**Friederike Maier,
Albert Waal, Detlef Pagel**

**Abschlussbericht des Modellversuchs
zur Erprobung der digitalen Hörfunkübertragung
im lokalen Bereich mit dem System DRM**

Shaker Verlag
Aachen 2010

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Copyright Shaker Verlag 2010

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-9660-5

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Autoren:

Dipl.-Ing. Friederike Maier

Institut für Kommunikationstechnik

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

Dr.-Ing. Albert Waal

Institut für Kommunikationstechnik

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

Dipl.-Ing. Detlef Pagel

Niedersächsische Landesmedienanstalt (NLM)

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Digitalisierung des terrestrischen Hörfunks	1
1.2	Der Modellversuch - Rechtsgrundlage und Organisation	3
1.3	Der Modellversuch - Versuchsphasen	3
1.3.1	Phase 1	3
1.3.2	Phase 2	4
1.3.3	Phase 3	4
1.4	Danksagungen	4
2	DRM Systemparameter	5
2.1	OFDM Parameter	5
2.2	Multiplexbildung im DRM System	5
2.3	OFDM-Übertragungsrahmen	6
2.4	Encoding	7
2.5	Audio- und Datenübertragung	8
3	DRM im 11-m-Band	9
3.1	DRM Frequenzhopping	9
3.1.1	Equipment	11
3.1.2	Empfängersoftware	12
3.1.3	Sendersystem	13
3.1.4	Systemtest	13
3.2	DRM Feldmessungen	16
3.2.1	Equipment	16
3.2.2	DRM-Parameter	17
3.2.3	Stationäre Messungen	18
3.2.4	Mobile Messungen	22
3.2.5	Höhenmessungen	29
3.3	Raumwellenausbreitung	33
3.3.1	Überreichweiten während des Feldtests	36
4	DRM+ Sende- und Empfangsequipment	39
4.1	Sendertechnik	39
4.1.1	DRM+ Basisbandsignalgenerator	41
4.1.2	Generierung des analogen Sendesignals	43
4.1.3	Direkte Aufwärtsmischung	44
4.1.4	Die Endstufe des DRM+ Senders	47
4.2	Der DRM+ Empfänger	48

4.2.1	Die Empfangstechnik des digitalen Rundfunksystems	49
4.2.2	RF-Frontend für DRM+ Empfänger	50
4.2.3	Digitale Signalverarbeitung im Basisband	50
5	DRM+ Feldmessungen im VHF Band II	53
5.1	System Konfiguration	53
5.2	Sende- und Empfangsequipment	53
5.3	Sendeinhalte	54
5.4	Messparameter	54
5.5	Messungen	55
5.5.1	Offene Umgebungen	55
5.5.2	Industriegebiet	56
5.5.3	Radiale Route	57
5.5.4	Messungen in städtischer Umgebung	59
5.5.5	Reichweitenmessung	62
5.6	Versorgungsprognosen	65
6	Verträglichkeit zwischen DRM+ und FM	67
6.1	Subjektive Audiountersuchung	67
6.1.1	Messaufbau	67
6.1.2	Messungen	68
6.2	Messung der PR nach ITU-R BS.641	73
7	DRM+ im VHF Band III	75
7.1	Motivation zur Entwicklung von Komponenten und zur Untersuchung von DRM+ im VHF-Band III (174 - 230 MHz)	75
7.2	Untersuchung der Kanaleigenschaften in Band III	77
7.2.1	Auswirkung der Empfängergeschwindigkeit auf den DRM+ Empfang	77
7.2.2	Flat fading	79
7.3	Messungen im VHF Band III	79
7.3.1	Equipment	79
7.3.2	Messergebnisse	80
7.3.3	Versorgungsprognosen	85
7.4	Grundlegende Überlegungen zur Einplanung von DRM+ in das Band III	86
7.4.1	Einplanung von DRM+ in das bestehende Frequenzraster im Band III	86
7.4.2	Prinzipielle Überlegungen zur Frequenzplanung	86
7.4.3	Möglichkeiten der Sendernetzplanung für DRM+	89
8	Zusammenfassung	93
8.1	Zusammenfassung DRM im 11-m-Band	93
8.2	Zusammenfassung des Feldtests in Band II	94
8.3	Zusammenfassung zur Nutzung von DRM+ in Band III	94
A	Raumwellenausbreitungsprognosen	97
A.1	Sun Spot Number: 50	97

A.2 Sun Spot Number: 100	100
A.3 Sun Spot Number: 150	103
A.4 Stundenweise Betrachtung	106
Literaturverzeichnis	109