum kann nicht für Multicast verwendet werden (Rössler & Schildbach, 2015).

Aus diesem Grund wird zur Übertragung FLUTE benutzt, welches erneut die Pakete noch kleiner macht und FEC hinzufügt. FLUTE selbst ist multicastfähig (Rössler & Schildbach, 2015).

7.2 Unterstützte Geräte

Alle Geräte, die LTE Module eingebaut haben, können LTE-Broadcast Streams empfangen. Dies können sein: Smartphones, Tablets, Notebooks, Automobile, Omnibusse und Züge (EXPWAY, o. J.). Dazu muss die Middleware des LTE Stacks angepasst werden, um die Datenstreams decodieren zu können (Qualcomm Technologies, Inc, 2017). Die Middleware dient als Kommunikation zwischen Betriebssystem und Anwendungen. In weiterer Folge bedeutet dies, dass bei den Geräten keine Hardware angepasst werden muss (Microsoft Corporation, o. J.).

8 IP Streaming

IP Streaming ist die Möglichkeit, über Unicast-Streams (Webstreams) Programme zu empfangen. Die meisten großen Sendeanstalten übertragen nicht nur das Live Programm zusätzlich über Unicast-Streams sondern auch erweiterte Programminhalte. Dies können Podcasts sein und zuvor aufgenommene Sendungen, die entweder in einer Endlosschleife auf einem Webstream laufen (Loop Channel) oder On Demand abgerufen werden können. Generell können Webstreams von großen Sendeanstalten genutzt werden, um vom Hauptprogramm abweichenden Content zu übertragen. KRONEHIT, Radio Arabella und Radio Energy haben verschiedene Sidechannels/Digitalradios online gestellt, um möglichst viele Genres abzudecken (KRONEHIT RadiobetriebsgmbH, o. J.; N&C Privatrado Betriebs GmbH, o. J.; Radio Arabella Wien, 2014). Auf diese Streamingdienste hat der User keinerlei direkten Einfluss.

8.1 Streamingangebote

Spotify, Deezer und Pandora sind Anbieter von Streamingangeboten. Hierbei wird kein klassisches Live-Radioprogramm ausgestrahlt, sondern Playlisten abgespielt. Diese werden entweder direkt vom User bzw. von der Userin oder von Algorithmen im Hintergrund, welche das Verhalten der UserInnen analysieren, zusammengestellt. Abbildung 15: Spotify – Automatische Playlist: Dein Mix der Woche ist eine automatisierte personalisierte Playlist die jede Woche neu erstellt wird.



Abbildung 15: Spotify – Automatische Playlist: Dein Mix der Woche

Die Entscheidung über das Programm liegt bei den UserInnen (Abbildung 16: Spotify - Titelwechsel) und den Algorithmen der jeweiligen Anbieter. Dadurch haben UserInnen die Freiheit, jederzeit das zu hören, was sie hören wollen, sofern die gewünschten Titel in den Datenbanken vorhanden sind.

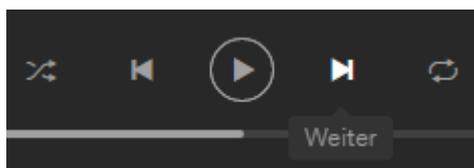


Abbildung 16: Spotify - Titelwechsel

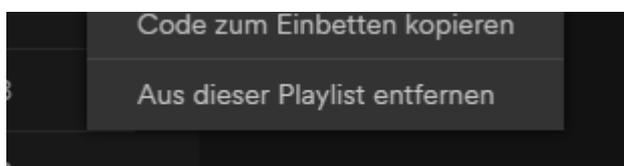


Abbildung 17: Spotify – Titel entfernen

Obwohl Youtube kein Anbieter von Audiostreaming ist, wird dieser Dienst von der Kohorte der 14 – 19-Jährigen als Hauptquelle für Musik genutzt (Edison Research, 2017).

Ein weiterer Vorteil von Streamingangeboten ist die Möglichkeit, Songs die einem nicht gefallen zu überspringen bzw. sogar komplett aus der Auswahl zu entfernen (Abbildung 17: Spotify – Titel entfernen). Diese Möglichkeiten gibt es im klassischen Radioprogramm nicht.

8.1.1 Die KRONEHIT Smartphone APP

KRONEHIT hat gemeinsam mit der Wunderweiss GmbH die KRONEHIT App weiterentwickelt, um die Vorteile des Streamings in das Live Programm zu integrieren. Die App ist ausschließlich für mobile Geräte mit den Betriebssystemen iOS und Android verfügbar (Stand Juli 2017). Dabei wird das Live Programm komplett zerstückelt und ‚skipbar‘ gemacht. Sprich, Lieder und Programmteile, die der/die UserIn nicht hören will, können übersprungen werden. Die übersprungenen Lieder werden durch Füllersongs ersetzt. Somit hat jede/r UserIn einen personalisierten Stream ohne den Livecharakter eines klassischen Radioprogrammes zu verlieren. Es können auch Love- und Hatelists angelegt werden. Diese Daten aus diesen Listen werden ausgewertet und fließen in das allgemeine Programm ein. Zukünftig soll die Lovelist der UserInnen als eigene Playlist abspielbar sein können. Auch die Funktion der Hatelist soll ausgeweitet werden. Dabei fungiert diese als Blacklist. Diese Titel werden dann in weiterer Folge aus der personalisierten Playlist permanent entfernt. Aktuell sind die erweiterten Funktionen der Love/Hatelists aufgrund von Ungereimtheiten mit Plattenfirmen nicht in Betrieb. Als Mitarbeiter von KRONEHIT habe ich die Entwicklung von Anfang bis zum Release am 27.6.2017 mitverfolgt und habe an Beta-Tests sowohl für Android als auch für iOS teilgenommen.

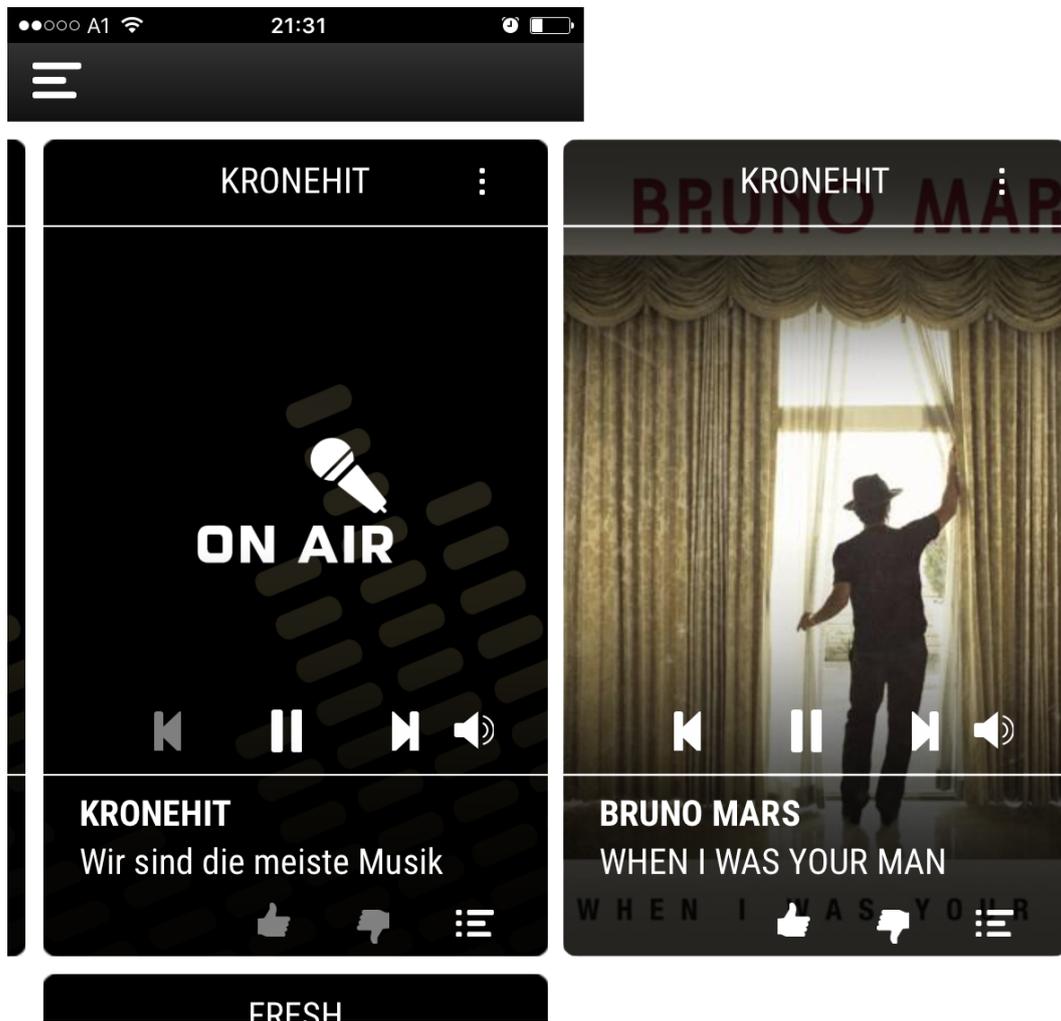


Abbildung 18: KRONEHIT APP

Wie man in Abbildung 18: KRONEHIT APP sieht, haben die UserInnen die Möglichkeit, die Moderation zu überspringen um zum nächsten Titel zu gelangen (KRONEHIT RadiobetriebsgmbH, 2017).

8.2 Funktionsweise

Es wird eine Punkt-zu-Punktverbindung aufgebaut und ein Datenstream übertragen (2.3.1). Hierbei können alle erdenklichen Audiocodecs und die verschiedensten Bandbreiten zum Einsatz kommen. Voraussetzung ist das Vorhandensein von Decodern auf der Host- und Encodern auf der Clientseite. MP3 Streams haben sich aufgrund der hohen Kompatibilität und auch wegen des Bekanntheitsgrades etabliert. Erst die Smartphone Betriebssysteme, welche

verstärkt auf AAC setzen, könnten eine Trendwende herbeirufen (W. Fischer, 2016).

8.2.1 Mobiler Datenverkehr

Da für jeden einzelnen User ein eigener Unicast-Stream aufgebaut wird, ergibt dies einen beträchtlichen Traffic. Speziell bei Großveranstaltungen, wie zum Beispiel dem Donauinselfest, dem Frequency Festival, dem Electric Love Festival, EM-Finalspielen und Ähnlichem kommt es punktuell aufgrund der großen Menschenmengen zu Netzüberlastungen und Ausfällen (Anonym 1 & Anonym 2, 2017; G. Fischer, 2017; Pagel, 2017).

8.3 Unterstützte Geräte

Jedes Smartphone/Tablet kann Audiostreams aus dem Internet decodieren. Selbiges gilt für jeden Laptop und PC. Küchenradios, SmartTVs, sowie AV-Receiver mit Internetanbindung unterstützen dies ebenfalls. Selbiges gilt für neuere Autos mit Internet-Konnektivität (Anonym 1 & Anonym 2, 2017; G. Fischer, 2017).

9 Experteninterviews

Im folgenden Abschnitt geben Experten Feedback über die oben genannten Technologien. Dabei wird darauf eingegangen, welche Vor- und Nachteile die verschiedenen Übertragungstechniken in bestimmten Bereichen besitzen. In weiterer Folge werden auch Kriterien erhoben, an denen die Technologien laut den Experten vergleichbar sind. Folgende Fragen wurden den Interviewpartnern gestellt:

Interviewfragen

- Welche Kriterien halten Sie für wichtig, wenn man Radio-Broadcast Technologien bewerten bzw. vergleichen will?
- Welcher der möglichen digitalen Nachfolger für UKW wäre am besten geeignet für:
 - a. Stationäre Geräte (HiFi, Küchenradios)?
 - b. Mobile Geräte (Smartphones, Tablets, „Ghettoblaster“ bzw. „Brüllwürfel“³, tragbare Audiogeräte)?
 - c. Automobile?
- Welches digitale Substitut wäre vom Kosten/Nutzenfaktor das Beste und warum?
- Welches digitale Substitut wäre vom technischen Faktor das Beste und warum?
- Welches digitale Substitut hätte das stabilste Signal?
- Denken Sie, Streaminganbieter wie Spotify, Deezer, Apple Music, Amazon Music, Pandora und Co könnten klassische Radiostationen in bestimmten Bereichen verdrängen? Welche Bereiche sind das? Wodurch sind diese charakterisiert?

³ Brüllwürfel ist wie Ghettoblaster ein umgangssprachlicher Ausdruck für ein tragbares, batteriebetriebenes Audioabspielgerät mit integrierten Lautsprechern.

9.1 Interviewpartner

- DI Peter Reindl – RTR: Leiter Rundfunkfrequenzmanagement
- Gernot Fischer – Verein Digitalradio Österreich: ehemaliger Geschäftsführer
- DI Detlef Pagel – RFmondial: Planung und Beratung Rundfunktechnik
- Martin Holovlasky – KRONEHIT: Technik
- Anonym 1
- Anonym 2

9.2 Zusammenfassungen der Experteninterviews

9.2.1 DI Peter Reindl – RTR: Leiter Rundfunktechnik

DI Reindl ist für die Frequenzvergabe im österreichischen Raum im Bereich Rundfunk zuständig.

9.2.1.1 Kriterien für den Vergleich von Broadcasttechnologien

Die Rundfunkbetreiber sollen nach der Meinung von Herrn DI Reindl ihr eigenes Netz betreiben können. Dadurch haben sie die Sicherheit, dass das, was sie verbreiten, auch unverfälscht beim Kunden ankommt. Es soll Manipulation seitens des Netzbetreibers ausgeschlossen werden. Bei der Verbreitung über 5G (damit war im Rahmen des Interviews LTE Broadcast gemeint) sieht DI Reindl dies nicht gegeben, da der Datenstrom zuerst durch eine Schnittstelle an die Mobilfunkbetreiber geht und danach die Rundfunkbetreiber keinerlei Handhabe mehr über das Programm haben.

9.2.1.2 Das geeignetste digitale Substitut für Endgeräte

DAB+ scheint laut DI Reindl derzeit der beste Nachfolger zu sein, da einige Länder in Europa (Deutschland, Schweiz, Großbritannien, Norwegen) auf DAB+ setzen. In Deutschland wurde inzwischen ein zweiter nationaler Multiplex ausgeschrieben. Jedoch ist DI Reindl auch der Meinung, dass für die Versorgung kleiner abgegrenzter Gebiete abseits von Großstädten DRM+ die bessere Technik ist. Bezüglich der Programmvierfalt muss bereits auf ein digitales System gewechselt werden, da das UKW Band sehr voll ist und kaum bzw. keine weiteren neuen Programme eingespeist werden können.

Im Bezug auf Endgeräte bleibt DI Reindl vage, da abgesehen von DAB+ die neuen Standards von kaum einem Gerät unterstützt werden. Smartphones können ausschließlich nur IP-Streams empfangen (abgesehen von einem einzigen Gerät von LG). Die Autoindustrie bietet meist gegen Aufpreis an, ein DAB+ taugliches Radio zu verbauen.

9.2.1.3 Das Substitut mit dem besten Kosten/Nutzenfaktor

Laut DI Reindl ist es derzeit günstiger, ein eigenes Netz zu betreiben als sich bei den Providern und Mobilfunkanbietern einzumieten. DAB+ sieht er als problematisch an, da es sich ausschließlich in der Umgebung von Großstädten lohnt, da sich die Kosten daraus berechnen, wieviele Rundfunkbetreiber an einem Multiplex teilnehmen. DRM+ wiederum ist im ländlichen Raum von Vorteil, da hier die autonomen Netze in einem abgegrenzten Gebiet weitaus günstiger zu betreiben sind.

9.2.1.4 Das technisch beste Substitut

DVB-T2 ist aus frequenztechnischer Sicht wesentlich leistungsfähiger als DAB+. DVB-T2 verwendet eine andere Kanalkodierung und in einem 1,5 MHz Block können 40 bis 45 DVB-T2 Programme untergebracht werden, während es bei DAB+ nur 14 bis 16 Programme wären.

9.2.1.5 Das stabilste Signal

DVB-T2 bietet aus Sicht von DI Reindl das stabilste Signal.

9.2.1.6 Streaminganbieter vs. Radiostationen

DI Reindl sieht derzeit Streaminganbieter als Zusatzprogramm zum klassischen Radioprogramm und nicht als direkte Konkurrenz. Erst wenn die junge Generation, welche mit Streaming aufwächst, älter wird und den Markt ändern kann, wird es Handlungsbedarf seitens der Radiostationen geben.

9.2.1.7 Fazit

Das Interview gab einen sehr guten Einblick, wie die Technologien bei der RTR gehandhabt werden. DAB+ wird zwar derzeit versucht als Standard zu etablieren, jedoch wird die Möglichkeit offen gelassen, dies wieder zu ändern, da es in 5 Jahren unter Umständen technologisch komplett anders aussehen könnte. DAB+ ist aus DI Reindls Sicht nicht die beste Technologie. Außerhalb von Großstädten bzw. im abgegrenzten Raum kann mit DRM+ effizienter und günstiger ein autonomes Netz betrieben werden. Zusätzlich sind bei DAB+ die Kosten kaum abzuschätzen, da dies von den TeilnehmerInnen eines Multiplexes abhängig ist.

Bei anfänglicher Skepsis räumt DI Reindl auch LTE Broadcast gute Chancen ein, sofern es als eigenes Netz mit garantierter Bandbreite betrieben wird. Technologisch sieht er DVB-T2 als das überlegenste Substitut an. Problematisch sind einzig die fehlenden Endgeräte.

9.2.2 Gernot Fischer – Verein Digitalradio Österreich: ehemaliger Geschäftsführer

Gernot Fischer war Geschäftsführer des Vereins Digitalradio Österreich. Er hat seine Position zurückgelegt, um sich auf sein Projekt Multiplex konzentrieren zu können, das das Ziel hat, einen möglichst günstigen Zugang für kleine und freie Radios zu einem DAB+ Multiplex im Großraum Wien zu ermöglichen.

9.2.2.1 Kriterien für den Vergleich von Broadcasttechnologien

Herr Fischer fordert einen europaweiten gemeinsamen Standard. Als Kriterien sieht er die Orte wo Radio konsumiert wird, was in erster Linie das Auto und das Büro sind, die Endgeräte und die Technologie selbst. Rundfunkbetreiber wollen möglichst günstig die meisten NutzerInnen erreichen. Ein leichter Zugang für ältere Menschen ist für Fischer ebenfalls ein wichtiges Kriterium.

Fischer sieht auch die Notwendigkeit für Radiosender, ein autonomes Netz zu betreiben. Bei LTE Broadcast wären die Netze in privater Hand. Gerade im Krisenfall, in dem bei Hörfunk ein Informationskanal extrem wichtig ist um die Bevölkerung zu erreichen, wäre aus seiner Sicht eine Abhängigkeit von multinationalen Konzernen gegeben. Deswegen bekräftigt Fischer ein klares Nein zur Möglichkeit, dass Mobilfunkunternehmen Hörfunk ausstrahlen sollen. Das Netz soll in nationaler Hand bleiben.

9.2.2.2 Das geeignetste digitale Substitut für Endgeräte

Das geeignetste Substitut ist für Fischer DAB+. Einzige Ausnahme ist der Hörfunkkonsum in den eigenen vier Wänden. Hier wäre ein Allroundgerät wünschenswert, das möglichst einfach zu bedienen ist und sämtliche Audiostreams abspielen kann. Dabei ist es aus seiner Sicht egal, ob das Programm über UKW, DAB+ oder als Uicast-Stream verbreitet wird.

Für mobile Geräte ist für Fischer DAB+ die optimale Lösung, da es das beste Signal hat, für den mobilen Betrieb optimiert wurde und es bereits zahlreiche portable Empfänger gibt. Jedoch gibt es bis auf ein Gerät von LG kein DAB+ fähiges Smartphone, wie auch Fischer feststellt.

Die Autoindustrie hat relativ lange gebraucht, DAB+ zu adaptieren. Somit denkt Fischer nicht, dass wenn eine andere Technologie als Standard fixiert wird, es zu einer schnellen Implementierung kommen würde. Im Vergleich zu DRM+ können bei DAB+ auch mehr Programme ausgestrahlt werden, sieht Fischer einen weiteren Vorteil.

9.2.2.3 Das Substitut mit dem besten Kosten/Nutzenfaktor

Das ist für Fischer DAB+. Von der Betreiberseite her ist es günstiger als UKW, da die benötigte Sendeleistung für DAB+ um das fast 10-fache niedriger ist. Zusätzlich teilen sich viele Rundfunkbetreiber einen Multiplex, wodurch sich diese die Kosten für das Netz teilen. Durch Reflexionen wird das Signal sogar noch weiter getragen als ursprünglich angenommen, wodurch Sendeanlagen eingespart werden können.

9.2.2.4 Das technisch beste Substitut

Für Fischer hängt dies vom Verbreitungsgebiet ab. Für Europa, die kleinräumigen Gebiete, ist DAB+ das bessere System im Gegensatz zu DRM. DAB+ ist für den mobilen Betrieb optimiert und somit DVB-T2 überlegen.

9.2.2.5 Das stabilste Signal

DAB+ hat laut Fischer das stabilste Signal, da das Signal durch COFDM, die mobile Optimierung und die Reflexionen sehr viel weiter getragen wird als ursprünglich angenommen und immer noch decodierbar bleibt.

9.2.2.6 Streaminganbieter vs. Radiostationen

Ein lokaler Bezug ist bei Radio aus Fischers Sicht enorm wichtig. Für ihn sind deswegen Nachrichten aus dem näheren Umfeld relevanter als zum Beispiel aus Südamerika. Der Informationsgewinn aus dem Radio ist bedeutend besser als aus Streamingdiensten. Wenn er jedoch spezielle Musik, wie zum Beispiel Tango, hören will, sind Streamingdienste dem klassischen Radio überlegen. Er sieht es insofern etwas problematisch, da Streamingdienste Bezahldienste sind, die Programme nach den eigenen Bedürfnissen zusammenstellen. Damit diese Dienste funktionieren, müssen NutzerInnen ihre Daten zur Verfügung stellen. Somit haben Radiostationen derzeit nichts von Streaminganbietern zu befürchten. Falls Radiosender beginnen, deren Nachrichten und Beiträge an Streaminganbieter zu verkaufen, könnte dies jedoch alles verändern, speziell wenn die Beiträge zusätzlich auf den Aufenthaltsort der NutzerInnen abgestimmt sind. Dann hätte man eine komplett neue Situation, jedoch denkt Fischer nicht, dass dieses Modell lange erfolgreich wäre.

9.2.2.7 Fazit

Gernot Fischer ist durch seine ehemalige Position als Geschäftsführer des Vereins Digitalradios ein großer Befürworter von DAB+. Im Gespräch ging er nur relativ wenig bis überhaupt nicht auf die Schwächen von DAB+ ein, sondern versuchte laufend die Vorteile von DAB+ gegenüber DRM+ hervorzuheben. Wie auch DI Reindl sieht er es als sehr wichtig an, dass ein Broadcastnetz autonom von Mobilfunkbetreibern sein muss. Speziell in einem Katastrophenfall, in dem Mobilfunknetze schnell zusammenbrechen, muss ein Informationskanal für die Bevölkerung vorhanden sein. Auf LTE-Broadcast sowie DVB-T2 geht Fischer nur sehr rudimentär ein. Speziell bei LTE-Broadcast hat er bemängelt, dass das Netz aus kleinen Zellen besteht und nicht in nationaler Hand wäre.

Im stationären Betrieb sieht er neben DAB+ auch Streaming als passendes Substitut.

Er spricht auch an, dass es enorm wichtig ist, dass Endgeräte vorhanden sein müssen, welche möglichst einfach von jeder Person bedient werden können.

9.2.3 Dipl.- Ing. Detlef Pagel – Planung und Beratung Rundfunktechnik

DI Pagel ist ehemaliger Vorsitzender des DRM Forums in Deutschland und ehemaliger Bereichsleiter der Technik bei der niedersächsischen Landesmedienanstalt in Hannover.

Eingangs werden allgemeine Statements von DI Pagel wiedergegeben

DI Pagel ist auf dem Standpunkt, dass wenn eine Technologie verändert wird, sich auch Marktpositionen ändern. Den privaten Anbietern macht das in ganz Europa Bauchschmerzen. Aus seiner Sicht wird die Sendervielfalt durch die voranschreitende Digitalisierung größer. Viele und mehr Programmanbieter teilen sich einen Werbetopf. Dadurch vermuten Private, dass sie weniger Geld durch Werbeeinnahmen lukrieren können.

Technisch sieht DI Pagel, dass DRM+ in Band II und III genutzt werden kann, DAB+ dafür nur Band III. In einem DAB+ Ensemble sind 16 Programme, Bei DRM+ 3 bis 4. Dadurch ist aus seiner Sicht bei DAB+ keine Regionalität gegeben. DRM+ sieht er als ideale Ergänzung zu DAB+. EndverbraucherInnen müssen durch die Digitalisierung Endgeräte kaufen, wie er anmerkt.

Weiters gibt DI Pagel zu bedenken, dass als DAB+ entwickelt wurde, nicht auf den privaten lokalen Hörfunk geachtet wurde. Durch die Entwicklung der privaten und lokalen Radios wurde begonnen, regionalisiertes Programm und auch

Werbung auszustrahlen. Für derartiges ist DAB+ nicht geeignet! Ein DAB+ Multiplex ist darauf ausgelegt, ein ganzes Land zu versorgen. DRM+ könnte dies aus seiner Sicht.

9.2.3.1 Kriterien für den Vergleich von Broadcasttechnologien

DI Pagel nennt folgende Kriterien für den Vergleich:

- Empfang: Die Empfangssicherheit und die Netzabdeckung müssen gegeben sein. Speziell bei mobilen Angelegenheiten ist dies für DI Pagel ein sehr wichtiger Punkt. Digital terrestrische Broadcastsysteme sind gut empfangbar, sobald jedoch zuviele Bitfehler im Signal auftauchen, setzt es einfach aus. Bei UKW ist der Vorteil, dass sogar bei relativ schwachen Feldstärken ein Monosignal empfangbar ist. Das ist bei DAB+ derzeit nicht der Fall.
- Sicherheit bei Katastrophen: Das System muss im Katastrophenfall funktionieren und entsprechende Meldungen übertragen können. Netze von Mobilfunkanbietern brechen in solchen Fällen meist zusammen, wie DI Pagel anmerkt.
- Zusatzdienste: Wettermeldungen, Verkehrsmeldungen und Programmauswahl mit Nutzen für den Endverbraucher sind für DI Pagel ebenfalls ein Kriterium, wie auch eine größere Programmauswahl und die Audioqualität (die bei UKW schon sehr gut ist). Weiters zählt er die Kosten der Sendeanlagen und die Verbreitung dazu. Digitale Systeme sind aus seiner Sicht auf der Senderseite günstiger, da auf einer Frequenz mehr Programme übertragen werden können. Empfangsgeräte müssen aber in großer Stückzahl vorhanden sein. Ein System muss aus seiner Sicht derart flexibel sein, dass es landesweite und lokale Abdeckung realisieren kann.

9.2.3.2 Das geeignetste digitale Substitut für Endgeräte

Endgeräte sind für DAB+ laut DI Pagel vorhanden, für DRM+ gibt es keine. DVB-T2 fällt für ihn als Hörfunktechnik flach, da es beim mobilen Empfang zu Empfangsproblemen kommen kann.

Für stationären Empfang im HiFi Bereich ist Radio über Satellit und Kabel das beste System aus Sicht DI Pagels. Es ist ein günstiger Verbreitungsweg mit hohen Datenraten. Für Küchenradios sieht er DAB+, DRM+ und W-LAN, also IP-Streaming, als bestes Substitut.

Für Smartphones sieht DI Pagel LTE Broadcast als eine gute Möglichkeit, da es so gut wie keine Smartphones gibt, die DRM+ oder DAB+ (ausnahme LG Stylus 2) dekodieren können. Radio über IP ist aus Sicht Pagels unsicher und keine Alternative für UKW. Für „Ghettoblaster“ bzw. „Brüllwürfel“, mobile Radioempfänger und Automobile wären DAB+ und DRM+ die passendsten Substitute.

9.2.3.3 Das Substitut mit dem besten Kosten/Nutzenfaktor

DI Pagel stellt klar, dass UKW eine sehr gute Audioqualität hat und bei digitalen Systemen abgewogen werden muss, da höhere Qualität mehr Bandbreite bedeutet und dadurch weniger Sender möglich sind. Jedoch sind alle digitalen Verfahren senderseitig günstiger zu betreiben als UKW. Sat/Kabel wäre für stationäre Geräte ein sehr gutes Substitut, DAB+ und DRM+ für mobile Geräte.

9.2.3.4 Das technisch beste Substitut

DRM+ wäre laut DI Pagel das technisch beste Substitut, da es das modernere System gegenüber DAB+ ist. DRM+ erlaubt mit einer relativ niedrigen Datenrate eine gute Qualität in der Übertragung.

9.2.3.5 Das stabilste Signal

DRM+ und DAB+ nehmen sich hier nicht viel, meint DI Pagel. Der Empfang kann durch Erhöhen des Fehlerschutzes verbessert werden, was jedoch zu Lasten der Tonqualität und/oder der Sendervielfalt geht. Die terrestrischen Systeme haben den Vorteil gegenüber Satellit, da es bei Schlechtwetter Probleme mit der Dekodierung des Signals geben kann.

9.2.3.6 Streaminganbieter vs. Radiostationen

Streaminganbieter werden klassischen Radiostationen keinen Marktanteil wegnehmen, vermutet DI Pagel. Streaming spricht eine andere Zielgruppe an und kann dadurch neue Hörer akquirieren.

9.2.3.7 Fazit

DI Pagel hat durch seine Erfahrung in Deutschland eine sehr differenzierte Meinung gehabt. Vorteil war, dass es keinen wirtschaftlichen Einfluss gab und er neutral antworten konnte. Er hat während des Interviews immer versucht, möglichst objektiv die Technologien zu vergleichen. Dabei sieht er eine Mischform aus DAB+ und DRM+ als perfektes Substitut für UKW. Beide Technologien ergänzen sich und können jeweils die Schwächen der Anderen ausgleichen.

9.2.4 Martin Holovlasky – Techniker bei KRONEHIT

Martin Holovlasky ist Techniker bei der KRONEHIT RadiobetriebsgmbH. Er war zuvor bei Riedel Communications angestellt. Bei vielen Großprojekten wie uA den Olympischen Spielen und der Fußball WM war er im Bereich Broadcasting involviert.

9.2.4.1 Kriterien für den Vergleich von Broadcasttechnologien

Wichtige Kriterien sind für Holovlasky die möglichen Übertragungsqualitäten, die Kosten für den Aufbau und Betrieb eines Sendernetzes, die Verbreitung von Empfangsgeräten – speziell im mobilen und ‚lowcost‘ Bereich – und technologischer Mehrwert durch Nebenangebote (RDS, Artist/Titel, Radiotext, Verkehrsinformationen).

9.2.4.2 Das geeignetste digitale Substitut für Endgeräte

Diese Frage ist für Holovlasky pauschal nicht zu beantworten, da neben der Nutzungsart auch Faktoren wie die Geographie des Ausstrahlungsgebietes und die vorherrschende Frequenzsituation für ihn entscheidend sind. In großflächigen Regionen wäre aus seiner Sicht der Einsatz langwelliger Technologien durchaus gerechtfertigt, was in Mitteleuropa wiederum Anwendung finden wird/kann.

Für stationäre Geräte sieht er den Einsatz von Nebenkanälen bei DVB-T2 Multiplexen geeignet. Es gibt einen guten Kosten/Nutzenfaktor zwischen Verfügbarkeit, erprobter Technologie und möglicher Signalqualität. Einen Nachteil erkennt er in den derzeit fehlenden Empfangsgeräten.

Bei mobilen Geräten unterscheidet Holovlasky klar zwischen Smartphones und klassischen mobilen Geräten sowie ‚Gettoblaster‘ bzw. ‚Brüllwürfel‘, da diese aufgrund ihrer zunehmenden Bedeutungslosigkeit in der Diskussion vernachlässigt oder ähnlich wie stationäre Geräte gesehen werden können. Auf Mobilnetzen basierende Geräte eignen sich überwiegend für telekomnahe Technologien, welche technologisch verfügbar, empfangsseitig verbreitet und erprobt sind, jedoch noch kaum zum Einsatz kommen. Dies sollte sich mit dem Ausbau der fünften Netzgeneration ändern. Andererseits sind in allen Mobilgeräten bereits UKW Antennen und Tuner verbaut, die nur betreiberseitig deaktiviert sind. Hier wäre für Holovlasky ein regulatorischer Eingriff, ähnlich wie in den USA angedacht, wünschenswert. DVB-T/H oder auch DAB+ eignen sich aufgrund ihres verhältnismäßig hohen Energiebedarfs jedoch weniger für Mobiltelefone.

Um den Empfang in Automobilen auch bei hohen Geschwindigkeiten oder in engen Häuserschluchten sicher zu stellen, wird aus Sicht Holovlaskys eine

Technologie benötigt, die ein entsprechend robustes Signal gewährleistet oder empfangsseitig entsprechende Technologien bietet. DVB-T2 stellt für ihn eine sehr leistungsfähige Technologie zu Verfügung, mit der der Empfang auch bei einer SNR um 3 dB noch möglich ist. Ein Wert von dem, laut Holovlasky, DAB+ beispielsweise weit entfernt ist.

9.2.4.3 Das Substitut mit dem besten Kosten/Nutzenfaktor

Das ist für Holovlasky nicht allgemein zu beantworten und hängt sehr stark von den lokalen Gegebenheiten wie Geographie, Frequenzen, Marktteilnehmern, Verfügbarkeit von Endgeräten und der Akzeptanz in der Bevölkerung ab. Somit ergeben sich regional starke Unterschiede.

9.2.4.4 Das technisch beste Substitut

Holovlasky nennt DVB-T2, da es eine hohe Signalstabilität hat und große Bandbreiten bietet, womit mehr Sender auf weniger Frequenzen bei gleichzeitig höherer Qualität transportiert werden können.

9.2.4.5 Das stabilste Signal

DVB-T2 bietet für Holovlasky auch das stabilste Signal, da der Empfang auch bei einer SNR um 3 dB noch möglich ist.

9.2.4.6 Streaminganbieter vs. Radiostationen

Im Bereich der reinen Unterhaltung werden diese Dienste weiterhin Marktanteile gewinnen, ist sich Holovlasky sicher. Ob von Verdrängung gesprochen werden kann, wird sich erst langfristig beurteilen lassen, da zusehends auch Radiostationen in diesen Segmenten Angebote bereitstellen, wie er anmerkt.

Ein Wachstum dieser Dienste wird ab einem gewissen Punkt nur möglich sein, wenn sie sich mit Zusatzangeboten von anderen Mitbewerbern absetzen. Das wird langfristig wieder zu mehr Inhalten führen, womit wiederum gewisse Ähnlichkeiten zu ‚klassischem‘ Radio gegeben sein wird. Letztendlich wird der Mensch (und sei es erst ab einem gewissen Alter) wieder Informationen und Unterhaltung benötigen und aufgrund der Natur des Menschen diese nicht aus vielen Quellen einzeln zusammensuchen wollen, sondern aus einer Hand und ohne Zusatzaufwand beziehen, ist sich Holovlasky sicher.

Er sieht natürlich einen gewissen Verdrängungskampf, allerdings nehmen Streamingdienste aus seiner Sicht eher den Raum ein, der ehemals von Platten, CDs und MP3s eingenommen wurde. Natürlich nehmen diese auch zusehends Marktanteile vom Radio, wie dies bei früheren Technologien auch war, allerdings

ist die Verdrängung von Radio eher eine Frage der technologischen Plattform. Mit der zunehmenden Adaptierung von Radioformaten in Streaminganwendungen sieht Holovlasky langfristig eine Marktkonsolidierung und ein Einpendeln der Marktanteile. Auf welchem Niveau wird sich allerdings erst langfristig zeigen.

9.2.4.7 Fazit

Holovlasky hat die Fragen sehr genau und möglichst umfassend beantwortet. Er spricht sich sehr stark für DVB-T2 aus. Er sieht aber auch eine mögliche Zukunft für LTE Broadcast. Problematisch findet er den Mangel an Endgeräten für andere Technologien als DAB+.

9.2.5 Anonym 1 & Anonym 2

Auf Wunsch der Interviewpartner wurde das folgende Experteninterview anonymisiert.

9.2.5.1 Kriterien für den Vergleich von Broadcasttechnologien

Anonym 1 und Anonym 2 nennen die leichte Verbreitung von Hörfunkprogrammen zu den EndnutzerInnen als erstes Kriterium. Das Empfangsgerät muss für sie möglichst einfach zu bedienen sein, um auch älteren Menschen den Zugang zu Radioprogrammen zu ermöglichen. Auf einen spezifischen Stream zuzugreifen ist meist schon etwas komplizierter. UKW Hörfunk selbst sehen beide in der NutzerInnen-Freundlichkeit als relativ schlecht, da der/die UserIn die Frequenzen wissen muss, auf denen Programme übertragen werden. Zusätzlich können diese regional begrenzt sein. Bei den digitalen Substituten ist dies nicht der Fall. Ist ein Programm empfangbar, trifft dies auch auf alle anderen Programme im Multiplex zu, wie beide betonen.

Die Endgeräteverfügbarkeit ist für Anonym 1 und Anonym 2 sehr wichtig. Weiters geben sie zu bedenken, dass wenn eine Technologie eingeführt wird, auch ein Blick zu den Nachbarländern/staaten erforderlich ist. Für sie hat es wenig Sinn in Österreich zum Beispiel auf DRM+ zu setzen, während sämtliche Länder um Österreich auf einen anderen Standard setzten würden.

Zuletzt nennen Anonym 1 und Anonym 2 eine garantierte Bandbreite. Im Katastrophenfall sowie auch bei Großveranstaltungen bricht ein Unicastnetz zusammen. Ausschließlich Broadcastsysteme sind dann noch in der Lage, die NutzerInnen informieren zu können.

9.2.5.2 *Das geeignetste digitale Substitut für Endgeräte*

Aus Sicht von Anonym 1 und Anonym 2 sind für den stationären Betrieb sowohl IP-Streaming als auch DAB+ sehr geeignete Technologien. Der Großteil der Haushalte hat einen Internetanschluss. Dadurch haben diese einen direkten Zugang zu einer großen Auswahl an Programmen. Neuere AV-Receiver haben die Möglichkeit auf Internetradios zuzugreifen bzw. besteht für technik-affine Personen sogar die Möglichkeit, nicht gelistete Streams hinzuzufügen. Für den ‚Otto-Normal-Verbraucher‘ ist aus ihrer Sicht DAB+ ein sehr gutes Substitut, da es von der Bedienung sehr einfach ist und Endgeräte vorhanden sind.

Für mobile Geräte wäre für beide DAB+ die beste Lösung, jedoch müssten sich die EndnutzerInnen extra Radiogeräte beschaffen. Im Bezug auf das Smartphone wäre IP-Streaming optimal.

LTE Broadcast/eMBMS wird ebenfalls als eine gute Möglichkeit gesehen. Rein technisch kann es alles, was benötigt werden würde, jedoch fehlt ein passender Business Case. Beide erwähnen auch in diesem Zusammenhang die Abhängigkeit von Mobilfunk-Unternehmen.

Für Automobile ist für Anonym 1 und Anonym 2 DAB+ ebenfalls die beste Lösung. Die Adaption neuer Broadcasttechnologie unterliegt in der Automobilindustrie dem Zyklus der Fahrzeugmodelle. Die Fahrzeuge werden konzipiert, gebaut und über die Jahre nur adaptiert, bis das Nachfolgemodel eingeführt wird. DAB+ wird aktuell eingebaut oder zumindest optional angeboten. Würde jetzt auf andere, neuere Standards gesetzt werden, würde es erneut sehr lange dauern, bis dieser angenommen wird.

Eine mögliche Zukunftsvision von Anonym 1 ist, dass die Nutzung des Hörfunks im Auto sich dahingehend ändert, dass sämtliche Beiträge ‚on demand‘ für die NutzerInnen zur Verfügung stehen. Die Musik kommt nicht von den Hörfunkveranstaltern, sondern von Festplatten oder anderen Massenspeichern.

9.2.5.3 *Das Substitut mit dem besten Kosten/Nutzenfaktor*

Senderseitig ist DAB+ bei weitem günstiger zu betreiben als UKW, wie beide feststellen. Im Falle einer Umstellung ist der Simulcastbetrieb⁴ sehr teuer, jedoch danach wäre es DAB+. Langfristig sehen Anonym 1 und Anonym 2 IP-Streaming im Vorteil. Die meisten stationären Endgeräte, welche DAB+ empfangen, können auch Unicast-Streams empfangen. So hält aus ihrer Sicht parallel das Internetradio Einzug in die Haushalte.

⁴ Parallelbetrieb von 2 Broadcasttechnologien

Diese Gefahr wird von einigen Senderbetreibern ebenfalls gesehen. Bei der Umstellung von analogem Fernsehen auf DVB-T(1) hat der ORF einen sehr hohen Marktanteil verloren. 70% der Bevölkerung, die zum Umstieg gezwungen war, ist auf SAT Empfänger umgestiegen, anstatt eine DVB-T Box zu kaufen. Bei der Umstellung von analogem zu digitalem Radio wird ein ähnliches Szenario befürchtet.

9.2.5.4 Das technisch beste Substitut

Die aktuellen Substitute bezeichnen Anonym 1 und Anonym 2 in Summe als veraltet. Jede Technologie hat ihre Vor- und Nachteile. Derzeit warten Hörfunkveranstalter auf LTE 5G bzw. LTE-Broadcast, da diese Technologie im Broadcastmodus alle Anforderungen problemlos erfüllen sollte. Ob dies eintritt, ist fraglich. Deswegen wäre aus ihrer Sicht ein gemeinsames europäisches Forschungsprojekt, mit dem Ziel eine zukunftssichere Broadcast-Technologie zu entwickeln, der bessere Weg als einfach zu warten.

9.2.5.5 Das stabilste Signal

Anonym 1 und Anonym 2 geben zu bedenken, dass es immer auf die Konfigurationsparameter des jeweiligen Systems ankommt.

In der Theorie wäre es für beide DVB-T2, da durch die verschiedenen Einstellungsmöglichkeiten, welche auch mobile Optimierung ermöglichen, das Signal stabiler als bei DAB+ wäre.

In der Praxis sehen sie aktuell DAB+ als stabiler an. Die Übertragung funktioniert bei 720 km/h problemlos und es können auch Videosignale übertragen werden. Als Beispiel wird die Übertragung der Sonnenfinsternis 1999 in der ARD genannt. Ein Flugzeug mit einem installierten Sender folgte der Finsternis und das Videosignal wurde per DAB an die Empfängerstation übertragen.

9.2.5.6 Streaminganbieter vs. Radiostationen

Auch Anonym 1 und Anonym 2 sehen einen Rückgang der HörerInnenzahlen und führen diesen auf Streamingdienste zurück. Sie geben zu bedenken, dass wenn gerade die jungen Menschen, die Streamingdienste stark nutzen und dem klassischen Hörfunk den Rücken zukehren, es fraglich ist, ob in 10 bis 15 Jahren Hörfunk wie wir ihn kennen überhaupt noch existiert oder existieren kann.

9.2.5.7 Fazit

Anonym 1 und Anonym 2 haben zusätzlich zu den Antworten einen tiefen Blick in das Umfeld gewährt in dem sie arbeiten. Dabei sind sie immer etwas in

Umfeldthemen abgeschweift. Diese Informationen fließen ebenfalls in diese Arbeit ein. Im Allgemeinen sind sie Verfechter von DAB+. Sie gestehen aber ein, dass DVB-T2 derzeit nicht für den mobilen Betrieb konfiguriert ist und es sehr wohl eine Alternative zu DAB+ sein könnte. LTE-Broadcast hätte aus ihrer Sicht ebenfalls Chancen, jedoch fehlt der Business Case dahinter und sie sehen Probleme im Betreiben eines Broadcast-Netzes, das in der Hand von Mobilfunkbetreibern ist. Beide sind jedoch die einzigen Interviewpartner, die aktuell eine ungewisse Zukunft für klassisches Radio sehen, da sie eine große Abwanderung in Richtung IP-Streaming vermuten.

9.3 Review der Experteninterviews

Allgemein lässt sich feststellen, dass sich in einigen Punkten die Antworten der Interviewpartner überschneiden. Manche der getätigten Aussagen müssen jedoch vor dem Hintergrund der technischen Forschungsergebnisse, die in dieser Arbeit bereits kurz zusammengefasst wurden, als nicht verifizierbar angesehen werden. Dies und die Daten aus den Interviews werden in den nächsten Punkten zusammengefasst und gegenübergestellt.

9.3.1 Kriterien für den Vergleich von Broadcasttechnologien

Autonomes Netz: Dies war für alle Interviewpartner ein wichtiges Kriterium. Das Broadcastnetz soll nicht von einem multinationalen Konzern abhängig sein. Es soll möglichst sichergestellt sein, dass das Programm unverfälscht bei der/dem EndnutzerIn ankommt. Dies ermöglichen alle terrestrischen Broadcasttechniken. Bei IP-Streaming ist dies nicht möglich. Bei LTE-Broadcast wäre es ebenfalls möglich. Alle Interviewpartner haben außer Acht gelassen, dass ein LTE-Broadcast-Netz ausschließlich für Broadcastzwecke aufgebaut werden kann (Juretzek, 2016). Frequenzen für diesen Zweck sind entsprechend ausgeschrieben (RTR, 2017a). Der Staat könnte eines der Bänder von der geplanten Frequenzauktion ausschließen und gesetzlich festlegen, dass dieses von keinem Mobilfunkbetreiber genutzt werden darf, wie dies auch für DAB+ passiert ist (BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie), 2014; RTR, 2017d). LTE Broadcast kann durch T0oL+ erweitert werden. Dadurch kann ein großzelliges Netz bestehend High Power High Tower Sendestandorten aufgebaut werden. Wird der hybride Modus von T0oL+ genutzt wird das Signal dem FEF von DVB-T2 hinzugefügt, wodurch bereits vorhandene Senderstandorte genutzt werden können (Juretzek, 2016). In einem

LTE-Broadcast-Netz ist es ebenfalls möglich, Inhalte zu regionalisieren, wie dies aktuell auch bei UKW passiert (EBU, 2014; Juretzek, 2016).

Endgeräte: Damit digitale Substitute genutzt werden können, müssen Endgeräte vorhanden sein. Dies kann in weitere Unterkategorien unterteilt werden:

- Stationäre Geräte für inhouse Empfang, wie zum Beispiel zu Hause oder im Büro
- Mobile Empfänger für unterwegs und Smartphones
- Geräte für den Einbau in das Auto (Anonym 1 & Anonym 2, 2017; G. Fischer, 2017; Holovlasky, 2017; Pagel, 2017; Reindl, 2017).

Für DRM+ gibt es keinerlei Endgeräte (Punkt 4.2). DVB-T2 kann stationär sehr gut empfangen werden, dafür mangelt es im mobilen Bereich an Endgeräten (Anonym 1 & Anonym 2, 2017; G. Fischer, 2017; Holovlasky, 2017; Pagel, 2017; Reindl, 2017). Entsprechende Smartphones sind aus dem asiatischen Raum zu importieren (Punkt 6.2). Für DAB+ gibt es stationäre sowie mobile Empfänger in verschiedenen Ausführungen. Es gibt genau ein DAB+ fähiges Smartphone und für Automobile kann ein entsprechender Empfänger nachgerüstet werden (Punkt 5.2).

Bei LTE-Broadcast ist die Sache etwas schwieriger zu beurteilen. Rein von der Hardware her kann jedes LTE-fähige Gerät LTE-Broadcast Signale decodieren (Punkt 7.2). Es müsste nur die Middleware des LTE Stacks angepasst werden (Rössler & Schildbach, 2015). Wäre dies der Fall, wäre sofort eine große Anzahl an Endgeräten für den Empfang verfügbar. Dies umfasst nicht nur Smartphones und Tablets sondern auch Laptops und Autos mit einem LTE-Modul. Für den stationären Gebrauch könnten Smartphones als Settop-Box genutzt werden, indem diese mit TV-Geräten und/oder AV-Receiver verbunden werden (Heyn u. a., 2016). Für IP Streaming gibt es ebenfalls zahlreiche stationäre und mobile Empfänger. Autos mit Internetkonnektivität bieten direkt Zugang zu diversen Internetradios und/oder Streaminganbietern (Anonym 1 & Anonym 2, 2017; G. Fischer, 2017).

Garantierte Bandbreite: Diese ist bei allen Substituten möglich, außer bei IP-Streaming, und wird von allen Interviewpartnern genannt.

Leichter Zugang: Personen aus allen Altersgruppen und auch wenig technik-affine Personen sollen Zugang zum Hörfunk haben (Anonym 1 & Anonym 2, 2017; G. Fischer, 2017). UKW ist beim intuitiven Zugang DRM+, DAB+, DVB-T2 unterlegen. Um einen bestimmten Radiosender zu hören, muss ein/e HörerIn die Frequenz wissen oder es wird manuell das Band durchsucht (Anonym 1 &

Anonym 2, 2017). Wenn größere Gebiete durch einen Radiosender bedient werden, hat dieser verschiedene Frequenzen. Als Beispiel: KRONEHIT sendet in Wien auf der Frequenz 105,8 MHz, im Bereich Mödling (NÖ) auf 105,3 MHz und in Baden (NÖ) können es die Frequenzen 102,9 MHz, 103,4 MHz, 105,3 MHz oder auch 105,8 MHz sein (RTR, 2017c). Durch das RDS System (Kapitel 3.1.1) gibt es zwar eine automatische Umschaltung des Empfängers beim Verlassen des Gebietes, jedoch initial, wenn die Frequenz nicht bekannt ist, bleibt ausschließliche die manuelle Suche. Bei den digitalen Substituten wird direkt eine Senderliste mitgeschickt und der/die NutzerIn kann daraus wählen (Anonym 1 & Anonym 2, 2017). Bei LTE Broadcast muss zuerst eine APP installiert werden (Rössler & Schildbach, 2015). Bei IP-Streaming ist es davon abhängig, welcher Service genutzt werden will. Für den Empfang von Internetstreams auf Smartphones und PCs werden entweder offizielle Programme, entsprechende (mobile) Websites genutzt oder es wird versucht, die Streamingadressen zu beziehen, um diese über einen Mediaplayer zu hören (Kapitel 8). Es herrscht ein großes Angebot, das wenig technik-affine bzw. ältere NutzerInnen überfordern könnte (Anonym 1 & Anonym 2, 2017; G. Fischer, 2017).

9.3.2 Das geeignetste digitale Substitut für Endgeräte

Hier gehen die Meinungen sehr stark auseinander. Für den stationären Betrieb eignen sich laut den Interviews Unicast-Streaming, DAB+, DVB-T2 und in der Theorie DRM+ (Anonym 1 & Anonym 2, 2017; G. Fischer, 2017; Holovlasky, 2017; Pagel, 2017; Reindl, 2017). Eine leichte Präferenz geht in Richtung DAB+ und IP-Streaming, da entsprechende Geräte schon im Umlauf sind (Anonym 1 & Anonym 2, 2017; G. Fischer, 2017).

Für mobile Geräte zeigt sich ebenfalls eine Präferenzierung von DAB+, DVB-T2 und DRM+. Mangels Endgeräten würde praktisch nur DAB+ übrigbleiben. Während Fischer eher davon ausgeht, dass mobile Geräte gekauft werden, sieht dies Holovlasky anders. Er sieht klassische mobile Empfänger eher als stationäre Geräte an, da das Smartphone entsprechende Geräte größtenteils abgelöst hat (G. Fischer, 2017; Holovlasky, 2017).

Bei Smartphones wird aktuell IP-Streaming als geeignetstes Substitut bezeichnet und in Zukunft könnte LTE-Broadcast diese Rolle übernehmen, sind sich alle Interviewpartner einig (Anonym 1 & Anonym 2, 2017; G. Fischer, 2017; Holovlasky, 2017; Pagel, 2017; Reindl, 2017).

In der Autoindustrie ist laut Experten DAB+ die beste Lösung. Dabei wird Bezug auf den klassischen Modellzyklus von 5 bis 7 Jahren genommen. In diesem Zeitraum wird das Auto technisch nicht oder kaum verändert. DAB+ fähige

Geräte können zwar nachträglich eingebaut werden, jedoch ist das Radio bzw. das Mediacenter bei neueren Autos ein zentraler Teil des Bordcomputers. Kompatibilitätsprobleme können daher mit entsprechenden Geräten auftreten (Anonym 1 & Anonym 2, 2017; G. Fischer, 2017). Was jedoch von vielen Herstellern forciert wird, ist die direkte Vernetzung des Autos mit dem Smartphone (Apple Inc., o. J.; Google Inc., o. J.). Auf diese Weise kann das Smartphone als Set-Top-Box für LTE-Broadcast, IP-Streaming uÄ verwendet werden (Heyn u. a., 2016), sofern das Auto nicht ohnehin bereits mit einem LTE-Modul ausgestattet ist.

9.3.3 Das Substitut mit dem besten Kosten/Nutzenfaktor

Die digitalen Substitute brauchen laut den Experten weitaus weniger Energie für den Betrieb. Anonym 1 hat dies sehr genau erklärt. Durch das Wegfallen einiger analoger Komponenten verringert sich die benötigte Kühlleistung. In weiterer Folge wird Platz gespart und zusätzlich braucht die gesamte Verbreitung des Signals weniger Energie. Anstatt auf mehreren Frequenzen einzelne Programme, werden auf einer Frequenz mehrere Programme ausgestrahlt. Dahingehend sind alle digitalen Substitute UKW überlegen (Anonym 1 & Anonym 2, 2017). DRM+ hätte gegenüber DAB+ den großen Vorteil, dass dies im Simulcast auf den UKW Frequenzen betrieben werden kann (Punkt 4.1). DVB-T2 wiederum hätte den Vorteil, dass es das nationale Netz bereits gibt, jedoch müsste das Signal auf mobile Geräte optimiert werden, was derzeit nicht der Fall ist (Anonym 1 & Anonym 2, 2017). Durch die verschiedenen Faktoren ist die Frage, welches der Substitute den besten Kosten/Nutzenfaktor aufweist, kaum zu beantworten, jedoch ist jeder digitale Verbreitungsweg effizienter als UKW (Pagel, 2017).

9.3.4 Das technisch beste Substitut

Nach Abwägen sämtlicher Vor- und Nachteile sowie der aktuellen Forschungsergebnisse sind DVB-T2 und LTE Broadcast zu nennen. DVB-T2 kann je nach Einsatzbereich optimiert werden und die FEF (Punkt 6.1) können von T0oL+ genutzt werden, um dort zeitgleich ein LTE-Broadcast Signal auszustrahlen. DAB+ ist für regionale Zwecke ungeeignet (Pagel, 2017), DRM+ ist es hingegen für eine nationale Abdeckung mit vielen Programmen (G. Fischer, 2017).

9.3.5 Das stabilste Signal

Holovlasky und DI Reindl nennen DVB-T2, DI Pagel, Anonym 1, Fischer und Anonym 2 sehen eher DAB+ als stabilstes Signal. Ein Argument von Fischer ist, dass das Signal aufgrund des COFDM Mehrträgerverfahren sehr weit empfang- und dekodierbar ist. Zusätzlich funktioniert DAB+ auch bei mehr als 700km/h (Anonym 1 & Anonym 2, 2017). Bei DVB-T2 ist das aktuelle Problem der Handover zwischen den Sendemasten, wobei das Signal derzeit nicht für mobile Einsätze optimiert ist (Anonym 1 & Anonym 2, 2017). DVB-T2 hat gegenüber DAB+ jedoch den Vorteil, dass es bei einer SNR von +3 dB noch empfangbar ist (Holovlasky, 2017).

9.3.6 Streaminganbieter vs. Radiostationen

Derzeit sind Streaminganbieter keine direkte Konkurrenz für Radiostationen. Erst wenn diese ihr Programm erweitern, kann sich das Blatt wenden, wobei Streaminganbieter dann immer stärker klassischen Radiosendern ähneln werden (G. Fischer, 2017; Holovlasky, 2017; Pagel, 2017). Radiostationen selbst werden auch weiter in den Streamingbereich vordringen, wie dies aktuell KRONEHIT versucht. In der neuen APP können Moderation und Lieder übersprungen werden (Punkt 8.1.1). Im Bezug auf Musikauswahl sind Streaminganbieter wiederum klassischen Radiostationen weit überlegen (Anonym 1 & Anonym 2, 2017). Somit ergänzen sich Radiostationen und Streaminganbieter (Holovlasky, 2017; Reindl, 2017). Wie die Situation in ca. 10 Jahren aussehen wird, ist derzeit nicht absehbar. Die heute junge Bevölkerungsschicht, die mit IP-Streaming aufwächst, wird entscheiden, in welche Richtung sich Radio und IP-Streaming weiterentwickeln und wie sehr sich der Markt ändern wird (Anonym 1 & Anonym 2, 2017).

9.3.7 Fazit

Ausgehend von den Interviews und dem Review wurde folgende Auswertungstabelle aufgestellt:

	UKW	DRM+	DAB+	DVB-T2	LTE Broadcast	IP
Autonomes Netz	+	+	+	+	+	-
Endgeräte stationär	+	-	+	o	o	+
Endgeräte Smartphone	o	-	-	-	+	+

9 Experteninterviews

Endgeräte Automobil	+	-	o	-	o	o
Garantierte Bandbreite	+	+	+	+	+	-
Leichter Zugang	o	+	+	+	o	o
regionalisierbar	+	+	-	-	+	-
Programmvielfalt	o	+	+	+	+	+

Tabelle 1: Auswertung der Substitute anhand der Reviews der Experteninterviews

Die Tabelle zeigt sehr gut, welches Potential in LTE Broadcast steckt, da es nicht die Nachteile von DAB+, DRM+ und DVB-T2 aufweist. Vorausgesetzt TOoL+ wird genutzt und das LTE Broadcast Signal wird in den FEF von DVB-T2 integriert.

Allen technischen Spezifikationen zum Trotz sind sich alle Experten einig, dass der/die EndnutzerInnen entscheiden werden, welche Technologie sich durchsetzen wird (Anonym 1 & Anonym 2, 2017; Heyn u. a., 2016; Holovlasky, 2017; Pagel, 2017; Reindl, 2017).

10 Radionutzung

Die Grundaussage aus Punkt 9.3.7 besagt, dass die Bevölkerung entscheiden wird, welches Substitut sich am Ende durchsetzen wird. In diesem Kapitel wird darauf eingegangen, wie die Bevölkerung in Österreich Radio konsumiert. Dabei wird neben den Geräten und dem Ort auch die Dauer berücksichtigt. Dabei werden Daten aus der Studie Media Server 2015 und aus dem Radiotest 2016 herangezogen.

Media Server

Die Studie Media Server des Verein Media Server ist eine zentrale Studie, die die Währungsstudien des Teletest, Media-Analyse, Radiotest, ÖWA Plus und Outdoor Server Austria zusammenfasst und auswertet (Verein Media Server, 2017b).

Grundgesamtheit:	Deutschsprechende Wohnbevölkerung ab 14 Jahre in Österreich
Sampling:	RLD „Random Last Digit“ – Rekrutierung via Telefon mit C-ERS Optimierung (Combined Extended Random Sample)
DAR („Day of Recall“):	15.000 Interviews, Tagesablauf auf Viertelstundenbasis und Profilingfragebogen (= ca. 50 Minuten)
Befragungsart:	Nach Wunsch via Internet (CAWI) oder persönlich (CAPI-CASI)
Feldzeit:	1. Juli 2014 bis 30. Juni 2015
Institute:	Projektgemeinschaft GfK Austria / IFES

Tabelle 2: Untersuchungsdesign Media Server (Verein Media Server, 2017a)

Radiotest

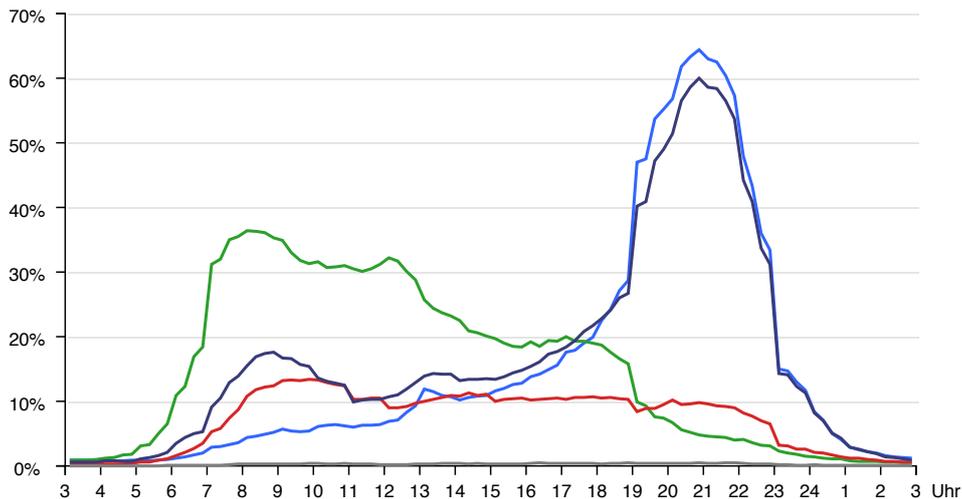
Der Radiotest ist eine nationale Medienreichweitenstudie. Die GfK GmbH erhebt durch telefonische Interviews mit Personen ab 10 Jahren die Daten und bereitet diese auf (GfK Austria, o. J.; ORF Radio Öffentlichkeitsarbeit & Henke, 2016).

Methodenbeschreibung	
Grundgesamtheit	Personen ab 10 Jahre = 7,681.000 Personen Personen 14-49 Jahre = 4,075.000 Personen
Befragungsgebiet	Gesamt-Österreich, alle Bundesländer kleinste Einheit = politischer Bezirk
Feldzeit	Jänner bis Dezember 2016, tagesgleichverteilte Interviews
Fallzahl	25.564 Interviews ab 10 Jahre 13.258 Interviews 14-49 Jahre
Befragungsart	telefonisch, CATI
Durchführung	GfK Austria

Tabelle 3: Methodenbeschreibung Radiotest 2016 (GfK Austria, 2016)



50 Jahre plus, Montag-Sonntag



Media Server Ganzjahr 2014/2015, n=15.206 CAWI/CAPI-Interviews, Österreichische Wohnbevölkerung ab 14 Jahren.

Basis: 50 Jahre plus, Montag-Sonntag, n=7.325, Angaben in %

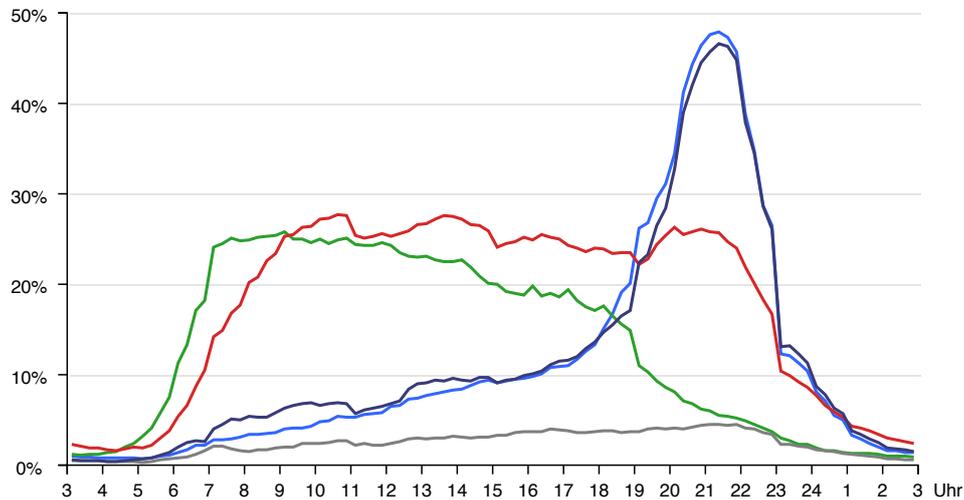
Legende

- TV
- Radio
- Internet
- Internet: Video / Musik / Audio
- Zu Hause: Mediennutzung

Abbildung 19: Mediennutzung 50 Jahre plus, Montag – Sonntag (Verein Media Server, o. J.)

In der Abbildung 19: Mediennutzung 50 Jahre plus, Montag – Sonntag, sieht man sehr deutlich, dass Radio von Personen über 50 in den Morgenstunden sehr stark genutzt wird und ab mittags die Nutzung rasant abnimmt. In den Abendstunden dominiert das Fernsehen und das Internet wird relativ wenig genutzt.

14 bis 49 Jahre, Montag-Sonntag



Media Server Ganzjahr 2014/2015, n=15.206 CAWI/CAPI-Interviews, Österreichische Wohnbevölkerung ab 14 Jahren.

Basis: 14 bis 49 Jahre, Montag-Sonntag, n=7.881, Angaben in %

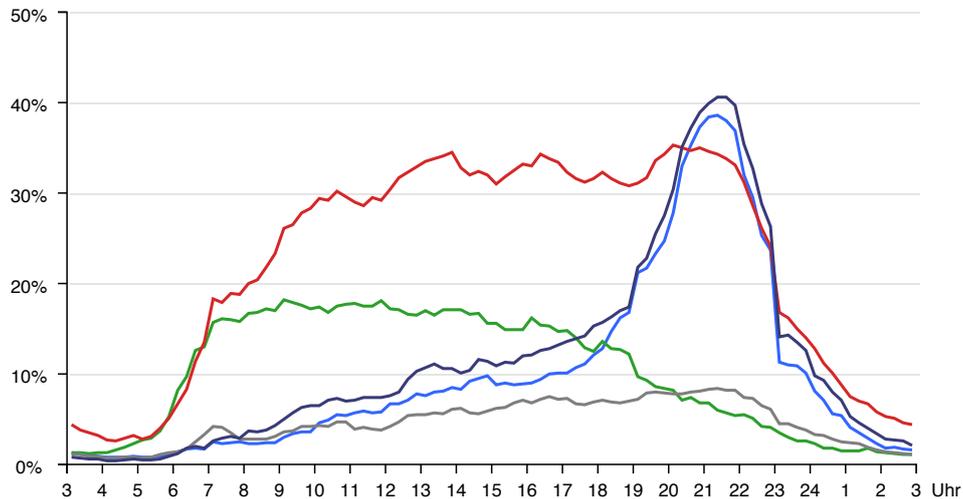
Legende

- TV
- Radio
- Internet
- Internet: Video / Musik / Audio
- Zu Hause: Mediennutzung

Abbildung 20: Mediennutzung 14 bis 49 Jahre, Montag – Sonntag (Verein Media Server, o. J.)

In Abbildung 20: Mediennutzung 14 bis 49 Jahre, Montag – Sonntag (Verein Media Server, o. J.) ist deutlich erkennbar, dass zur klassischen Nutzung von Radio und TV das Internet dazu kommt. TV wird hauptsächlich zu Hause genutzt. Radio ist ein Begleitmedium über den Tag. Das Internet ist hier ortsunabhängig und wird durchgehend stark genutzt.

14 bis 29 Jahre, Montag-Sonntag



Media Server Ganzjahr 2014/2015, n=15.206 CAWI/CAPI-Interviews, Österreichische Wohnbevölkerung ab 14 Jahren.

Basis: 14 bis 29 Jahre, Montag-Sonntag, n=2.927, Angaben in %

Legende

- TV
- Radio
- Internet
- Internet: Video / Musik / Audio
- Zu Hause: Mediennutzung

Abbildung 21: Mediennutzung 14 bis 29 Jahre, Montag – Sonntag (Verein Media Server, o. J.)

In Abbildung 21: Mediennutzung 14 bis 29 Jahre, Montag – Sonntag (Verein Media Server, o. J.) ist ersichtlich, dass das Internet weit mehr und durchgehender genutzt wird als Radio und TV, wobei punktuell die TV Nutzung zu Hause kurzzeitig das Internet überholt. Auch wenn 2014/2015 vergleichsweise wenig Personen Medieninhalte über das Internet beziehen, ist die Mediennutzung in Minuten vergleichsweise hoch (Abbildung 22: Media Server 2014/2015 Mediennutzung in Minuten (Verein Media Server, 2015)).

10 Radionutzung

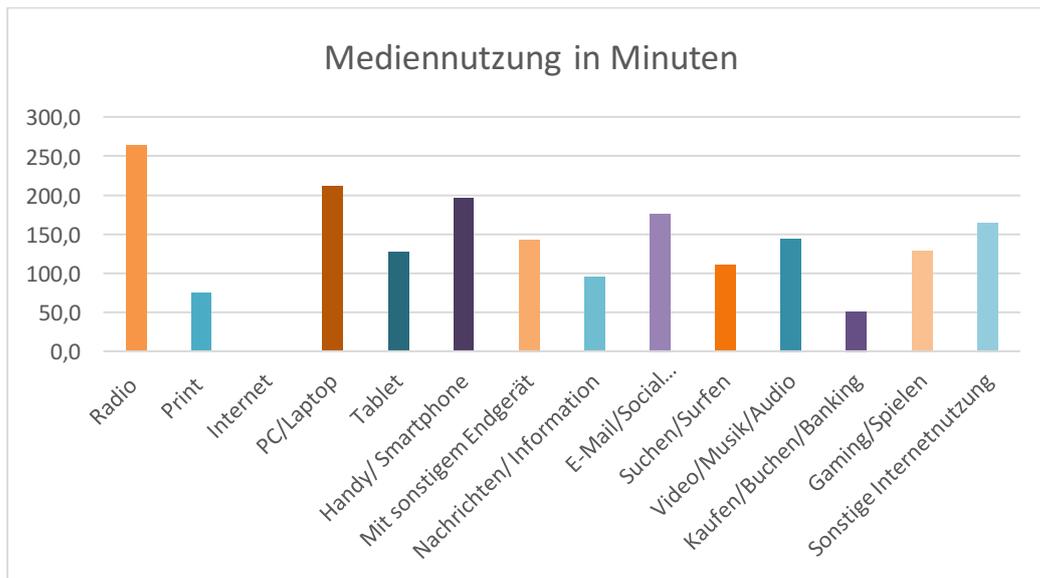


Abbildung 22: Media Server 2014/2015 Mediennutzung in Minuten (Verein Media Server, 2015)

Die Media Server Studie ist inzwischen 2 Jahre alt. „The Infinite Dial 2017“ ist eine aktuelle Studie aus den USA, die aufzeigt, dass der Medienkonsum, in den USA, über das Smartphone bis 2017 stetig gestiegen ist (Edison Research, 2017). Nachdem aktuell 68% der österreichischen Bevölkerung Smartphones besitzen (KMU Forschung Austria & Handelsverband Österreich, 2017), ist anzunehmen, dass dies auch in Österreich der Fall sein wird. Wie anhand von Abbildung 21: Mediennutzung 14 bis 29 Jahre, Montag – Sonntag (Verein Media Server, o. J.) erkennbar ist, beginnen Personen zwischen 14 und 29 Jahren das Internet für entsprechende Services zu nutzen. Generell nutzten 2015 im europäischen Raum zwischen 33 und 53% der Smartphone-BesitzerInnen ihr Gerät um Musik zu hören (Abbildung 23: Welche Aktivitäten üben Sie mit Ihrem Smartphone aus?(Office of Communications (Consumer Research), 2015)).

10 Radionutzung

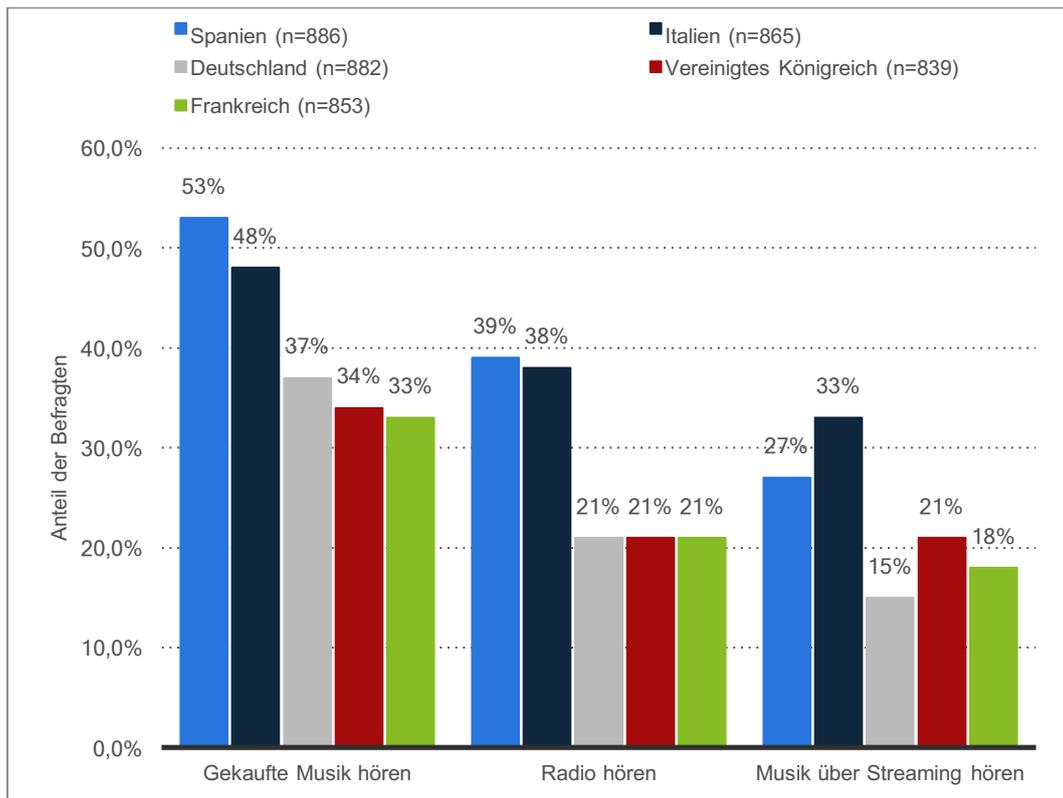


Abbildung 23: Welche Aktivitäten üben Sie mit Ihrem Smartphone aus? (Office of Communications (Consumer Research), 2015)

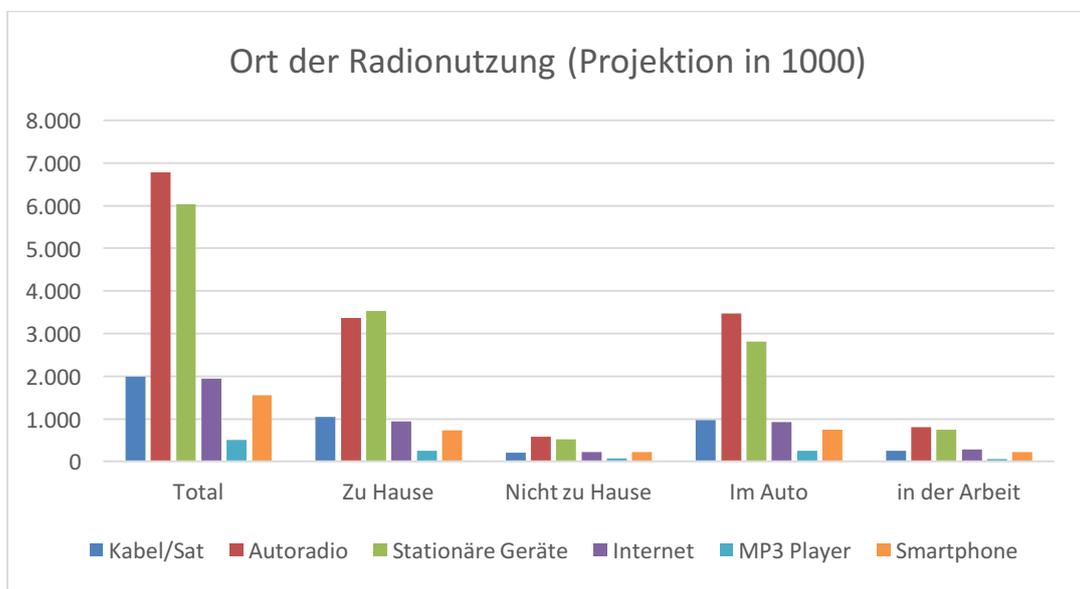


Abbildung 24: Radiotest - Ort der Radionutzung (Projektion in 1000) (GfK Austria, 2016)

10 Radionutzung

Entgegen des Statements von Fischer (Punkt 9.2.2.1) werden Radioprogramme in erster Linie zu Hause und im Auto gehört (Abbildung 24: Radiotest - Ort der Radionutzung (Projektion in 1000) (GfK Austria, 2016)). Dabei ist jedoch fraglich, was als ‚zu Hause‘ definiert wird, da im Radiotest hochgerechnet 1,8 Millionen Personen angaben, Radio täglich über das Autoradio zu Hause zu konsumieren (GfK Austria, 2016).

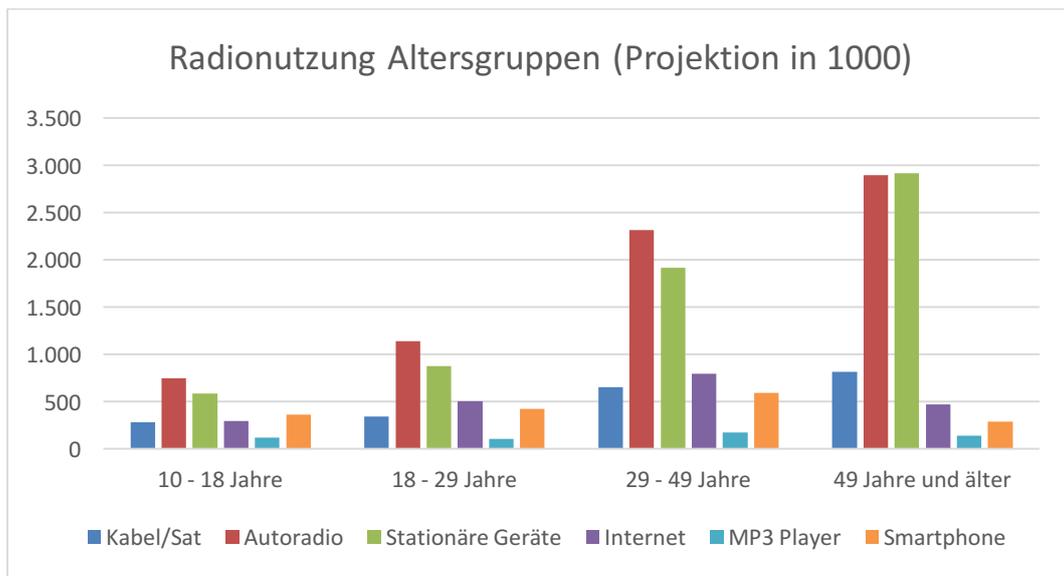


Abbildung 25: Radiotest – Radionutzung Altersgruppen (Projektion in 1000) (GfK Austria, 2016)

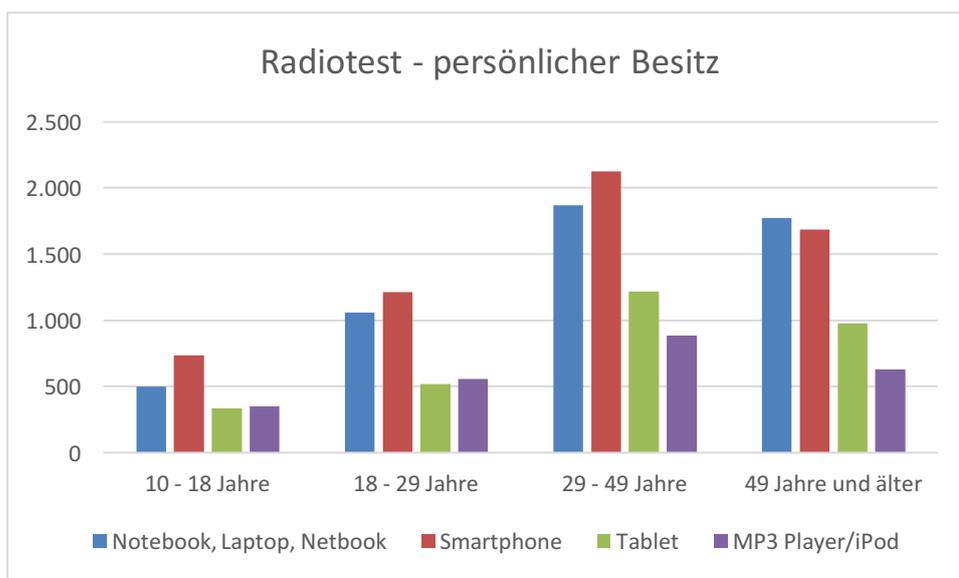


Abbildung 26: Radiotest - persönlicher Besitz (GfK Austria, 2016)

In Abbildung 25: Radiotest – Radionutzung Altersgruppen (Projektion in 1000) (GfK Austria, 2016) ist ersichtlich, dass mit abnehmendem Alter auch die Radionutzung zurückgeht. Das deckt sich mit den Aussagen von Anonym 1, Anonym 2 und Fischer. Was hier auffällt ist, dass auch bei der Altersgruppe 10 bis 18 Jahre das Autoradio als Hauptmedium für den Radiokonsum genutzt wird, noch vor stationären Geräten und weit vor dem Smartphone.

10.1 Adaption - Analog zu Digital

Es ist nicht abzusehen, wie hoch die Adaptionsrate im Falle eines Umstiegs von analogem zu digitalem Radio ist. Beim Umstieg von analogem Fernsehen zu DVB-T1 gab es eine Absprungrate von 70%. Die durch die Abschaltung von analogem Fernsehen betroffenen Haushalte waren gezwungen, neue Geräte zu kaufen. SAT-Anlagen waren zum Teil günstiger als DVB-T1 Boxen und über SAT konnten auch mehr Sender empfangen werden. Somit installierten gezwungene Haushalte meist SAT-Anlagen (Anonym 1 & Anonym 2, 2017). Um die Absprungrate möglichst gering zu halten, wäre LTE Broadcast eine der besten Alternativen. Die Verbreitung von Smartphones ist in Österreich bei 68% (KMU Forschung Austria & Handelsverband Österreich, 2017). In den Altersgruppen von 10 – 49 sind Smartphones verbreiteter als andere mobile Endgeräte (Abbildung 26: Radiotest - persönlicher Besitz (GfK Austria, 2016)). 2018 werden weitere LTE Frequenzen vergeben (Punkt 2.7). Bis dahin werden weitere LTE-Broadcast fähige Geräte im Umlauf sein, da alte Geräte durch neue ersetzt werden (Abbildung 27: Umfrage zur Erneuerung des Handys (Marketagent, 2016)).

10 Radionutzung

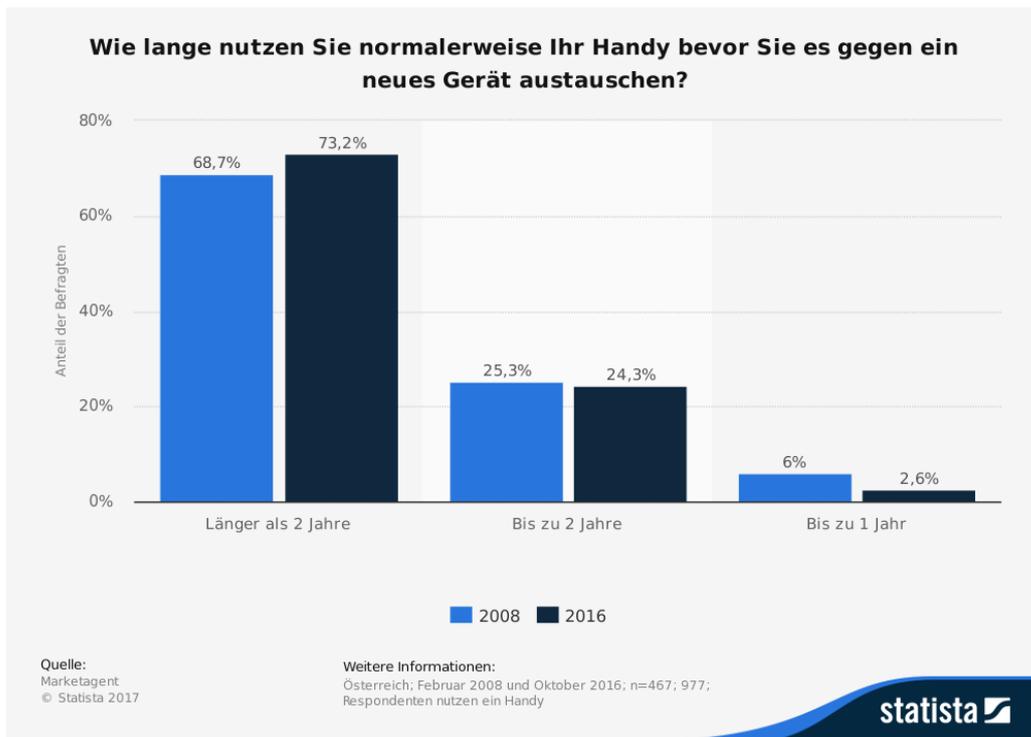


Abbildung 27: Umfrage zur Erneuerung des Handys (Marketagent, 2016)

Ein Vorteil von Radio gegenüber TV, Printmedien, Internet und sozialen Medien ist, dass dem Radio vertraut wird. Dies trifft nicht nur in Österreich sondern auch in weiteren Ländern in Europa zu (Abbildung 28: Vertrauens Index EU (EBU, 2015)).

10 Radionutzung

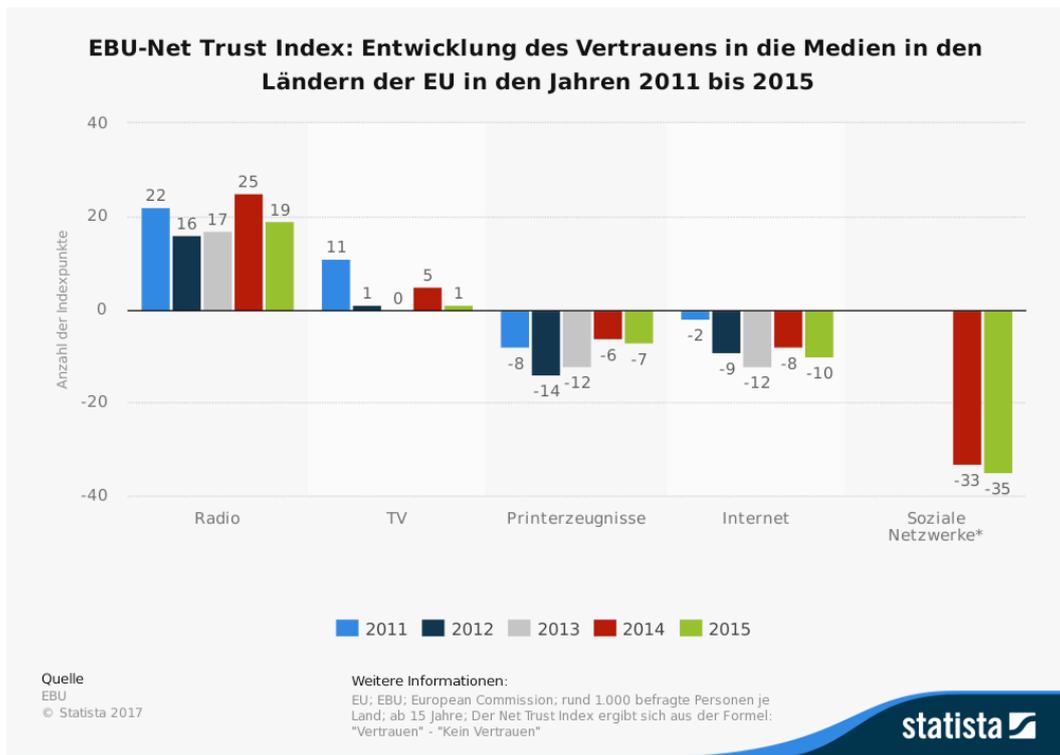
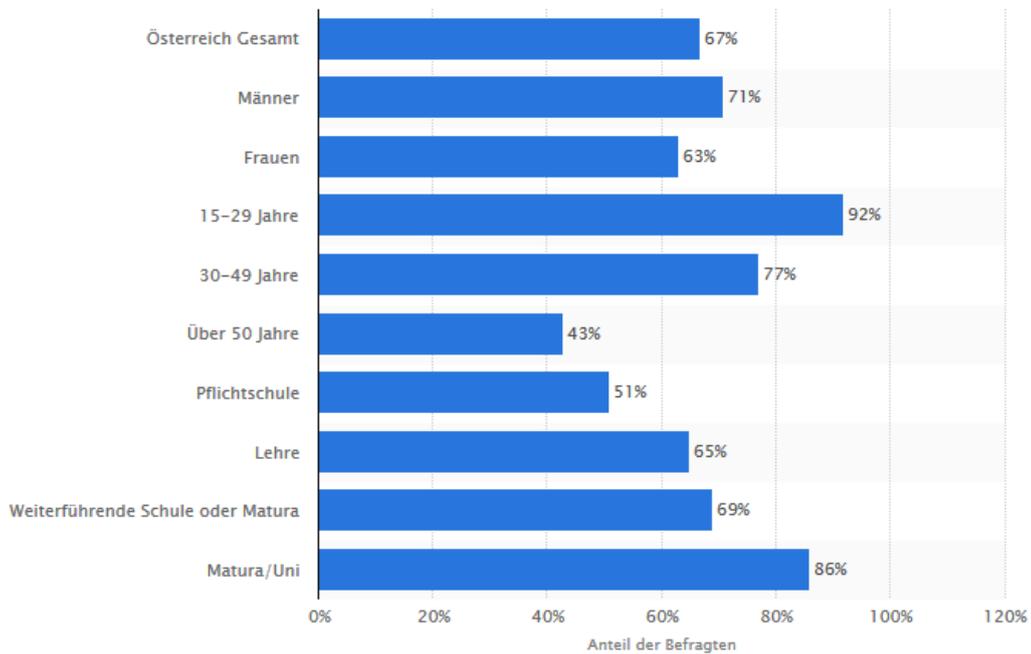


Abbildung 28: Vertrauens Index EU (EBU, 2015)

11 Hybrides Netz

Ausgehend von den Daten aus Punkt: 10 ist ein hybrides Netz ein möglicher Lösungsansatz mit einigen Vorteilen: Bei der jungen Bevölkerungsschicht von 14 bis 29 Jahre werden mobile Endgeräte (Smartphones, (Mini)Tablets und Laptops) am meisten genutzt (siehe Abbildung 29: Verwenden Sie mobile Endgeräte wie Laptops, (Mini-) Tablets oder Smartphones? (SPECTRA Marktforschungsgesellschaft, 2016)). Es ist unklar, ob bei einem Umstieg auf DAB+, DVB-T2 oder DRM+ neue Geräte angeschafft werden, um einen Service zu konsumieren, den sie ohnehin über mobile Endgeräte überall abrufen können. Bei Personen über 50 Jahre sind mobile Endgeräte eher weniger verbreitet. Zusätzlich nutzt diese Gruppe hauptsächlich stationäre Geräte, um Radio zu konsumieren (siehe Abbildung 25: Radiotest – Radionutzung Altersgruppen (Projektion in 1000) (GfK Austria, 2016)).

11 Hybrides Netz



© Statista 2017

Weitere Informationen

Österreich; April 2016; 1.058 Befragte; ab 15 Jahre

Quelle

SPECTRA Marktforschungsgesellschaft

Abbildung 29: Verwenden Sie mobile Endgeräte wie Laptops, (Mini-) Tablets oder Smartphones? (SPECTRA Marktforschungsgesellschaft, 2016)

Technologisch würde sich ein hybrides Netz bestehend aus DVB-T2 und LTE-Broadcast via TOoL+ im Hybrid Modus, unterstützt durch das Internet, dafür eignen, um die Bedürfnisse aller Altersgruppen und die Anforderungen der Experten abzudecken (Tabelle 1: Auswertung der Substitute anhand der Reviews der Experteninterviews).

11.1 Autonomes Netz

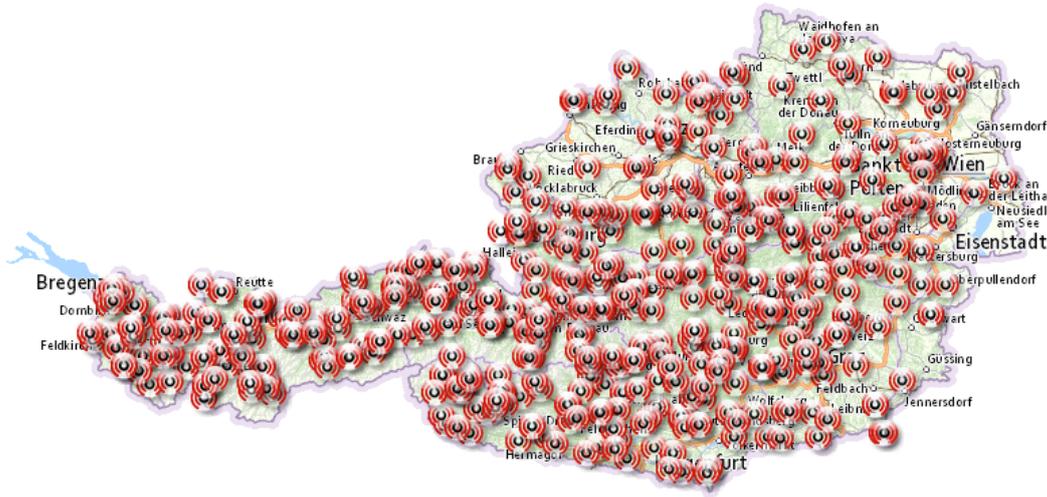


Abbildung 30: UKW Sendernetz (RTR, 2017c)

Ein Kriterium der Experten ist, dass ein Broadcastnetz autonom von Mobilfunkbetreibern sein muss. Es muss garantiert sein, dass die Daten unverfälscht an die NutzerInnen ausgeliefert werden (Punkt: 9.3.1). Ein DVB-T2 Netz ist zu diesem Zeitpunkt schon im Betrieb und strahlt TV-Programme und Hörfunk aus (Punkt: 6) („simpliTV-Liste: Kärnten, Tirol und Vorarlberg“, o. J.; „simpliTV-Liste: Wien, Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark, Salzburg und Burgenland“, o. J.). Langfristig sollte eine ähnliche Netzabdeckung wie bei UKW geschaffen werden. Derzeit sind weit über 100 UKW-Sender in Österreich in Betrieb (Abbildung 30: UKW Sendernetz). Der aktuelle Netzausbau von DVB-T2 ist in Abbildung 31: DVB-T2 Sendernetz (RTR, 2017c) ersichtlich. Ausgehend von der Aussage von Anonym 1, dass digitale Sender effizienter als analoge sind (Anonym 1 & Anonym 2, 2017), sollte mit dieser Anzahl eine nationale Abdeckung möglich sein. Digitale Broadcastsysteme arbeiten energieeffizienter als UKW Sender, was laufende Kosten minimiert (Punkt: 9.3.3). Ein weiterer Vorteil ist das Wegfallen der Probleme der Einträgerverfahren (Punkt 2.6). Ein Nachteil der Digitalisierung gegenüber UKW ist, dass bei UKW bei schlechten Empfangsverhältnissen das Programm zwar verrauscht aber noch hörbar ist. Bei den digitalen Substituten ist das Programm entweder komplett hörbar oder weg (Anonym 1 & Anonym 2, 2017; W. Fischer, 2016).

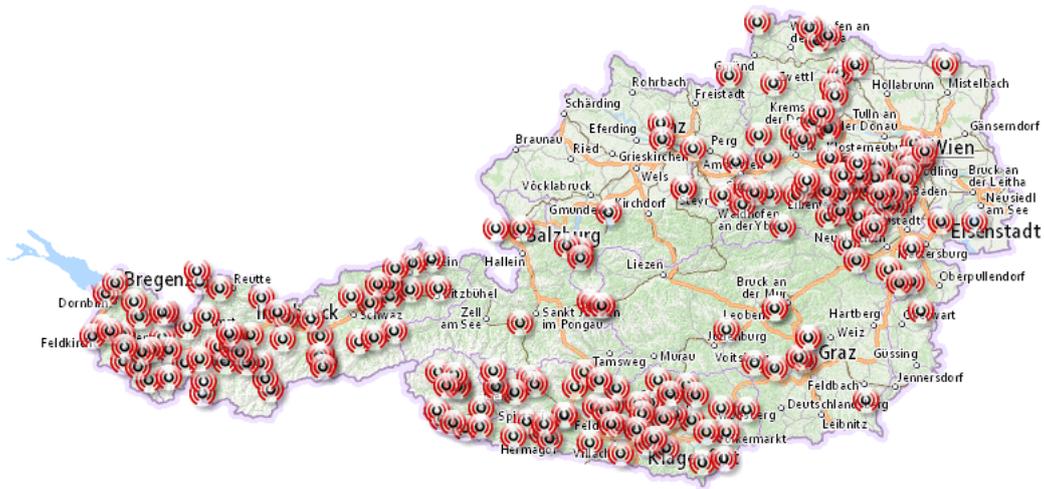


Abbildung 31: DVB-T2 Sendernetz (RTR, 2017c)

Via TOoL+ kann LTE Broadcast direkt in die FEF des DVB-T2 Signals eingespeist werden, wodurch sehr schnell eine hohe Abdeckung geschaffen werden kann (Punkt: 7.1.1). Wie bei UKW werden Medienunternehmen bei einem möglichen Umstieg zu DVB-T2 und/oder LTE Broadcast weiterhin ihre Programme zusätzlich per Internet ausstrahlen. Der Netztest der RTR zeigt, dass in weiten Teilen Österreichs genügend Bandbreite erreicht wird, um Audiostreams empfangen zu können. Bei Abbildung 32: RTR Netztest 2G/3G/4G (RTR, 2017b) werden Messergebnisse der RTR und von externen Quellen kumuliert dargestellt (RTR, o. J.-b).

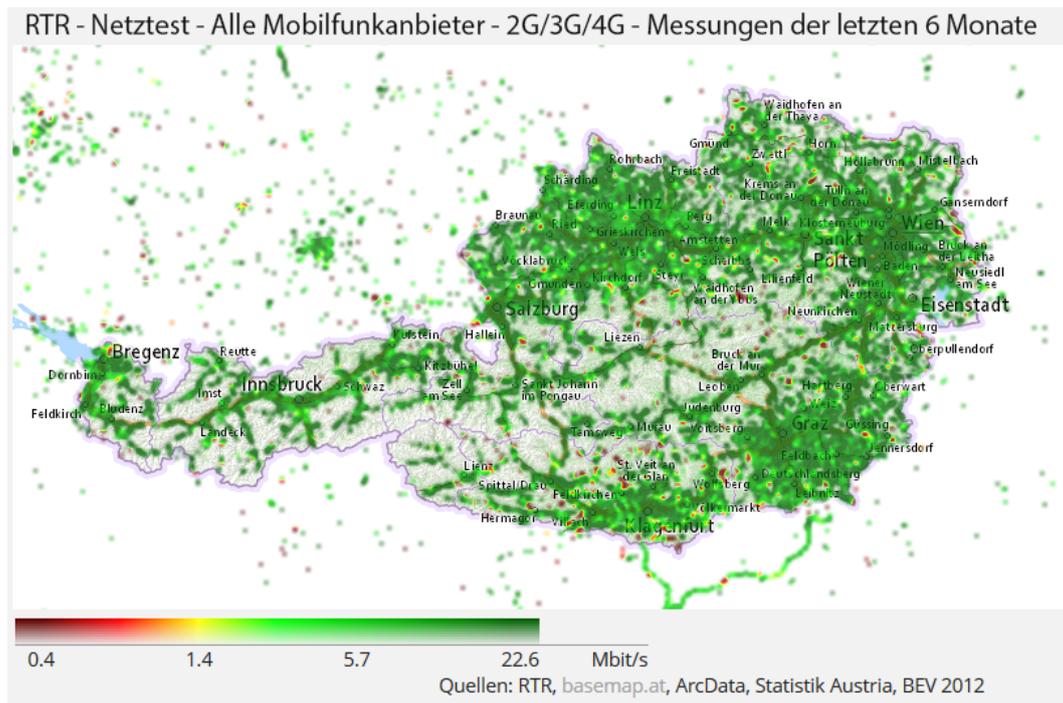


Abbildung 32: RTR Netztest 2G/3G/4G (RTR, 2017b)

11.2 Endgeräte

Geräte zum Empfang für DVB-T2, LTE Broadcast und Unicast Streams sind erhältlich bzw. verbreitet (Punkt: 6.2, 7.2 und 8.3).

Für den stationären Empfang sind DVB-T2 Settop Boxen im Umlauf (Anonym 1 & Anonym 2, 2017). Viele der aktuell verkauften stationären Radiogeräte können zwar keine DVB-T2 Signale empfangen, jedoch sind diese internetfähig und können entsprechende Radiostreams per Unicast empfangen (Anonym 1 & Anonym 2, 2017; G. Fischer, 2017; Pagel, 2017). Für LTE-Broadcast können Smartphones als Settopbox dienen (Heyn u. a., 2016).

Für den mobilen Empfang sind Endgeräte wie Smartphones, (Mini)Tablets und Laptops im Umlauf (Abbildung 26: Radiotest - persönlicher Besitz (GfK Austria, 2016)). Diese Geräte, sofern ein LTE Modul verbaut ist, können LTE-Broadcast Signale dekodieren sowie auch Unicast-Streams über das Internet.

Die Automobilindustrie bietet zwar neben UKW auch DAB+ Empfänger an, jedoch sind diese meist nur optional (Punkt 5.2). Auch ist nicht abzusehen, ob

DVB-T2 Empfänger jemals für Neuwagen angeboten werden. Dies ist bedingt durch die langen Produktzyklen in der Automobilindustrie, da DAB+ bereits in Nachbarländern ein Standard ist, Österreich jedoch einen zu kleinen Markt darstellt (Anonym 1 & Anonym 2, 2017; G. Fischer, 2017). Allerdings wird seitens der Automobilindustrie die Verbindung vom Smartphone zum Auto bzw. des Bordcomputers forciert. Dadurch wird ein Android oder iOS Gerät mit dem Bordsystem verbunden, wodurch die Funktionalität der Bedienelemente erhalten bleibt (Apple Inc., o. J.; Google Inc., o. J.). Bei Vorhandensein eines AUX Anschlusses kann über diesen ebenfalls ein LTE-Broadcast- oder DVB-T2-fähiges Gerät angeschlossen werden. Dabei bleiben die Bedienelemente des Bordcomputers, bis auf die Lautstärkeregelung, ohne Funktion. Bei beiden Varianten wird das Auto durch das Anschließen eines Gerätes, welches LTE-Broadcast Signale dekodieren kann, LTE-Broadcast fähig. Falls Automobile selbst ein LTE Modul verbaut haben, wäre dieser Schritt für den reinen Radio Empfang nicht nötig (Punkt: 9.3.2).

11.3 Garantierte Bandbreite

Diese ist durch den Broadcastbetrieb gewährleistet (Punkt: 2.3.2). Das DVB-T2 Signal ist bei sehr schwachen Feldstärken noch dekodierbar (W. Fischer, 2016; Holovlasky, 2017) und laut DI Reindl stabiler als DAB+ und DRM+ (Reindl, 2017). Das gilt in weiterer Folge auch für LTE-Broadcast, falls es innerhalb der FEF von DVB-T2 ausgestrahlt wird (Punkt: 6.1 und 7.1.1).

11.4 Leichter Zugang

Den leichteren Zugang bieten bei einem hybriden Netz aus DVB-T2 und LTE Broadcast die Settopboxen für DVB-T2. Diese werden angeschlossen, gestartet und sofort ist eine Auswahlliste an verfügbaren Programmen ersichtlich (Anonym 1 & Anonym 2, 2017). Aktuelle stationäre Geräte können meistens bereits Unicast-Streams wiedergeben (G. Fischer, 2017). Viele Radiounternehmen senden ihr Programm parallel per IP-Streaming aus (Punkt: 8). Einmal eingestellt bieten diese Geräte einen sehr einfachen Zugang (Anonym 1 & Anonym 2, 2017). Bei dem Zugang zu LTE Broadcast besteht die Hürde ein entsprechendes Endgerät nutzen zu können sowie das Installieren einer passenden APP, sofern keine vorab auf dem Gerät vorhanden ist. Für technisch sehr affine Personen gibt es das Middleware SDK (Self Development Kit), um entsprechende Apps programmieren zu können (Qualcomm Technologies, Inc, 2017).

11.5 Regionalisierbar

LTE-Broadcast kann aufgrund der MSBNF Areas regionalisiert werden (Punkt: 7). Bei einem nationalen DVB-T2 Netz ist dies nicht möglich, da die Multiplexe über das gesamte Netz ausgestrahlt werden (W. Fischer, 2016). Es können aber sämtliche regionale Programme in das System eingespeist werden, da bei DVB-T2 bis zu 255 Eingangsströme (TV und Radio) verarbeitet werden können (W. Fischer, 2016).

11.6 Programmvielfalt

Bei DVB-T2 sind bis zu 255 verschiedene Programme möglich (TV und Radio) (W. Fischer, 2016). Eine Zelle bei LTE-Broadcast unterstützt bis zu 16 MCH (Multicast Channels). Diese können bis zu 29 Multicast Traffic Channels beinhalten (EBU, 2014).

12 Conclusio

Wie in Punkt 11 behandelt wäre ein hybrides Netz ein würdiger Nachfolger von UKW (Siehe Tabelle 4: Auswertung der Substitute (inkl. Hybrides Netz) anhand der Reviews der Experteninterviews sowie Punkt: 10 und Punkt: 11).

	UKW	DRM+	DAB+	DVB-T2	LTE Broadcast	IP	hybrides Netz
Autonomes Netz	+	+	+	+	+	-	+
Endgeräte stationär	+	-	+	o	o	+	+
Endgeräte Smartphone	o	-	-	-	+	+	+
Endgeräte Automobil	+	-	o	-	o	o	+
Garantierte Bandbreite	+	+	+	+	+	-	+
Leichter Zugang	o	+	+	+	o	o	+
regionalisierbar	+	+	-	-	+	-	+
Programmviefalt	o	+	+	+	+	+	+

Tabelle 4: Auswertung der Substitute (inkl. Hybrides Netz) anhand der Reviews der Experteninterviews sowie Punkt: 10 und Punkt: 11

Gegenüber DAB+ und DRM+ sind LTE-Broadcast und DVB-T2 die moderneren Systeme. Bei DVB-T2 gibt es die FEF für zukünftige Erweiterungen (Punkt:6.1). LTE-Broadcast wurde mit T0oL+ erweitert (Punkt:7.1.1). Beide Systeme sind dadurch sehr vielseitig und anpassbar. Ausgehend von den Statistiken verändert sich die Mediennutzung zusehends in Richtung Internet und IP-Streaming (Abbildung 21: Mediennutzung 14 bis 29 Jahre, Montag – Sonntag (Verein Media Server, o. J.)). Es sind auch vermehrt mobile Endgeräte im Einsatz (Abbildung 26: Radiotest - persönlicher Besitz (GfK Austria, 2016)). Dadurch wäre aus meiner Sicht LTE-Broadcast auch ohne Hybrid Modus das beste Substitut für UKW. Endgeräte in Form von Smartphones sind bereits sehr stark verbreitet. Dies hat ebenfalls den Vorteil, dass zB. ein Wechsel eines Codecs innerhalb des

Broadcastsystems ohne größere Probleme vollzogen werden kann. Dies ist bei DVB-T2 in Österreich ein Problem. Das System wird mit MPEG2-Streams gespeist, da bei der Einführung keine Geräte verfügbar waren, die den H.264 Codec unterstützt haben. Inzwischen ist selbst dieser bereits überholt und wurde durch den leistungsfähigeren HEVC ersetzt (Anonym 1 & Anonym 2, 2017). Bei DAB+ hat es ein ähnliches Problem gegeben. Bei dem Wechsel von DAB zu DAB+ wurden der Codec und die FEC geändert. Alte DAB Geräte können zwar den Multiplex auslesen, jedoch kein Audio wiedergeben, da AAC+ v2 nicht unterstützt wird (Anonym 1 & Anonym 2, 2017). Neben dem HTHP LTE-Broadcast-Netz, kann dies durch das LTLP LTE-Netz der Mobilfunkanbieter unterstützt werden. Durch das Wegfallen von Senderstandorten aufgrund der effizienten digitalen Verbreitung sowie der geringeren Energiekosten wäre dies auch für die Sendeanstalten ein würdiges Substitut.

12.1 Weiterführende Fragen

Aufbauend auf dieser Forschungsarbeit lassen sich weiterführende Fragen formulieren, die hauptsächlich mit der Zukunft von Radio in einer digitalisierten Umwelt in Zusammenhang stehen und die Vertriebskanäle im Fokus haben.

Wie weit muss sich das Medium Radio verändern, um mit der veränderten Mediennutzung zukünftig relevant zu bleiben?

Welches Substitut bevorzugen die Automobilhersteller?

Wohin gehen die NutzerInnen, die bei einer Abschaltung von UKW nicht auf ein digitales Substitut wechseln wollen?

Wie weit müsste der Staat und die RTR bei Mobilfunkbetreibern eingreifen, um ein offenes LTE-Broadcast-Netz betreiben zu können?

Wie kann ein Business Case für LTE-Broadcast aussehen?

Literaturverzeichnis

Anonym 1, & Anonym 2. (2017). Experteninterview.

Apple Inc. (o. J.). iOS - CarPlay. Abgerufen 30. Juni 2017, von <http://www.apple.com/ios/carplay/>

ASUSTeK Computer Inc. (o. J.). ZenFone Go TV (ZB551KL) | Phone | ASUS Global. Abgerufen 26. April 2017, von <https://www.asus.com/Phone/ZenFone-Go-TV-ZB551KL/specifications/>

Bayerische Landeszentrale für neue Medien. (2016, März 10). Ausschreibung der Nutzung von terrestrischen Übertragungskapazitäten für digitale Hörfunkangebote in Augsburg, Ingolstadt und München. Abgerufen von https://www.blm.de/infotehk/ausschreibungen/2016.cfm?object_ID=5743&sCriteria=%C3%BCbertragungskapazit%C3%A4ten

Bibliographisches Institut GmbH. (o. J.-a). Duden | Pod-cast | Rechtschreibung, Bedeutung, Definition, Herkunft. Abgerufen 24. April 2017, von <http://www.duden.de/rechtschreibung/Podcast>

Bibliographisches Institut GmbH. (o. J.-b). Duden | Ra-dio | Rechtschreibung, Bedeutung, Definition, Synonyme, Herkunft. Abgerufen 24. April 2017, von <http://www.duden.de/rechtschreibung/Radio>

BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie). Verordnung der Bundesministerin für Verkehr, Innovation und Technologie betreffend die Frequenznutzung (Frequenznutzungsverordnung 2013 – FNV 2013) StF: BGBl. II Nr. 63/2014, Pub. L. No. 63. Verordnung, § II (2014).

Dokumentationsarchiv Funk. (o. J.). Österr. Rundfunk - Dokumentationsarchiv Funk (QSL Collection). Abgerufen 19. Juli 2017, von <http://www.dokufunk.org/broadcast/austria/index.php?CID=7133>

Dokumentationsarchiv Funk - Intern. Kuratorium QSL Collection. (o. J.). 1945 - 1955 - Dokumentationsarchiv Funk (QSL Collection). Abgerufen 19. Juli 2017, von <http://www.dokufunk.org/broadcast/austria/index.php?CID=7131>

Duchkowitsch, W. (2012). Umgang mit „Schädlingen“ und „schädlichen Auswüchsen“ – Zur Auslöschung der freien Medienstruktur im „Ständestaat“. In *Austrofaschismus*. 6.

Auflage: Politik, Ökonomie, Kultur, 1933-1938 (6. Auflage). Münster: LIT Verlag Münster.

DVB Project. (2016). DVB Fact Sheet. Abgerufen von https://www.dvb.org/resources/public/factsheets/dvb-t2_factsheet.pdf

EBU. (2007). *EBU Evaluations of Multichannel Audio Codecs* (White Paper). Genua: EBU. Abgerufen von <https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3324.pdf>

EBU. (2014). *DELIVERY OF BROADCAST CONTENT OVER LTE NETWORKS*. Genua: EBU. Abgerufen von <https://tech.ebu.ch/docs/techreports/tr027.pdf>

EBU. (2015). EBU-Net Trust Index: Entwicklung des Vertrauens in die Medien in den Ländern der EU in den Jahren 2011 bis 2015. Abgerufen 19. Juli 2017, von <https://ezproxy.fhstp.ac.at:2081/statistik/daten/studie/558007/umfrage/entwicklung-des-vertrauens-in-die-medien-in-der-eu/>

Edison Research. (2017). *The Infinite Dial 2017*. Abgerufen von <http://www.edisonresearch.com/infinite-dial-2017/>

ETSI. (2015). Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation für a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2) - EN 302 755 v1.4.1. Abgerufen von http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/302700_302799/302755/01.04.01_60/en_302755v010401p.pdf

ETSI. (2017). Radio Broadcast Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers - EN 300 401 v2.1.1. Abgerufen von http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/300400_300499/300401/02.01.01_60/en_300401v020101p.pdf

EXPWAY. (o. J.). Expway Middleware | Expway. Abgerufen 20. Juli 2017, von <http://www.expway.com/lte-broadcast-middleware/>

Fischer, G. (2017). Experteninterview.

Fischer, W. (2016). *Digitale Fernseh- und Hörfunktechnik in Theorie und Praxis: MPEG-Quellcodierung und Multiplexbildung, analoge und digitale Hörfunk- und Fernsehstandards, DVB, DAB/DAB+, ATSC, ISDB-T, DTMB, terrestrische, kabelgebundene und Satelliten-Übertragungstechnik, Messtechnik* (4., aktualisierte Auflage). Berlin Heidelberg: Springer Verlag.

FraunhoferIIS. (2013). The AAC audio coding family for broadcast and cable tv. FraunhoferIIS. Abgerufen von https://www.iis.fraunhofer.de/content/dam/iis/de/doc/ame/wp/FraunhoferIIS_White-

Paper_AAC-Broadcast-CableTV.pdf

Futurezone GmbH. (2017). Norwegen beginnt mit UKW-Abschaltung - futurezone.at. Abgerufen 15. Januar 2017, von <https://futurezone.at/digital-life/norwegen-beginnt-mit-ukw-abschaltung/240.445.040>

Gallager, R. (1962). Low-density parity-check codes. *IEEE Transactions on Information Theory*, 8(1), 21–28. <https://doi.org/10.1109/TIT.1962.1057683>

GfK Austria. (2016). *Radiotest 2016*. Wien.

GfK Austria. (o. J.). Reichweitenmessung und Mediennutzungsanalysen | GfK Austria. Abgerufen 17. Juli 2017, von <http://www.gfk.com/de-at/loesungen/reichweitenmessung-und-mediennutzungsanalysen/>

Google Inc. (o. J.). Android Auto. Abgerufen 30. Juni 2017, von <https://www.android.com/auto/>

Heyn, T., Morgade, J., Petersen, S., Pfaffinger, K., Lang, E., Hertlein, M., & Fischer, G. (2016). Integration of Broadcast and Broadband in LTE/5G (IMB5) - experimental results from the eMBMS testbeds (S. 319–324). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EuCNC.2016.7561055>

Holovlasky, M. (2017). Experteninterview.

Ilsen, S., Rother, D., Juretzek, F., Breillon, P., Seccia, J., & Ripamonti, S. (2015). Tower overlay over LTE-Advanced+ (TOL+) — Field trial results (S. 369–373). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCE-Berlin.2015.7391283>

ITU. (2017). Overview. Abgerufen 20. Juli 2017, von <http://www.itu.int:80/en/about/Pages/overview.aspx>

Juretzek, F. (2016). Integration of high tower, high power LTE-Advanced broadcast into mobile networks (S. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/BMSB.2016.7521918>

KMU Forschung Austria, & Handelsverband Österreich. (2017). Anteil der Smartphone-Besitzer sowie Nutzung von Mobile Commerce in Österreich von 2013 bis 2017. Abgerufen von <https://ezproxy.fhstp.ac.at:2081/statistik/daten/studie/568185/umfrage/smartphone-besitz-und-smartphone-nutzung-in-oesterreich/>

Kommunikationsbehörde Austria. (2017a, Januar 20). Erläuterungen zur MUX-Auswahlgrundsätzeverordnung DAB+ 2017–MUX-AG-V DAB+ 2017).

Kommunikationsbehörde Austria. (2017b, Januar 20). MUX-Auswahlgrundsätzeverordnung DAB+ 2017–MUX-AG-V DAB+ 2017).

Kottkamp, M., Rössler, A., Schlien, J., & Schütz, J. (2011). *LTE release 9 Technology Introduction*. Rhode & Schwarz. Abgerufen von https://cdn.rohde-schwarz.com/pws/dl_downloads/dl_application/application_notes/1ma191/1MA191_0E_LTE_release_9_technology.pdf

KRONEHIT RadiobetriebsgmbH. (2017). Die neue KRONEHIT APP | KRONEHIT Wir sind die meiste Musik. Abgerufen 20. Juli 2017, von <http://www.kronehit.at/alles-ueber-kronehit/kronehit-empfangen/kronehit-app/>

KRONEHIT RadiobetriebsgmbH. (o. J.). KRONEHIT hören. Abgerufen 24. April 2017, von <http://www.kronehit.at/alles-ueber-kronehit/kronehit-empfangen/>

LG Electronics Deutschland GmbH Zweigniederlassung Österreich. (o. J.). LG Stylus2 LGK520 | LG Electronics AT. Abgerufen 27. April 2017, von <http://www.lg.com/at/mobiltelefone/lg-LGK520-stylus2>

Marketagent. (2016). *Wie lange nutzen Sie normalerweise Ihr Handy bevor Sie es gegen ein neues Gerät austauschen?* Abgerufen von <https://ezproxy.fhstp.ac.at:2081/statistik/daten/studie/660984/umfrage/umfrage-in-oesterreich-zur-nutzungsdauer-von-handys/>

Meabe, U., Gil, X., Li, C., Vélez, M., & Angueira, P. (2015). On the Coverage and Cost of HPHT Versus LPLT Networks for Rooftop, Portable, and Mobile Broadcast Services Delivery. *IEEE Transactions on Broadcasting*, 61(2), 133–141. <https://doi.org/10.1109/TBC.2015.2397251>

Microsoft Corporation. (o. J.). What is Middleware - Definition and Examples | Microsoft Azure. Abgerufen 19. Juli 2017, von <https://azure.microsoft.com/en-in/overview/what-is-middleware/>

N&C Privatrado Betriebs GmbH. (o. J.). Radio Energy Webradio. Abgerufen 24. April 2017, von <http://www.energy.at/webradio>

Office of Communications (Consumer Research). (2015). Welche Aktivitäten üben Sie mit Ihrem Smartphone aus? Abgerufen von <https://ezproxy.fhstp.ac.at:2081/statistik/daten/studie/343183/umfrage/audiokonsum-vom-smartphone-besitzern-in-der-eu/>

Ohm, J.-R., & Lüke, H. D. (2014). *Signalübertragung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-53901-5>

ORF Radio Öffentlichkeitsarbeit, & Henke, I. (2016, September 21). Radiotest 1. Halbjahr 2016: ORF Radios bestätigen Marktführerschaft. Abgerufen 17. Juli 2017, von https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20160921_OTS0016/radiotest-1-halbjahr-

2016-orf-radios-bestaetigen-marktfuehrerschaft

Österreichischer Rundfunk, Stiftung öffentlichen Rechts. (2010, Februar 24). Bisamberg: Beide Sendemasten gesprengt - oesterreich.ORF.at. Abgerufen 1. Mai 2017, von <http://wiev1.orf.at/stories/424795>

Österreichischer Rundfunk, Stiftung öffentlichen Rechts. (o. J.-a). FAQ - Ö3 Kontakt. Abgerufen 22. Januar 2017, von <http://oe3.orf.at/kontakt/stories/2591510/>

Österreichischer Rundfunk, Stiftung öffentlichen Rechts. (o. J.-b). radio.ORF.at - Radioprogramme des Österreichischen Rundfunks. Abgerufen 24. April 2017, von <http://radio.orf.at/>

Pagel, D. (2017). Experteninterview.

Preisvergleich Internet Services AG. (2017a). Audio-Streaming mit Tuner: DAB+ Preisvergleich | Geizhals Österreich. Abgerufen 27. April 2017, von https://geizhals.at/?cat=hifistream&xf=3273_DAB%2B

Preisvergleich Internet Services AG. (2017b). Fernseher mit Empfang: DVB-T2 Preisvergleich | Geizhals Österreich. Abgerufen 25. April 2017, von https://geizhals.at/?cat=tvlcd&xf=2728_DVB-T2

Preisvergleich Internet Services AG. (2017c). Kompaktanlagen mit Tuner: DAB+ Preisvergleich | Geizhals Österreich. Abgerufen 27. April 2017, von https://geizhals.at/?cat=hificom&xf=2070_DAB%2B

Preisvergleich Internet Services AG. (2017d). Radios & CD-Player mit Tuner: DAB+ Preisvergleich | Geizhals Österreich. Abgerufen 27. April 2017, von https://geizhals.at/?cat=hifirad&xf=1321_DAB%2B

Preisvergleich Internet Services AG. (2017e). Receiver mit Tuner: DAB+ Preisvergleich | Geizhals Österreich. Abgerufen 27. April 2017, von https://geizhals.at/?cat=hifirec&xf=3827_DAB%2B

Preisvergleich Internet Services AG. (2017f). Tuner mit Empfangsbereich: DAB+ Preisvergleich | Geizhals Österreich. Abgerufen 27. April 2017, von https://geizhals.at/?cat=hifitun&xf=1560_DAB%2B

Qualcomm Technologies, Inc. (2017). LTE Broadcast SDK. Abgerufen 20. Juli 2017, von <https://developer.qualcomm.com/software/lte-broadcast-sdk>

Radio Arabella Wien. (2014, November 26). Die neuen Arabella-Webradios! Abgerufen 27. Juni 2017, von <https://www.arabella.at/empfang/radio-arabella-webradios/>

Radio Arabella Wien, & Klug, P. (o. J.). Sendegebiet Digitalradio DAB+ | Arabella

- Wien. Abgerufen 27. April 2017, von <https://www.arabella.at/empfang/sendegebiet-digitalradio-dab/>
- RauteMusik GmbH. (o. J.). Häufige Fragen - RauteMusik.FM Internetradio. Abgerufen 24. April 2017, von <http://www.rautemusik.fm/service/faq/>
- Reindl, P. (2017). Experteninterview.
- Rössler, A., & Schildbach, J. (2015). *LTE Multicast (eMBMS) - ready for prime time?* Webinar.
- RTR. (2013). *Mobiler Empfang von Verkehrsinformationen via DVB/ DAB*. Wien: RTR.
- RTR. (2017a). RTR - Frequenzbereiche. Abgerufen 17. Januar 2017, von https://www.rtr.at/de/tk/FRQ_spectrum
- RTR. (2017b). RTR - Netztest. Abgerufen 22. Juli 2017, von <https://www.netztest.at/de/Karte>
- RTR. (2017c). RTR - Senderkataster. Abgerufen 22. Januar 2017, von <https://www.rtr.at/de/m/Senderkataster>
- RTR. (2017d, Januar 31). RTR - KOA 4.520/17-001. Abgerufen 26. März 2017, von <https://www.rtr.at/de/m/KOA452017001>
- RTR. (o. J.-a). RTR - Internationales Fernmelderecht. Abgerufen 20. Juli 2017, von <https://www.rtr.at/de/m/ITU>
- RTR. (o. J.-b). RTR - Welche grafischen Darstellungsmöglichkeiten der Testergebnisse gibt es? Abgerufen 22. Juli 2017, von https://www.rtr.at/de/tk/netztestfaq_karte_100
- RTR, & Grinschgl, A. (2016). *Einführung von Digitalradio in Österreich - Rahmenbedingungen und Erfolgsvoraussetzungen* (Bd. 1). Wien: Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH.
- Rudolph, P. D.-I. D. (2005). Digitale und Analoge Modulationsverfahren. Abgerufen 8. Mai 2017, von http://www.dirubeze.de/modulationen/skripte/SuS_W0506/Digitale_Analoge_Modulationen_WS0506.pdf
- Shannon, C. E. (1949). Communication in the Presence of Noise. *Proceedings of the IRE*, 37(1), 10–21. <https://doi.org/10.1109/JRPROC.1949.232969>
- Siamphone Dot Com Company Limited. (o. J.-a). i-mobile IQ 5.8 DTV SmartphoneDual SIM display 5 Inch Price 1,850 THB - Siamphone.com. Abgerufen 26. April 2017, von http://www.siamphone.com/spec/en/i-mobile/iq_5.8_dtv.htm

Siamphone Dot Com Company Limited. (o. J.-b). i-mobile IQ 6.8 DTV SmartphoneDual SIM display 5.5 Inch Price 3,290 THB - Siamphone.com. Abgerufen 26. April 2017, von http://www.siamphone.com/spec/en/i-mobile/iq_6.8_dtv.htm

Siamphone Dot Com Company Limited. (o. J.-c). i-mobile i-STYLE 7.7 DTV SmartphoneDual SIM display 4 Inch Price 2,990 THB - Siamphone.com. Abgerufen 26. April 2017, von http://www.siamphone.com/spec/en/i-mobile/i-style_7.7_dtv.htm

Siamphone Dot Com Company Limited. (o. J.-d). i-mobile i-TAB DTV Tablet display 7 Inch Price 4,890 THB - Siamphone.com. Abgerufen 26. April 2017, von http://www.siamphone.com/spec/en/i-mobile/i-tab_dtv.htm#news_relate

simpli services GmbH & Co KG. (o. J.). simpliTV: Antennen-TV der neuesten Generation via DVB-T2: Häufige Fragen. Abgerufen 25. April 2017, von <https://www.simplitv.at/faq/>

simpliTV-Liste: Kärnten, Tirol und Vorarlberg. (o. J.). Abgerufen von https://www.simplitv.at/fileadmin/user_upload/Simplitv/images/Landingpages/DSO_S_S_tmk_OOE_Sbgld/Senderlisten/Senderliste_K-T-V.pdf

simpliTV-Liste: Wien, Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark, Salzburg und Burgenland. (o. J.). Abgerufen von https://www.simplitv.at/fileadmin/user_upload/Simplitv/images/Landingpages/DSO_S_S_tmk_OOE_Sbgld/Senderlisten/Senderliste_W-NOE-B-OOE-Sbg-St.pdf

SPECTRA Marktforschungsgesellschaft. (2016). Verwenden Sie mobile Endgeräte wie Laptops, (Mini-) Tablets oder Smartphones? Abgerufen 20. Juli 2017, von <https://ezproxy.fhstp.ac.at:2081/statistik/daten/studie/585558/umfrage/nutzung-mobiler-endgeraete-in-oesterreich-nach-demographischen-merkmalen/>

Stadt Wien. (2010, Februar 24). Sender-Sprengung am Bisamberg - wien.at Video. Abgerufen 1. Mai 2017, von <https://www.wien.gv.at/video/111042/Sender-Sprengung-am-Bisamberg>

STANDARD Verlagsgesellschaft m.b.H. (2015, Juni 25). Schweden steigt aus UKW Abschaltung aus. Abgerufen 3. Juli 2017, von <http://derstandard.at/2000018010300/Schweden-steigt-aus-UKW-Abschaltung-aus>

Universität Wien. (2004a). Geschichte Online - Freier Radiobund. Abgerufen 6. Mai 2017, von <https://www.univie.ac.at/gonline/htdocs/site/browse.php?a=3185&arttyp=k>

Universität Wien. (2004b). Geschichte Online - NS Radio. Abgerufen 6. Mai 2017, von <https://www.univie.ac.at/gonline/htdocs/site/browse.php?a=3193&arttyp=k>

Universität Wien. (2004c). Geschichte Online - RAVAG. Abgerufen 28. Dezember 2016, von <https://www.univie.ac.at/gonline/htdocs/site/browse.php?a=3193&arttyp=k>

von <https://www.univie.ac.at/gonline/htdocs/site/browse.php?a=3182&arttyp=k>

Verein Media Server. (2015). *Media Server 2014/2015* (Währungsstudie). Wien: Verein Media Server.

Verein Media Server. (2017a). Verein Media Server || Media Server. Abgerufen 20. Juli 2017, von <https://www.vereinmediaserver.at/media-server>

Verein Media Server. (2017b). Verein Media Server || Über uns. Abgerufen 13. Juli 2017, von <https://www.vereinmediaserver.at/uber-uns>

Verein Media Server. (o. J.). Verein Media Server || Daten. Abgerufen 13. Juli 2017, von <https://www.vereinmediaserver.at/daten>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Unicast	5
Abbildung 2: Broadcast	5
Abbildung 3: Multicast	6
Abbildung 4: Amplitudenmodulation	7
Abbildung 5: Frequenzmodulation.....	8
Abbildung 6: Phasenmodulation.....	9
Abbildung 7: IQ Modulation – 4-QAM (W. Fischer, 2016)	11
Abbildung 8: Frequenzbänder in Österreich (RTR, 2017).....	14
Abbildung 9: Spektraler Aufbau des Stereo-Multiplex-Signals (W. Fischer, 2016)	19
Abbildung 10: Beispiel für einen Radiotext via RDS	20
Abbildung 11: Rahmenstruktur DRM (W. Fischer, 2016)	22
Abbildung 12: DAB+ Ensemble (SC = Subchannel)	24
Abbildung 13: LTE Frame (Rössler & Schildbach, 2015).....	31
Abbildung 14: LTE Broadcast – MSBNF Areas (Rössler & Schildbach, 2015) ...	31
Abbildung 15: Spotify – Automatische Playlist: Dein Mix der Woche	34
Abbildung 16: Spotify - Titelwechsel	34
Abbildung 17: Spotiy – Titel entfernen	34
Abbildung 18: KRONEHIT APP	36
Abbildung 19: Mediennutzung 50 Jahre plus, Montag – Sonntag (Verein Media Server, o. J.).....	59
Abbildung 20: Mediennutzung 14 bis 49 Jahre, Montag – Sonntag (Verein Media Server, o. J.).....	60

Abbildung 21: Mediennutzung 14 bis 29 Jahre, Montag – Sonntag (Verein Media Server, o. J.).....	61
Abbildung 22: Media Server 2014/2015 Mediennutzung in Minuten (Verein Media Server, 2015)	62
Abbildung 23: Welche Aktivitäten üben Sie mit Ihrem Smartphone aus?(Office of Communications (Consumer Research), 2015).....	63
Abbildung 24: Radiotest - Ort der Radionutzung (Projektion in 1000) (GfK Austria, 2016)	63
Abbildung 25: Radiotest – Radionutzung Altersgruppen (Projektion in 1000) (GfK Austria, 2016).....	64
Abbildung 26: Radiotest - persönlicher Besitz (GfK Austria, 2016).....	64
Abbildung 27:Umfrage zur Erneuerung des Handys (Marketagent, 2016)	66
Abbildung 28: Vertrauens Index EU (EBU, 2015)	67
Abbildung 29: Verwenden Sie mobile Endgeräte wie Laptops, (Mini-) Tablets oder Smartphones? (SPECTRA Marktforschungsgesellschaft, 2016).....	69
Abbildung 30: UKW Sendernetz (RTR, 2017c)	70
Abbildung 31: DVB-T2 Sendernetz (RTR, 2017c).....	71
Abbildung 32: RTR Netztest 2G/3G/4G (RTR, 2017b).....	72

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auswertung der Substitute anhand der Reviews der Experteninterviews	56
Tabelle 2: Untersuchungsdesign Media Server (Verein Media Server, 2017a) ..	57
Tabelle 3: Methodenbeschreibung Radiotest 2016 (GfK Austria, 2016)	58
Tabelle 4: Auswertung der Substitute (inkl. Hybrides Netz) anhand der Reviews der Experteninterviews sowie Punkt: 10 und Punkt: 11	75

Anhang

A.Experteninterview – Peter Reindl

RTR – Peter Reindl.mp3

B.Experteninterview – Gernot Fischer

VDÖ – Gernot Fischer.mp3

C.Experteninterview – Detlef Pagel

Detlef Pagel.mp3

D.Experteninterview – Anonym 1 und Anonym 2

Anonym 1 und Anonym 2.mp3

E.Experteninterview – Martin Holovlasky

Welche Kriterien halten Sie für wichtig, wenn man Radio-Broadcast Technologien bewerten bzw. vergleichen will?

- mögliche Übertragungsqualität(en)
- Kosten für Aufbau und Betrieb
- Verbreitung von Empfangsgeräten (speziell mobil und lowcost)
- technologischer Mehrwert durch Nebengebote (RDS, Artist/Titel, Radiotext, Verkehrsinformationen,...)

Welcher der möglichen digitalen Nachfolger für UKW wäre am besten geeignet für:

Das ist nicht pauschal zu beantworten, da neben der Nutzungsart auch Faktoren wie die Geographie des Ausstrahlungsgebietes und die vorherrschende Frequenzsituation entscheidend sind.

In großflächigen Regionen beispielsweise wäre der Einsatz langwelliger Technologien durchaus gerechtfertigt, was in Mitteleuropa wiederum Anwendung finden wird/kann.

.. Stationäre Geräte (HiFi, Küchenradios)? Es würde beispielsweise der Einsatz von Nebenkanälen in DVB-T2 Multiplexen einen guten Kosten/Nutzenfaktor zwischen Verfügbarkeit, erprobter Technologie, möglicher Signalqualität etc... bieten. Nachteilig wären die derzeit noch fehlenden Empfangsgeräte.

.. Mobile Geräte (Smartphones, „Ghettoblaster“, tragbare Audiogeräte)?

Hier muss man klar zwischen Smartphones etc. und „klassischen“ Geräten wie Ghettoblaster etc unterscheiden. Während letztere aufgrund ihrer zunehmenden Bedeutungslosigkeit in der Diskussion vernachlässigt werden können (oder ähnlich wie stationäre Geräte gesehen werden können). Auf Mobilnetzen basierende Geräte eignen sich überwiegend für telekommunikationstechnologien einerseits (LTE Broadcast etc...) welche technologisch verfügbar, verbreitet (Empfangsseitig) und erprobt sind, jedoch noch kaum zum Einsatz kommen, was sich aber mit dem Ausbau der fünften Netzgeneration ändern könnte/sollte/dürfte. Andererseits sind eigentlich in allen Mobilgeräten bereits UKW Antennen und Tuner verbaut, diese nur Betreiberseitig deaktiviert. Hier wäre ein regulatorischer Eingriff (ähnlich wie in den USA angedacht) wünschenswert.

DVB-T/H oder auch DAB eignen sich aufgrund ihres verhältnismäßig hohen Energiebedarfs weniger für Mobiltelefone etc.

.. Automobile? Um den mobilen Empfang auch bei hohen Geschwindigkeiten oder in engen Häuserschluchten etc sicher zu stellen wird eine Technologie benötigt die ein entsprechend robustes Signal gewährleistet oder empfangsseitig entsprechende Technologien (Diversity etc bietet) DVB-T2 stellt hier eine sehr leistungsfähige Technologie zu Verfügung mit der der Empfang auch bei einem SNR um 3dB noch möglich ist. Ein Wert von dem DAB+ beispielsweise weit entfernt ist. (Wie man am aktuellen Feldtest in Wien auch sieht)

Welches digitale Substitut wäre vom Kosten/Nutzenfaktor das beste und warum?

Das ist nicht allgemein zu beantworten und hängt sehr stark von den lokalen Gegebenheiten wie Geographie, Frequenzen, Marktteilnehmern, Verfügbarkeit von Endgeräten und der Akzeptanz in der Bevölkerung ab. (somit auch stark regional unterschiedlich)

Welches digitale Substitut wäre vom technischen Faktor das beste und warum?

(unabhängig von der Frage der Verfügbarkeit von Endgeräten:) DVB-T2; hohe Signalstabilität, große Bandbreiten womit mehr Sender auf weniger Frequenzen bei gleichzeitig höherer Qualität transportiert werden können.

Welches digitale Substitut hätte das stabilste Signal?

DVB-T2

Denken Sie Streaminganbieter wie Spotify, Deezer, Apple Music, Amazon Music, Pandora und Co könnten klassische Radiostationen in bestimmten Bereichen verdrängen? Welche Bereiche sind das? Wodurch sind diese charakterisiert?

Im Bereich der reinen Unterhaltung werden diese Dienste weiterhin Marktanteile gewinnen, ob man von Verdrängung sprechen kann wird sich erst langfristig beurteilen lassen. Vor allem im Hinblick darauf, dass zusehends auch Radiostationen in diesen Segmenten Angebote bereitstellen.

Ein Wachstum dieser Dienste wird ab einem gewissen Punkt nur möglich sein, wenn sie sich mit Zusatzangeboten von anderen Mitbewerbern absetzen. In meinen Augen wird dies langfristig wieder zu mehr Inhalten womit wiederum gewisse Ähnlichkeiten zu Radio gegeben sein werden, führen. Letztendlich wird der Mensch (und sei es erst ab einem gewissen Alter) wieder Informationen und Unterhaltung benötigen oder wollen und aufgrund der Natur des Menschen diese nicht aus vielen Quellen einzeln zusammensuchen wollen, sondern aus einer Hand und ohne Zusatzaufwand.

Ich sehe hier also natürlich einen gewissen Verdrängungskampf, allerdings nehmen Streamingdienste eher den Raum ein der ehemals von Platten, CDs und MP3s eingenommen wurde. Natürlich nehmen diese auch zusehends Marktanteile vom Radio (wie dies bei früheren Technologien auch war) allerdings ist die Frage der Verdrängung von Radio eher eine der technologischen Plattform. Mit der zunehmenden Adaptierung von Radioformaten in Streaminganwendungen wird es hier langfristig zu einer Marktkonsolidierung und einem Einpendeln der Marktanteile kommen. Auf welchem Niveau wird sich allerdings erst langfristig zeigen.