

**Jens Henschel**

# Struktur und Management der nichtöffentlichen Funknetze

**Diplomarbeit**

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:**

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

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 1997 Diplomica Verlag GmbH  
ISBN: 9783832487300

**Jens Henschel**

# **Struktur und Management der nichtöffentlichen Fun- knetze**



---

Jens Henschel

# Struktur und Management der nichtöffentlichen Funknetze

Diplomarbeit  
Deutsche Telekom Fachhochschule Leipzig  
Abgabe Dezember 1997



Diplomica GmbH \_\_\_\_\_  
Hermannstal 119k \_\_\_\_\_  
22119 Hamburg \_\_\_\_\_

Fon: 040 / 655 99 20 \_\_\_\_\_  
Fax: 040 / 655 99 222 \_\_\_\_\_

agentur@diplom.de \_\_\_\_\_  
www.diplom.de \_\_\_\_\_

ID 8730

Henschel, Jens: Struktur und Management der nichtöffentlichen Funknetze

Hamburg: Diplomica GmbH, 2005

Zugl.: Deutsche Telekom Fachhochschule Leipzig, Diplomarbeit, 1997

---

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Diplomica GmbH

<http://www.diplom.de>, Hamburg 2005

Printed in Germany

## Lebenslauf



### Persönliche Daten

Name	Jens Henschel
Adresse	Stauffenbergstr. 1 06406 Bernburg Tel.: (0177) 2928605
Geburtsdatum	09.05.1973
Geburtsort	Bernburg
Familienstand	ledig
Staatsbürgerschaft	deutsch

### Schulbildung

01.09.1979 - 30.06.1989	allg. POS in Bernburg
01.09.1989 - 07.09.1992	Abendgymnasium in Bernburg
07.09.1992	Abitur

### Berufsausbildung

01.09.1989 - 28.02.1993	Berufsausbildung zum Energieelektroniker in der Schwenk Zementwerke GmbH in Bernburg
28.02.1993	Facharbeiterprüfung

### Wehrdienst

01.04.1993 - 25.02.1994	Wehrdienst bei der Bundeswehr
Gefreiter	

### Studium

28.02.1994 - 28.02.1998	Studium der Nachrichtentechnik spez. BWL an der FH Leipzig Telekom AG
28.02.1998	Diplomprüfung

### Praktika

14.10.1996 - 31.01.1997	Berufspraktisches Semester (6.) im Rs BBz 27 / BZN 64 der Dt. Telekom AG
-------------------------	---

## **Berufserfahrung**

Juli - August 1994, 1995

Energieelektroniker bei der Börner GmbH in  
Bernburg

Juli - August 1996, 1997

Energieelektroniker bei der Timecraft GmbH in  
Regensburg, Karlsruhe, Cham, Moosburg, Roding  
und Frankfurt/Main

## **Sprachkenntnisse**

Englisch (Grundkenntnisse)

Russisch (Grundkenntnisse)

## **EDV-Kenntnisse**

MS Windows 3.x u. 95 (fundierte Kenntnisse)

MS Word (fundierte Kenntnisse)

MS Excel (gute Kenntnisse)

MS Powerpoint (Grundkenntnisse)

MS Access (Grundkenntnisse)

Borland Pascal 7.0 (Grundkenntnisse)

etc.

## **Führerschein**

Klassen: 1,3,

Bernburg, den 18.03.1998



(Jens Henschel)



# Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	1
<b>1 Einleitung</b>	7
<b>2 Fachliche Grundlagen</b>	8
<b>3 Nichtöffentliche Funknetze</b>	17
3.1 Betriebsfunk	17
3.1.1 Zugfunk	18
3.1.2 Neues GSM-R-System	22
3.1.2.1 DIBMOF-Pilotstrecke	23
3.1.2.2 Unterschiede von GSM-R zu GSM	25
3.1.2.3 GSM-R bei europäischen Bahnen	26
3.2 Bündelfunk	26
3.2.1 Grundlagen	26
3.2.1.1 Grundstrukturen von Bündelfunknetzen	29
3.2.1.2 Leistungsmerkmale	31
3.2.1.3 Verkehrsarten	32
3.2.1.4 Unterschiede zum öffentlichen Bündelfunk	34
3.2.2 Bündelfunksystem SMARTNET	34
3.2.2.1 Einleitung	34
3.2.2.2 Systemeigenschaften	35
3.2.2.3 Organisation der Funkteilnehmer	40
3.2.2.4 Konzept des Bündelfunkterminals	43
3.2.3 Bündelfunksystem PLUS	45
3.3 BOS-Funk	46
3.3.1 Grundlagen	46
3.3.1.1 BOS-Dienste	47
3.3.1.2 Funkkanäle und Frequenzen	49
3.3.1.3 Funknetze	50

3.3.1.3.1	Dispatchernetz	50
3.3.1.3.2	Relaisstellennetz	52
3.3.1.3.3	Gleichwellen- und Gleichkanalfunk	56
3.3.1.3.4	Alarmnetz	58
3.3.2	Funkfernschreibnetze	59
3.3.2.1	Polizei	59
3.3.2.2	Bundesgrenzschutz	61
3.3.2.3	Interpol	62
3.3.2.4	Deutsches Rotes Kreuz	63
3.3.3	Feuerwehrsprechfunk	64
3.3.3.1	Aufbau einer Funkanlage	64
3.3.3.2	Funkverkehr	65
3.3.3.3	Verkehrsformen	65
3.3.4	BOS-Funkmeldesystem FMS	66
3.3.4.1	Technik des FMS	67
3.3.4.2	Telegrammaufbau	67
3.4	Flugfunk	69
3.4.1	Beweglicher Funkdienst im VHF-Bereich	69
3.4.2	Navigationsfunk	69
3.4.3	Militärischer Flugfunk	70
3.4.4	Flugfunk im UHF-Bereich	70
3.4.5	Flugfunk im KW-Bereich	71
3.5	See- und Schifffahrtfunk	71
3.6	Militärfunksysteme	72
3.6.1	Militärisches Satellitenfernmeldesystem der USA „DSCS“	72
3.6.2	Satellitenavigationssystem der USA „NAVSTAR“	73
3.6.3	Satellitenfernmeldesystem der USA „MILSTAR“	74
3.6.4	Deutsches Automatisiertes Fernmeldenetz „AUTOKO“	75
3.7	Satellitenkommunikation	76
3.7.1	Frequenzen	76
3.7.2	Anwendungen	77
3.7.2.1	INMARSAT-C-Dienst für den Spediteur	77
3.7.2.2	Satellitenkommunikation im Schiffsmanagement	78

3.7.2.3	Satellitenkommunikation in der Luftfahrt	79
<b>4</b>	<b>Öffentliche Funknetze</b>	<b>80</b>
4.1	Öffentliche Standards	80
4.2	Zellulare und satellitengestützte Netze	82
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>88</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>90</b>
	<b>Anhänge A, B, C, D, E</b>	

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis:

Bild 2.1:	Duplex-Betrieb bei der Datenübertragung	Seite 10
Bild 2.2:	Halbduplex-Betrieb bei der Datenübertragung	Seite 12
Bild 2.3:	Simplex-Betrieb bei der Datenübertragung	Seite 13
Bild 2.4:	Wabenplan-Funknetz	Seite 16
Bild 3.1:	Skizze eines Zugfunksystems	Seite 18
Bild 3.2:	AEG Infrastruktur der DIBMOF-Teststrecke basierend auf dem GSM-R-Standard	Seite 24
Bild 3.3:	Frequenzbereich der Bahnen	Seite 25
Bild 3.4:	Ein aus 10 Funkzellen aufgebautes Bündelfunknetz	Seite 28
Bild 3.5:	Variante 1 / Zentrale Steuerung	Seite 30
Bild 3.6:	Variante 2 / Verteilte Intelligenz	Seite 31
Bild 3.7:	Kommunikationswege - Ein Fahrzeug- oder Handfunkgerät kann bei Bündelfunk nicht nur mit der Zentrale sprechen	Seite 32
Bild 3.8:	Schematische Darstellung des Bündelfunksystems	Seite 40
Bild 3.9:	Aufteilung des Bündelfunksystems bis zum Teilnehmer	Seite 41
Bild 3.9:	Einfaches Taxifunknetz (Dispatchernetz)	Seite 51
Bild 3.10:	Schematische Darstellung eines RS 1 Th Relais (kleine Relaisfunkstelle)	Seite 53
Bild 3.11:	Prinzipaufbau eines RS 1 Ez-Relais (kleine Relaisfunkstelle)	Seite 54
Bild 3.12:	Prinzipaufbau eines RS 1 Enz-Relais (kleine Relaisfunkstelle)	Seite 54
Bild 3.13:	Aufbau eines RS 2-Relais (große Relaisfunkstelle)	Seite 55
Bild 3.14:	Prinzip des Gleichwellenfunks	Seite 57
Bild 3.15:	Alarmnetz	Seite 59
Bild 3.16:	Schematischer Aufbau einer Funkanlage	Seite 64
Bild 3.17:	Grafische Darstellung eines FMS-Telegrammaufbaus	Seite 67
Bild 4.1:	GSM-Architektur	Seite 81
Bild 4.2:	DSC 1800 System	Seite 81
Bild 4.3:	PCN-Struktur	Seite 82
Tab. 3.1:	International standardisierte Frequenzen des Zugfunksystems	Seite 19
Tab. 3.2:	Tonfolgerufsystem - Zugfunk	Seite 20
Tab. 3.3:	Grenz- und Kurzwellenfrequenzen des Funkfernsehnetzes der Behörden des BMI	Seite 61
Tab. 3.4:	Funkfrequenzen des BGS	Seite 61
Tab. 3.5:	Kurzwellenfrequenzen des Interpol-Fernschreibnetzes	Seite 61
Tab. 3.6:	Kurzwellenfrequenzen des DRK/IKRK	Seite 63
Tab. 3.7:	Übertragungsablauf eines FMS-Telegrammes incl. dazugehöriger Bitlängen und Übertragungszeiten	Seite 68

# Abkürzungsverzeichnis

## A

ADAC		Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e. V.
AFC	Automatic Frequency Control	Automatische Frequenzabstimmung
AM		Amplitudenmodulation
AP		Autobahnpolizei
ARINC	Aircraft Communications, Addressing and Reporting System	Flugzeug-Überwachungssystem
ARQ		Automatic Request
ASB		Arbeiter-Samariter-Bund

## B

BASA		Bahneigenes Telefonnetz
BCCH	Broadcast Control Channel	Steuerkanal in Downlink-Richtung
BePo		Bereitschaftspolizei
BF		Berufsfeuerwehr
BfV		Bundesamt für Verfassungsschutz
BGS		Bundesgrenzschutz
BKA		Bundeskriminalamt
BMBF		Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMI		Bundesministerium des Innern
BMPT		Bundesministerium für Post- und Telekommunikation
BS	Basestation, $\Rightarrow$ BTS	Basisstation
BSC	Base Station Controller	Basisstationssteuerung
BTS	Base Transceiver Station	Basis-Sende-Empfangs-Station
BZV		Bundeszollverwaltung