



Alarmierung von Einsatzkräften der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr

Facharbeit gemäß § 21 VAP2.2-Feu NRW

Mario Mischok

Kreisbrandmeister Erzgebirgskreis

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere an Eides statt, dass die vorliegende Facharbeit im Rahmen der Ausbildung für den höheren feuerwehrtechnischen Dienst von mir selbstständig angefertigt und die mit ihr verbundenen Tätigkeiten eigenständig erbracht wurden.

Ich erkläre weiterhin, dass alle gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen durch entsprechende Verweise beziehungsweise durch eine Quellenangabe gekennzeichnet wurden.

Die während der Erstellung geführten Gespräche, die gewährte Unterstützung einschließlich wesentlicher Hinweise von Gesprächspartnern und ergänzende Kontakte sind vollständig aufgezeigt.

Diese Facharbeit ist noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt worden. Sie wurde in gedruckter und elektronischer Form abgegeben. Ich bestätige, dass der Inhalt der digitalen Version mit der Druckversion übereinstimmt.

Regis-Breitungen, 28. Dezember 2020

Mario Mischok

Aufgabenstellung

Alarmierung von Einsatzkräften der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr

Die Alarmierung von Einsatzkräften erfolgt derzeit überwiegend im Rahmen einer sogenannten stillen Alarmierung mittels digitaler Funkmeldeempfänger. Moderne Technik ermöglicht dabei auch Rückmeldefunktionen.

Beschreiben und bewerten Sie die aktuellen technischen Möglichkeiten.

Differenzieren Sie dabei nach hauptberuflichen und ehrenamtlichen Kräften.

Thema erhalten: 25. September 2020

Abgabe der Arbeit: 28. Dezember 2020

Gleichheitsgrundsatz

Aus Gründen des sprachlichen Ausdrucks sowie zur besseren Lesbarkeit wurde in der vorgelegten Facharbeit auf geschlechtsspezifische Formulierungen verzichtet, die niedergeschriebenen Aussagen sind sinngemäß für alle Geschlechter zu verstehen.

Kurzfassung

Die vorliegende Facharbeit zeigt aktuelle technische Standards der stillen Alarmierung von hauptamtlichen und ehrenamtlichen Einsatzkräften der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr mit digitalen Meldeempfängern auf. Besondere Berücksichtigung finden dabei digitale Funkmeldeempfänger mit integrierten Rückmeldesystemen.

Durch eine Gegenüberstellung der verschiedenen Alarmierungstechnologien „TETRA-Standard“ und dem „POCSAG-Protokoll“, wird ein Überblick über den Stand der Technik mit seinen Vor- und Nachteilen gegeben. Die Bereitstellung einer stillen Alarmierung mit Rückmeldefunktion ist optional auch durch andere Technologien möglich, welche ergänzend Erwähnung finden, jedoch nicht den Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit bilden.

Der Verfasser beschreibt zudem spezifische Bedürfnisse der stillen Alarmierung von Einsatzkräften im Haupt- und Ehrenamt. Der Bezug liegt dabei auf Feuerwehren sowie Einheiten des öffentlich-rechtlichen Rettungsdienstes und des Katastrophenschutzes.

Abstract

The present technical paper demonstrates current technical standards in relation to alerting of full-time and voluntary emergency services of the non-police security with digital alarm receivers. Digital radio signal receivers with integrated feedback systems are explicitly taken into account.

By comparing the different alerting technologies "TETRA standard" and the "POCSAG" protocol, an overview in terms of the state of the art including its advantages and disadvantages is given. The provision of a silent alarm with feedback function is optionally also possible using other technologies, which are also mentioned, but are not the focus of the present paper.

The author also describes the specific needs with respect to silent alerting of emergency services in full-time and volunteer positions. The paper is thereby referring to fire brigades and units of the public rescue service and disaster control.

Danksagung

Ein großer Dank gilt allen meinen Ansprechpartnern, die mir in Vorbereitung der Facharbeit mit ihrer Fachkompetenz zur Seite gestanden haben.

Besonders erwähnen möchte ich:

- Dr.-Ing. M.Sc. Dipl. -Ing. Dirk Schneider, Landesbranddirektor, Freistaat Sachsen
- Dipl.-Ing. (univ.) Karl-Heinz Schneider, Ltd. Stadtdirektor a. D., Leipzig
- Dipl.-Ing. Andre' Oldenburg, Branddirektion, Stuttgart
- Dipl.-Ing. Karsten Eck, Niederlassungsleiter, Fa. ComTech, Leipzig

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung.....	2
Aufgabenstellung.....	3
Gleichheitsgrundsatz.....	3
Kurzfassung.....	4
Abstract.....	4
Danksagung.....	5
1 Einleitung.....	8
2 Alarmierung der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr in Deutschland.....	8
2.1 Alarmierungsmöglichkeiten.....	8
2.2 Stille Alarmierung.....	9
2.3 Laute Alarmierung.....	9
3 BOS-Digitalfunk TETRA-Standard.....	9
3.1 Begriffe.....	10
3.2 Aufgabe.....	10
3.3 Aufbau.....	11
3.4 Wirkungsweise.....	11
3.5 Betriebsarten.....	12
3.5.1 Trunked Mode Operation.....	12
3.5.2 Direct Mode Operation.....	13
3.5.3 Datendienst „Alarmierung“.....	13
3.6 TETRA-Funkmeldeempfänger.....	14
3.7 Zusammenfassung Alarmierung TETRA-Standard.....	14
4 Digitale Alarmierung POCSAG-Protokoll.....	14
4.1 Begriffe.....	14
4.2 Aufgabe.....	14
4.3 Wirkungsweise.....	15
4.4 Aufbau.....	15
4.5 Technische Möglichkeiten zur Systemoptimierung.....	16
4.5.1 Die Multimaster®-Technologie.....	16
4.5.2 Die Multibaud-Technologie.....	16
4.5.3 Die Multifrequenz-Technologie.....	16
4.5.4 Systemlösung SIRIUS.....	16
4.5.5 Turbo-Digital-Alarmsystem.....	17
4.6 POCSAG-Funkmeldeempfänger.....	17
4.7 Zusammenfassung Alarmierung POCSAG-Protokoll.....	17
5 Datenübertragung über zusätzliche Systeme.....	17
5.1 Mobilfunk und internetbasierende Systeme.....	17
5.2 Zusammenfassung zusätzlicher Systeme.....	18

6	Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Alarmierungssysteme.....	19
6.1	TETRA-Standard.....	19
6.1.1	Vorteile TETRA-Standard.....	19
6.1.2	Nachteile TETRA-Standard.....	19
6.2	POCSAG-Protokoll.....	20
6.2.1	Vorteile POCSAG-Protokoll.....	20
6.2.2	Nachteile POCSAG-Protokoll.....	20
6.3	Mobilfunk und internetbasierende Systeme.....	20
6.3.1	Vorteile Mobilfunk und internetbasierende Kommunikationssysteme....	21
6.3.2	Nachteile Mobilfunk und internetbasierende Kommunikationssysteme... 21	
7	Stille Alarmierung ehrenamtlicher Einsatzkräfte.....	21
7.1	Alarmierung TETRA-Standard.....	22
7.2	Alarmierung POCSAG-Protokoll.....	22
7.3	Alarmierung Mobilfunk/internetbasierende Kommunikationssysteme....	22
8	Stille Alarmierung hauptamtlicher Einsatzkräfte.....	23
8.1	Alarmierung TETRA-Standard und POCSAG-Protokoll.....	23
8.2	Alarmierung Mobilfunk und weitere Systeme.....	24
9	Ergebnis innerhalb der Bundesrepublik Deutschland.....	24
10	Ergebnis außerhalb der Bundesrepublik Deutschland.....	25
10.1	Föderale Republik Schweiz.....	25
10.2	Republik Österreich.....	25
10.3	Republik Tschechien.....	26
11	Zusammenfassung und Ausblick.....	26
12	Numerisches Quellen- und Literaturverzeichnis.....	29
13	Anhang	
	Anhang I: Abbildungsverzeichnis.....	31
	Anhang II: Abkürzungsverzeichnis.....	32
	Anhang III: Verbreitungsgrad POCSAG-Protokoll in Deutschland.....	33
	Anhang IV: Funkversorgungskategorien.....	33
	Anhang V: Leistungsmerkmale TME/DME.....	34
	Anhang VI: Leistungsmerkmale TME/DME.....	35
	Anhang VII: Gegenüberstellung TETRA – POCSAG – Mobilfunk.....	36
	Anhang VIII: Datenrate Mobilfunkstandard.....	37

1 Einleitung

Im Hinblick auf die Wahrnehmung von Aufgaben der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) unterscheiden Legislative und Judikative explizit zwischen polizeilicher und nichtpolizeilicher Gefahrenabwehr.

Die nichtpolizeiliche Gefahrenabwehr umfasst den (abwehrenden) Brandschutz und die technische Hilfeleistung sowie die Notfallrettung und den Zivil- und Katastrophenschutz, der durch das Zusammenwirken von ehren- und hauptamtlichen Einsatzkräften in Feuerwehren und Hilfsorganisationen, wie zum Beispiel DRK, ASB, JUH, DLRG oder der Bundesanstalt Technisches Hilfswerk getragen wird [3].

Die nichtpolizeiliche Gefahrenabwehr hat sich eigene, nachvollziehbare Bemessungsgrundlagen und Kriterien (Schutzzieldefinition) geschaffen. So unterliegen beispielsweise Feuerwehren in der Bundesrepublik Deutschland standardisierten Qualitätskriterien wie Hilfsfrist, Funktionsstärken und weiteren Parametern, anhand derer Qualität und Güte der Gefahrenabwehr bemessen werden [22]. Der Einhaltung dieser Qualitätskriterien, hier insbesondere der Zielerreichung von Hilfsfristen, kommt eine wesentliche Bedeutung zu. Von essentieller Notwendigkeit hierfür ist der Vollzug einer wirkungsvollen und sicheren Alarmierung von Einsatzkräften mittels geeigneter Alarmierungssysteme.

In vorliegender Facharbeit werden daher die Technologien beschrieben, die aktuell von der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr zur Alarmierung von Einsatzkräften verwendet werden. Eine besondere Berücksichtigung findet die Rückmeldefunktion digitaler Funkmeldeempfänger unter Differenzierung von Einsatzkräften im Haupt- und Ehrenamt.

2 Alarmierung der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr in Deutschland

Die Gefahrenabwehr in der Bundesrepublik Deutschland unterliegt besonderen hoheitlichen Aufgaben. Zur Aufgabenwahrnehmung „Alarmierung“ greifen die Behörden mit Sicherheitsaufgaben auf eigene, für sie konzipierte Fernmeldenetze, beziehungsweise andere technische Möglichkeiten zurück [2].

2.1 Alarmierungsmöglichkeiten

Die Alarmierung von haupt- und ehrenamtlichen Kräften unterscheidet sich in Folge unterschiedlicher Anforderungen. Im Hauptamt erfolgt die Besetzung der taktischen Einheiten rund um die Uhr, in Dienstgebäuden entsprechend der örtlichen Zuständigkeiten. Die Dienstleistenden im Ehrenamt hingegen unterliegen dem einsatzspezifischen Abruf in ihrem privaten oder beruflichen Umfeld. Sie müssen im Einsatzfall zuverlässig, schnell, gebietsbezogen und flächendeckend alarmiert werden können. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass ohne schnelle und zuverlässige Alarmierung der sichere und zielführende Einsatz von Kräften nicht möglich ist.

2.2 Stille Alarmierung

Alarmierungseinrichtungen dienen der Verständigung von Einsatzkräften zur Gefahrenabwehr oder der Warnung von Personen [18]. Der stille Alarm wird in dieser Facharbeit als Einsatzübermittlung von einer alarmierenden Stelle, systemabhängig über digitale Funkmeldeempfänger definiert.

Basis hierfür sind verschiedene Übertragungstechniken, wie der BOS-Digitalfunk (TETRA-Funknetz), das POCSAG-Protokoll (70-Zentimeter- oder 2-Meter-Alarmierungsnetz BOS) oder Mobilfunklösungen (GSM, UMTS, LTE). Die genannten Funkübertragungssysteme sind bei entsprechender technischer Ausführung in der Lage, Rückmeldefunktionen anzubieten, wodurch an die alarmierende Stelle oder die Einheitsführer wichtige Informationen übermittelt werden können.

2.3 Laute Alarmierung

Die laute Alarmierung ist an dieser Stelle nur aus Gründen der Vollständigkeit aufgeführt, da diese nicht Thema beziehungsweise Aufgabenstellung der vorliegenden Arbeit ist. Somit erfolgt mit Ausnahme der nachstehenden Kurzübersicht keine weitere Betrachtung.

Die laute Alarmierung wird im Regelfall für die Öffentlichkeit, akustisch wahrnehmbar durch diverse technische Systemlösungen umgesetzt, beispielsweise über elektro-mechanische oder elektronisch wirkende Sirenen. Diese können auch gleichzeitig zur Warnung der Bevölkerung im Katastrophen-, Zivilschutz- oder Verteidigungsfall eingesetzt werden [17]. In Dienstgebäuden werden zudem Wachalarmsysteme verwendet, um Informationen an die Einsatzkräfte innerhalb eines geringen Zeitfensters zu vermitteln.

3 BOS-Digitalfunk TETRA-Standard

Bund und Länder haben sich darauf verständigt, ein bundesweit einheitliches, digitales Sprech- und Datenfunksystem für Behörden mit Sicherheitsaufgaben zu errichten. Das System des Digitalfunks wird als Terrestrial Trunked Radio (TETRA) bezeichnet [2].

Der TETRA-Standard konnte sich in Europa als Basis für die Funknetze der jeweiligen Sicherheitsbehörden vor allem deshalb durchsetzen, weil er speziell auf Grundlage der spezifischen Anforderungen der einzelnen Organisationen entwickelt wurde und somit die besonderen Anforderungen der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben erfüllt [2].

Die Leistungsmerkmale des BOS-Digitalfunks ermöglichen unter anderem die Alarmierung von Einsatzkräften und das Versenden von Textnachrichten, zusätzlich verfügt das System über technische Möglichkeiten, Informationen an den Absender zurück zu senden [2].

3.1 Begriffe

Terrestrial Trunked Radio (TETRA) ist ein Bündelfunkstandard. Dieser ermöglicht es, Universalnetze für BOS und andere Betreiber in der Bundesrepublik Deutschland aufzubauen. TETRA wird im Frequenzband 380 bis 410 MHz mit einer Bandbreite von 25 kHz betrieben. Dieses Bündelfunksystem ermöglicht eine automatische Zuweisung vorhandener Ressourcen nach Bedarf und Auslastung auf verschiedene Nutzer [21].

Der Begriff „terrestrischer Funk“ beinhaltet die erdgebundene (terrestrische) Kommunikation über Mastantennen und Funktürme. Mittels dieser Technologie können u. a. Reichweiten vergrößert werden, indem Funkmasten, Standleitungen und Richtfunkstrecken zusammengeschaltet werden. Auf diese Weise werden die Erfordernisse einer flächendeckenden Funkversorgung in einem Funkversorgungsgebiet erreicht und gleichermaßen konfiguriert [21].

Der Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) unterliegt Mindestanforderungen an die Netzqualität, mit dem Ziel, gewünschte Leistungsmerkmale zu erfüllen. Der Bund hat ein Rumpfnetz mit Grundversorgung an die Länder übergeben [2].

Das Rumpfnetz kann individuell in die Ausbaustufen GAN 1 bis GAN 4 erweitert werden. Die Grundanforderung an das Digitalfunknetz (GAN) sind in fünf Ausbaustufen gegliedert (Anhang IV). Das BOS-Digitalfunknetz umfasst in etwa 4700 Basisstationen in Deutschland, wobei die Ausbaustufen in den 16 Bundesländern individuell ausgebildet sind [2].

Das Netz der BOS im TETRA-Standard wird nicht öffentlich betrieben [7].

3.2 Aufgabe

Der BOS-Digitalfunk ist speziell auf die Anforderungen der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben ausgerichtet. Das BOS-Digitalfunknetz vereint und vereinheitlicht bundesweit die Kommunikation aller Behörden mit Sicherheitsaufgaben [2].

Die Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden mit Sicherheitsaufgaben (BDBOS) hat auf Grundlage des BDBOS-Gesetzes die Aufgabe, den Digitalfunk BOS aufzubauen, zu betreiben und dessen Funktionsfähigkeit sicher zu stellen [2].

Hierfür wurde das Funknetz zur Übertragung von Fernwirksignalen und Daten auf dafür eigens bestimmten Frequenzen innerhalb eines bestimmten Gebietes errichtet. Es dient der Kommunikation, der Alarmierung von Einsatzkräften, der Auswertung von Quittierungen und zu Fernwirkzwecken, insbesondere zur Steuerung von Sirenen [4].

3.3 Aufbau

Das TETRA-Funknetz ist ein in Funkzellen gegliedertes Netz (Abbildung 1). Das bedeutet, dass durch Vermittlung zwischen mehreren Zellen eine Gesprächsweitergabe im gesamten Netz erfolgt.

Ein automatischer Zellwechsel während eines Funkrufes ist hier genauso möglich, wie in einem Mobilfunknetz. Die Nutzung der Funkzellen wird auf Verbindungsebene geregelt. Das TETRA-Funknetz bedarf somit Nutzungsberechtigungen und Nutzungsausschlüsse für einen sicheren Betrieb. Des Weiteren besteht die Möglichkeit der Zusammenschaltung von Benutzergruppen und Benutzerfunktionen. Eine Luftschnittstelle liefert den Zugriff auf die Funkgeräte der BOS. Dieser Netzmodus wird als „Trunked Mode“ (vermittelter Modus) bezeichnet [2].

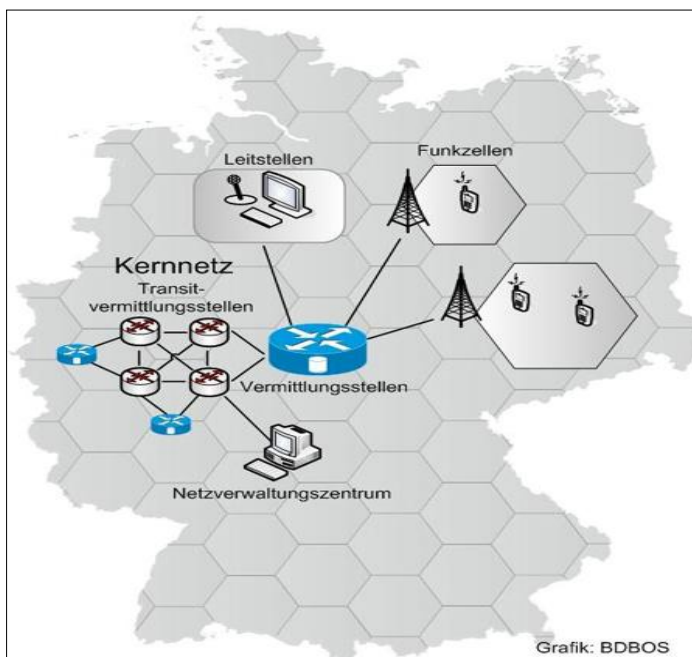


Abbildung 1: Schema TETRA Funknetz (Quelle BDBOS)

3.4 Wirkungsweise

Der Digitalfunk sendet und empfängt digitale Signale über das Zeitschlitzverfahren. Die Organisationen funken in verschiedenen Gruppen auf den vorgegebenen BOS-Frequenzen. Diese sind die Hochfrequenzträger von jeweils vier Zeitschlitzten (Abbildung 2).

Der erste Zeitschlitz der ersten Trägerfrequenz einer Basisstation dient als Organisationskanal und regelt die Datenkommunikationsdienste. Somit besteht die Möglichkeit mehrere Organisationskanäle auf diese Träger zu installieren. Die Versendung von Kurznachrichtendaten (Alarmierung von Einsatzkräften/Rückmeldefunktion) erfolgt im Organisationskanal. Im Bedarfsfall werden die anderen Zeitschlitzte automatisch den verschiedenen BOS-Gruppen zugeteilt und somit effektiv ausgelastet [8].

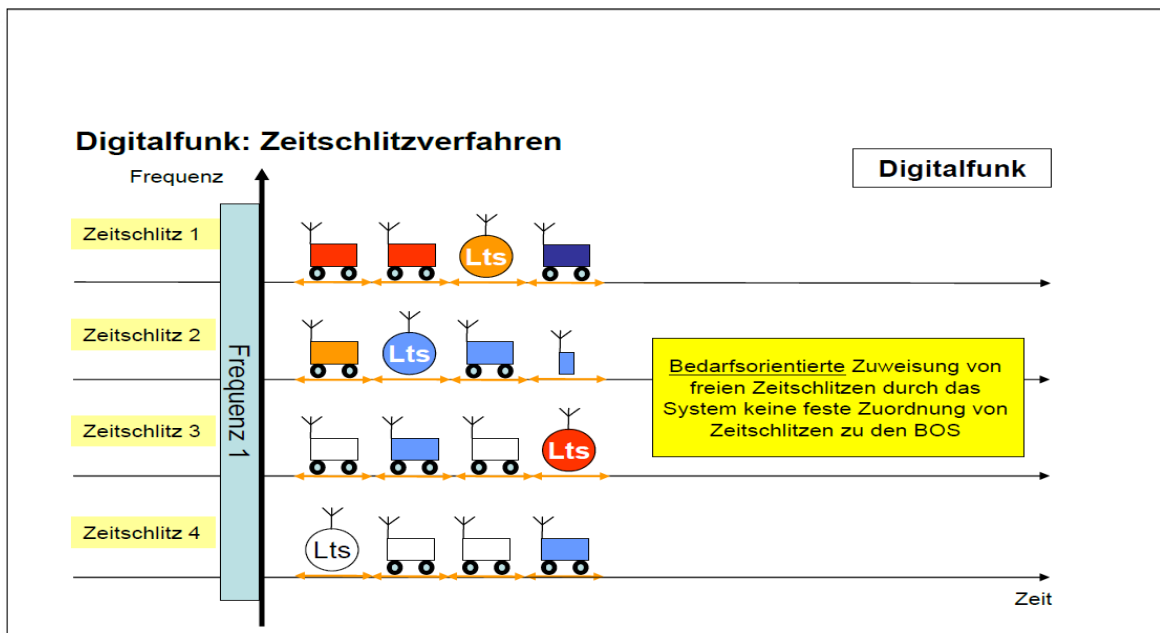


Abbildung 2: Zeitschlitzverfahren (Quelle NABK Niedersachsen)

3.5 Betriebsarten

Im BOS-Digitalfunk existieren zwei Betriebsarten, die „Trunked Mode Operation“ (TMO) und die „Direct Mode Operation“ (DMO).

3.5.1 Trunked Mode Operation

Die Betriebsart „Trunked Mode Operation“ (TMO) ist der Standardbetrieb im TETRA-Netz, mit der die Endteilnehmer miteinander kommunizieren können. Die Kommunikation kann zwischen zwei oder mehreren Endgeräten über das Funknetz erfolgen. Mit dem Einschalten des Funkgerätes „wählt“ dieses sich in das TETRA-Funknetz ein, es wird registriert und verwaltet. Der Teilnehmer mit einem Verbindungswunsch wählt im TETRA-Funknetz die notwendige Rufart (Einzel-/Gruppenruf) aus. Mit dieser Auswahl und der nachfolgenden Aktivierung (z. B. Drücken der Sendetaste) ist die Verbindung über die verschiedenen Vermittlungsstationen zum gewünschten Teilnehmer oder der Gruppe möglich [9].

In der TMO-Betriebsart existieren die Einzelverbindung zwischen zwei Kommunikationspartnern und die Verbindung mit einer Gruppe. Der Einzelruf arbeitet im Halbduplex- oder Duplexruf (Telefonmodus). Der Gruppenruf arbeitet im Halbduplex (Wechselsprechen). In dieser Betriebsart werden bestimmte Gruppen, beispielsweise für den Einsatz bei Feuer oder Notfällen, angesprochen [9].

Die Alarmierung von Einsatzkräften erfolgt im TETRA-Standard als Kurznachrichtendienst, der als Short Data Service (SDS) bezeichnet wird. Dieser Dienst umfasst die Versendung von taktischen Statusnachrichten (Status) und Kurzdatennachrichten (SDS). Solche können sowohl teilnehmerindividuell, als auch gruppenadressiert an die Einsatzkräfte versendet werden [9].

Eine Kurzdatennachricht kann verschiedene Dateninhalte transportieren. Auf diese Weise können Textnachrichten, Positionsdaten oder Alarmierungsnachrichten übertragen werden. Die Übertragung erfolgt „Ende-zu-Ende“ verschlüsselt. Längere Text- oder Alarmierungsnachrichten können aufgeteilt auf mehrere Einzelnachrichten versendet werden. Im Endgerät des Empfängers werden sie wieder zu einer Nachricht zusammengesetzt [2].

3.5.2 Direct Mode Operation

Diese Betriebsart ist nicht geeignet, Einsatzkräfte über eine zentrale Stelle zu alarmieren. In der Betriebsart Direct Mode Operation (DMO) können zwei Endgeräte direkt miteinander kommunizieren, als einzelner Direktruf oder auch mehrere Endgeräte im Gruppenruf. In diesem Modus wird das TETRA-Funknetz nicht verwendet. Im DMO übernimmt ein einzelnes Endgerät die Vermittlungsfunktionen zwischen den Teilnehmern [9].

3.5.3 Datendienst „Alarmierung“

Der Datendienst „Alarmierung“ dient der zuverlässigen Benachrichtigung von Teilnehmern über einen Gefahrenabwehrfall (Einsatz), auf den sie reagieren sollen. Eine Alarmierung wird von einer berechtigten Stelle ausgelöst und damit auf Endgeräte der Einsatzkräfte in der Dienststelle, am Arbeitsplatz oder zu Hause übermittelt. Die Berechtigung „auslösende Stelle“ wird durch Bund und Länder organisationsspezifisch geregelt. Die auslösende Stelle („Alarmgeber“) gewinnt durch die Anforderung und Auswertung von Quittierungen einen Überblick über die verfügbaren Ressourcen (Rückmeldefunktion) für den aktuellen Vorfall (Einsatz). Grundsätzlich erfolgt eine Alarmierung im Digitalfunk BOS über die Leitstellenschnittstelle (Abbildung 3). Im Ausnahmefall kann eine Alarmierung über die Luftschnittstelle der berechtigten Stelle (durch ein besonders berechtigtes Endgerät) erfolgen [1].

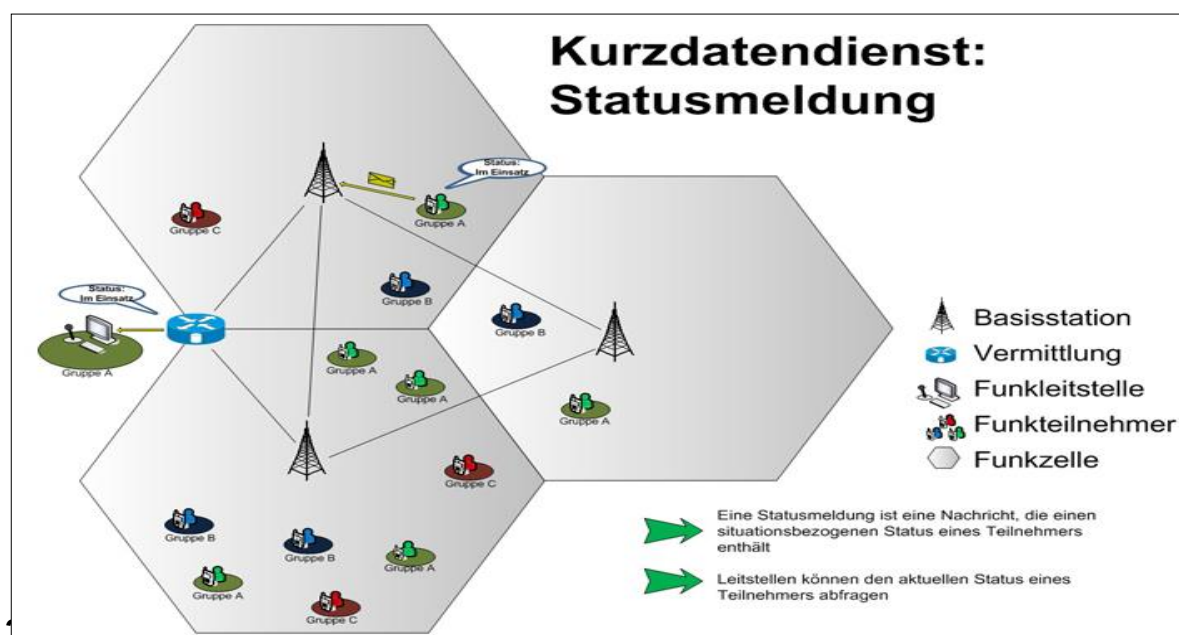


Abbildung 3: Funktionsweise Kurzdatendienst Status / SDS (Quelle BDBOS)

Funkmeldeempfänger zum Empfang des TETRA-Standards werden als digitale Funkmeldeempfänger (TME) bezeichnet. Diese sind tragbare Geräte zur Alarmierung von Einsatzkräften. Im TETRA-Standard erfolgt die Adressierung über eine ISSI (Individual Short Subscriber Identity). Diese ist eine eindeutige Berechtigungsnummer für ein Empfangs- und Sendegerät, vergleichbar mit einer zugewiesenen Telefonnummer. Der TETRA-Funkmeldeempfänger (TME) ist in der Lage, Textmeldungen zu empfangen sowie einfache Rückmeldeinformationen an den Absender zu versenden, beispielsweise „komme“ oder „komme nicht“ [16].

3.7 Zusammenfassung Alarmierung TETRA-Standard

Der Bund und die Länder betreiben das TETRA-BOS-Digitalfunknetz. Die Nutzung des Datendienstes „Alarmierung“ über den TETRA-Standard bedarf der Ausbaustufe GAN 4. Der flächendeckende Ausbau des TETRA-Standards ist im gesamten Gebiet der Bundesrepublik Deutschland möglich. Dieser wird aus Kostengründen für die Erhaltung der Netzstruktur, dem weiteren Ausbau der Netzstruktur, für die Organisation sowie Wartung und die Pflegekosten allerdings unterschiedlich angewendet [15].

4 Digitale Alarmierung POCSAG-Protokoll

Die digitale Alarmierung über das POCSAG-Protokoll erfolgt im 70-Zentimeter-BOS-Band beziehungsweise im 2-Meter-BOS-Band. Dieses Alarmierungsverfahren ist ein standardisiertes Übertragungsverfahren mit unabhängiger Netzstruktur und zusammen mit verschiedenen Textschlüsselverfahren ein Alarmierungssystem der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr [11].

4.1 Begriffe

Das POCSAG-Protokoll ist ein Funkrufdienst, der ursprünglich von der britischen Post Office Code Standardisation Advisory Group (POCSAG) entwickelt wurde. Die technische Bezeichnung lautet Radio Paging Code No. 1 Rec 548 [11].

4.2 Aufgabe

Das POCSAG-Protokoll übermittelt über Funkwellen Textnachrichten (maximal 240 Zeichen). Das POCSAG-Protokoll wird in der Bundesrepublik Deutschland auch für öffentliche Funkdienste verwendet, beispielsweise City Ruf oder Euromessage. Die Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben in Deutschland nutzen den nichtöffentlichen Teil dieses Netzes auf Grundlage der Technischen Richtlinie BOS. In Ländern wie Österreich, der Schweiz oder Frankreich nutzen Behörden mit Sicherheitsaufgaben dieses standardisierte Übertragungsverfahren ebenfalls zur Alarmierung ihrer Einsatzkräfte seit 1990 [11].

4.3 Wirkungsweise

Das POCSAG-Protokoll ist ein einseitig gerichtetes Übertragungsprotokoll ohne Rückinformation an den Absender. Das System sendet verschlüsselte oder unverschlüsselte Informationen an die Empfänger [11].

Durch ein Übertragungsprotokoll wird sichergestellt, dass in einem Alarmierungsnetz die digitalen Funkmeldeempfänger unabhängig vom Fabrikat des Herstellers der Netzkomponenten uneingeschränkt betrieben werden können [10].

Der in der Abbildung 4 dargestellte Prozessablauf beginnt mit der Einsatzöffnung in der Leitstelle über ein Alarmstichwort. Das Einsatzleitsystem schlägt gemäß einer gültigen Alarm- und Ausrückeordnung einen Kräfte- und Mittelansatz vor. Der Alarmierungsalgorithmus wird über das Einsatzleitsystem auf einen digitalen Alarmgeber (DAG) gesendet. Dieser leitet die Informationen zum digitalen Alarmumsetzer (DAU) weiter. In weiterer Folge werden die Nachrichten zum digitalen Funkmeldeempfänger (DME) gesendet.

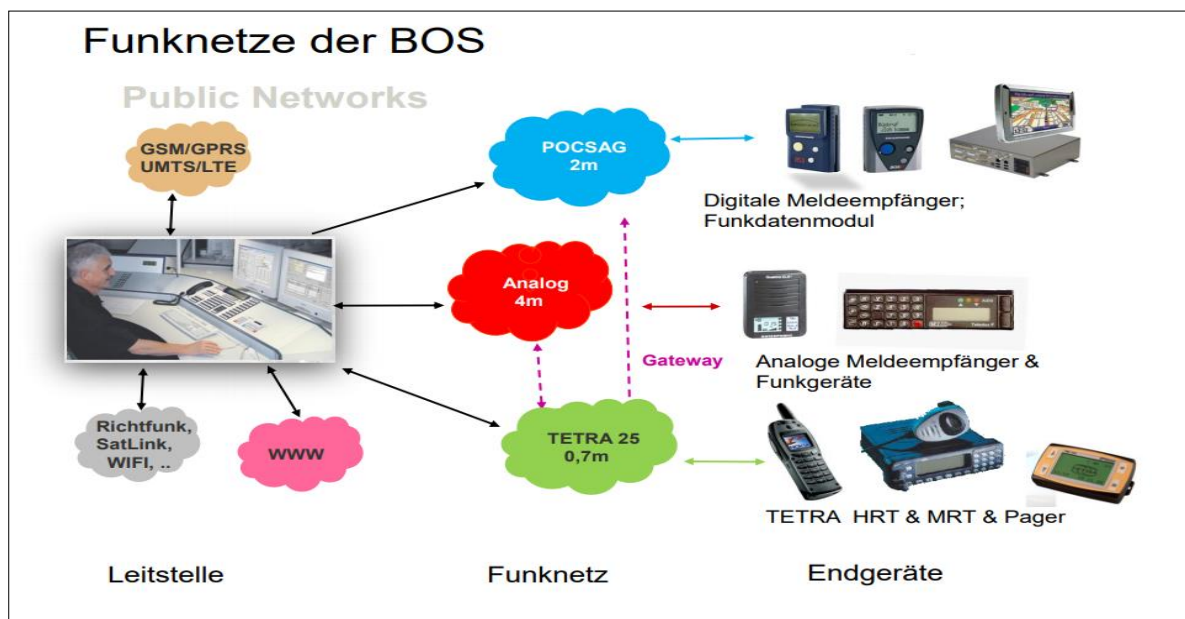


Abbildung 4: Darstellung des Funknetzes der BOS, (Quelle Swissphone)

4.4 Aufbau

Der Aufbau des Alarmierungsnetzes richtet sich nach Art und Umfang der benötigten Leistungsparameter. Diese werden auf die örtlichen Bedingungen angepasst, beispielsweise in Bezug auf geografische Besonderheiten, wie Berge, Funkschatten und Reflektion. Die jeweils erforderliche Netzstruktur (Anzahl der Basisstationen) wird analysiert, berechnet und umgesetzt. Sie wird auf der Grundlage der jeweilig gültigen Gesetze durch Bund, Länder und fortfolgende Gebietskörperschaften errichtet und unterhalten [4].

Die Teilnehmer am nichtöffentlichen Funkverkehr der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr nach BOS müssen einen Antrag zur Nutzung von Frequenzen des BOS-Funks stellen. Die Frequenzen dafür werden von der Bundesnetzagentur im Auftrag der BDBOS vergeben [4].

4.5 Technische Möglichkeiten zur Systemoptimierung

Die Ansprüche an eine effiziente Alarmierung steigen ständig. In dessen Folge entwickelt die Industrie Systemlösungen, um den gestellten Anforderungen gerecht zu werden, beispielhaft sind Netzabdeckung und Übertragungsgeschwindigkeit genannt. Die nachfolgend beschriebenen Technologien sind ein Auszug der derzeit aktuellen technischen Lösungen zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit des POCSAG-Protokolls.

4.5.1 Die Multimaster-Technologie¹

Die Multimaster®-Technologie basiert auf einer hochsynchronen Mehrfacheinspeisung des POCSAG-Protokolls in das Funknetz. Die Anzahl der Master-Stationen (DAU) wird flexibel erweitert und an das zu versorgende Gebiet angepasst [12].

4.5.2 Die Multibaud-Technologie²

Die Multibaud-Technologie ermöglicht eine schnellere und flexiblere Verteilung der POCSAG-Alarmaufträge von einem oder mehreren Master-DAU in das Funknetz [12].

4.5.3 Die Multifrequenz-Technologie³

Die Multifrequenz-Technologie wird zur Ertüchtigung älterer Netze benötigt. Die bestehende Baudrate von 512 wird auf 1200 Baud migriert. Vorhandene Funkmeldeempfänger können somit im Bestand bleiben, neuere Modelle sind somit über dieses System nutzbar [12].

4.5.4 Systemlösung SIRIUS⁴

Die Systemlösung SIRIUS basiert auf der Verteilung von Aufgaben innerhalb eines Netzwerkes (Client-Server-Architektur). Dadurch kann eine sequenzierte Aussendung mit unterschiedlichen Baudraten zur Integration vorhandener älterer Infrastrukturen erfolgen [14].

¹ Erweiterung Netzstruktur

² Erhöhung der Übertragungsgeschwindigkeit

³ Erhaltung der Netzversorgung

⁴ Erhöhung Übertragungsrate / Nutzung Altstrukturen

4.5.5 Turbo-Digital-Alarmsystem⁵

Die Systemplattform kann flexibel auf die Ansprüche der BOS-Nutzer angepasst werden. Das System nutzt unter anderen die Verknüpfung mit weiteren Netzwerken mittels IP-Backbone-Technologie [13]. Die IP-Backbone-Technologie ist ein leistungsstarkes überregionales Datenhintergrundnetz mit immenser Bandbreite, das kleinere regionale Datennetze bei der Erweiterung ihrer Leistungsfähigkeit unterstützt [21]. Dadurch kann die Datenübertragungsgeschwindigkeit von Alarmgeber zu den Alarmumsetzern von 512 auf bis zu 9600 Baud gesteigert werden [13].

4.6 POCSAG-Funkmeldeempfänger

Funkmeldeempfänger zum Empfang des POCSAG-Protokolls werden als digitale Funkmeldeempfänger (DME) bezeichnet. Die Zuordnung von Daten im POCSAG-Protokoll erfolgt über einen Radio Identification Code (RIC). Somit können einzelne Adressen oder Gruppen informiert werden [11].

Inwieweit eine hinterlegte Sprach- oder Textmeldung oder ein von der Leitstelle versendeter Freitext ausgegeben wird, ist abhängig von der Baustufe des DME. Geräte der Baustufe I (DME I) haben lediglich hinterlegte Schlüsselwörter, DME-II-Geräte können Freitexte empfangen und anzeigen. Die maximale Ausbaustufe bietet ein DME-III-Gerät, das den empfangenen Text mit Hilfe eines im Gerät hinterlegten Lexikons in Sprache umwandelt und akustisch wiedergibt. Die neueste Entwicklung ist ein Duo-Gerät, das den Text vorliest und zusätzlich im Display anzeigt. Individuallösungen die in den DME implementiert sind, ermöglichen die Rückmeldefunktion an den Absender, beispielsweise über GSM und WLAN [10].

4.7 Zusammenfassung Alarmierung POCSAG-Protokoll

Das einseitige Übertragungsprotokoll POCSAG hat sich in zwölf Bundesländern etabliert (Anhang III). Dieses Alarmierungsverfahren ist ein standardisiertes Übertragungsverfahren mit unabhängiger Netzstruktur. Die Entscheidungsgründe für diese Systemlösung liegen in einer eigenen Netzstruktur, einer effektiveren Gebäudedurchdringung und erweiterbaren Leistungsmerkmalen des Systems, wie beispielsweise die Rückübermittlung von Informationen des Empfängers an die alarmierende Stelle bzw. Einheitsführer mittels Funkmeldeempfängern [21].

5 Datenübertragung über zusätzliche Systeme

5.1 Mobilfunk und internetbasierende Systeme

Mobilfunk ist die Sammelbezeichnung für den Betrieb von beweglichen Funkgeräten. Im Mobilfunk werden hochfrequente elektromagnetische Felder für die drahtlose Übertragung von Sprache und Daten genutzt (Abbildung 5) [23].

⁵ Erhöhung der Übertragungsgeschwindigkeit

Diese Systeme sind in der Lage über Applikationen Alarmmeldungen auf Mobiltelefone (Smartphones) zu übertragen. Sie können zudem zur Datenübertragung für ein Monitoring der Einsatzkräfte oder einer Inhouse-Funkversorgung eingesetzt werden. Die Alarmierungssysteme über Mobilfunk weisen eine vollständige Verfügbarkeit des Leistungsmerkmals Rückmeldefunktion auf [6]. Die Entwicklung weiterer technischer Merkmale ist an den Ausbau der Infrastruktur, der Übertragungsgeschwindigkeiten, der Bandbreiten und das Datenvolumen geknüpft. Die Mobilfunkstandards unterliegen einer ständigen Anpassung an den Stand der Technik. Im Anhang VIII wird beispielhaft die rasante Erhöhung von Datengeschwindigkeitsraten zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Systeme angezeigt.

Mobilfunktechnologien sind in der Lage das POCASAG-Protokoll zu optimieren, beispielsweise mittels Aktivierung der Rückmeldefunktion bei Funkmeldeempfängern. Das bedeutet, dass der Empfänger über das POCASAG-Protokoll seinen Einsatzauftrag erhält, aber nur über eine im Funkmeldeempfänger verbaute Mobilfunklösung Informationen an die alarmauslösende Stelle oder die Einheitsführer zurücksenden kann.



Abbildung 5: Mobilfunkzellen (Quelle Elektronik Kompendium)

5.2 Zusammenfassung zusätzliche Systeme

Mobilfunk und internetbasierende Kommunikationssysteme sind Alternativen zur Alarmierung von Einsatzkräften der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr. Sie werden zur Erweiterung von Leistungsmerkmalen für das POCASAG-Protokoll genutzt und sind an dieser Stelle unverzichtbar. Sie können die bestehenden Alarmierungsstrukturen aber nicht ersetzen. Das heißt, die bestehende Alarminfrastruktur muss weiter erhalten, betrieben und optimiert werden (Infrastruktur, Funkmeldeempfänger, Organisation, Datenschutz) [6].

6 Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Alarmierungssysteme

6.1 TETRA-Standard

Der BOS-Funk wurde von Bund und Ländern auf Grundlage vertraglicher Vereinbarungen errichtet und wird durch diese weiter unterhalten. Das Rumpfnetz hat aktuell einen Versorgungsgrad von 99,2 %. Mit Übergabe dieses Rumpfnetzes GAN 0 vom Bund an die Länder obliegt diesen der weitere Ausbau (vollumfängliche Nutzung aller Leistungsmerkmale) [1].

6.1.1 Vorteile TETRA-Standard

Die Vorteile liegen in der Einheitlichkeit des Systems von Bund und Ländern begründet, einschließlich der Abhörsicherheit, die ein zwingend gefordertes BOS-Leistungsmerkmal ist. Das System wird kontinuierlich von autorisierten Stellen überwacht. Durch die BDBOS erfolgt ein Störungs- und Fehlermanagement des Zugangsnetzes und der Infrastruktur (Standorte der Basisstationen). Zudem erfolgt über die BDBOS gegenüber Dritten die operative Steuerung. Dieser Standard bietet darüber hinaus den Vorteil organisationsübergreifender Funkkommunikation (Gruppen- und Einzelruf, Notrufdienst, Telefonie) sowie die Alarmierungen von Einheiten und die Nutzung von Kurzdatendiensten [15].

Das Bundesland Hessen hat weitere Kriterien zur Entscheidung für den TETRA-Standard berücksichtigt, wie zum Beispiel ein flächendeckender Rahmenvertrag zum Standortmanagement, eine zentrale Funknetz- und Infrastrukturplanung sowie die zentralen Supportmöglichkeiten [20].

6.1.2 Nachteile TETRA-Standard

An erster Stelle sind die hohen Anschaffungskosten für das Rumpfnetz und die Folgekosten für den Betrieb und den Ausbau der Netzstruktur zu nennen. Die Netzerweiterung unterliegt langen Wartezeiten, da die benötigten Ausbaustufen vorab untersucht, geplant und errichtet werden müssen. Zudem teilen sich derzeit lediglich zwei Anbieter den Markt, so dass eine Herstellervielfalt, wie etwa beim POCSA-Protokoll, nicht gegeben ist. Des Weiteren sind Wartungen und Reparaturen nur in den Werkstätten der Hersteller erlaubt. Softwareupdates unterliegen regelmäßigen Intervallen, wobei die Updates der Endgeräte aktuell nur mit einem hohen personellen, also finanziellen Aufwand, umzusetzen sind [16].

TETRA-Funkmeldeempfänger (TME) sind in der Beschaffung gegenüber digitalen Meldeempfängern POCSAG-Protokoll (DME) kostenintensiver. Der TETRA-Standard ist ein auf Sprechfunk- und Datenübertragung ausgerichtetes System. Einsparungen im Netzausbau sind immer mit einer Minimierung der Leistungsfähigkeit verbunden, beispielsweise mit der Erreichbarkeit in Gebäuden. Eine zielführende Alarmierung über TETRA-Standard ist nach den derzeitigen Erkenntnissen erst mit dem Ausbau der Versorgungsstufe GAN 4 verbunden [16].

6.2 POCSAG-Protokoll

Das POCSAG-Protokoll stellt eine Alternative zur Alarmierung von Einsatzkräften außerhalb des Digitalfunks BOS dar.

6.2.1 Vorteile POCSAG-Protokoll

Die Errichtung einer eigenen Netzstruktur und die damit verbundene unabhängige Entscheidungsgewalt, beispielsweise sensible Bereiche auszubauen beziehungsweise zu ertüchtigen, sind ein wesentlicher Vorteil. Die Netzabdeckung ist auf Grund eines niedrigen Frequenzbedarfes effektiver und einfacher realisierbar (Standortanzahl/-kosten). Die Gebäudedurchdringung ist durch den niedrigeren Frequenzbedarf höher als im TETRA-Standard.

Digitale Funkmeldeempfänger (DME) können Leistungsmerkmale aufweisen, wie zum Beispiel die Übertragung von Standortanzeigen, die Positionsdatenübertragung und als besonderes Merkmal die Rückmeldefunktion sowie das Monitoring der Einsatzkräfte (für eine aktive Einsatzplanung in Echtzeit). Zudem können Alarmtexte über verschiedene Technologien verschlüsselt werden. Die Anschaffung von POCSAG-Funkmeldeempfängern ist infolge einer höheren gegebenen Produktvielfalt im Vergleich zu TETRA-Funkmeldeempfängern und des gegebenen Wettbewerbsdruckes der unterschiedlichen Hersteller kostengünstiger. Hieraus resultiert ein finanzieller Vorteil für den Endverbraucher bzw. die beschaffenden Dienststellen. Anders als beim TETRA-Standard können Funkmeldeempfänger über Fernwartungsmodule gewartet und programmiert werden [21].

6.2.2 Nachteile POCSAG-Protokoll

Die Kosten zur Anschaffung der eigenen Netzstruktur belasten die Gebietskörperschaften finanziell. Zudem entstehen Kosten für eine permanente Überwachung der Netzinfrastruktur. Die anfallenden Kosten für Wartung, Pflege und Betriebskosten (Strom, Miete, etc.) sind bedeutsam. Das POCSAG-Protokoll kann nur einseitig verschickt werden, für Rückmeldeinformationen oder andere Datenübertragungen an den Absender bedarf es zusätzlicher Technologien. Die datenschutzkonforme Alarmierung („Ende zu Ende“-Verschlüsselung) bedarf eines weiteren technischen Aufwands [21].

6.3 Mobilfunk und internetbasierende Systeme

Seit einigen Jahren ist die Tendenz erkennbar, dass Netze für die digitale Alarmierung nicht flächendeckend ausgebildet werden. Als Gründe für die nicht hundertprozentige Versorgung, werden unterschiedliche Faktoren genannt, beispielsweise die Ausbaustufe des BOS-Funknetzes, minimierte Sende- und Empfangsleistungen durch geografische Besonderheiten oder Störungen der Übertragungswege durch

Bebauungen. Die Anwendung von Mobilfunktechnologien erweitern die Möglichkeiten zur Alarmierung von Einsatzkräften. Zudem sind sie in der Lage, bestehende Systeme zu optimieren.

6.3.1 Vorteile Mobilfunk und internetbasierende Kommunikationssysteme

Die Vorteile dieser Technologien liegen in der fremden Netzstruktur, durch die den Gebietskörperschaften keine Kosten für die Errichtung und den Ausbau sowie für Reparatur und Wartung entstehen. Die Alarmierung erfolgt in der Regel auf privaten Smartphones der Einsatzkräfte, somit entfallen auch die Anschaffungskosten für Funkmeldeempfänger. Leistungsmerkmale sind die Rückmeldeinformationen, die Übertragung von Informationen auf interne Plattformen in Dienstgebäuden sowie die Übertragung von Positionsdaten. Das Leistungsmerkmal „Funkversorgung in Gebäuden“ kann über die Applikation WLAN sichergestellt werden [6].

6.3.2 Nachteile Mobilfunk und internetbasierende Kommunikationssysteme

Mobilfunk und internetbasierende Kommunikationssysteme unterliegen den gleichen Auflagen in Bezug auf Datenschutz, Verschlüsselung und Ausfallsicherheit. Somit sind diese von den Rahmenbedingungen, der Gebietsabdeckung und der Verfügbarkeit des Anbieters abhängig.

Im Ergebnis der Auswertung zeigt sich, dass sich die Rahmenbedingungen zur Alarmierung anders als bei den klassischen Alarmierungssystemen darstellen. Die Kommunikationskomponenten, beispielsweise das Telekommunikationsnetz oder Systemkomponenten der Betreiber und Servicedienste in Cloudlösungen, unterliegen nicht der unmittelbaren Verfügungsgewalt des Nutzers der Anwenderprogramme (App) oder der von ihm zu nutzenden Infrastruktur. Spezifische Anwenderprogramme sind urheberrechtlich (Lizenzpflicht) geschützt und meist nur auf einem System verwendbar (proprietär). Häufig sind diese nur bedingt kompatibel mit der Infrastruktur und der Hard- oder Software anderer Hersteller. Weiterhin ist zu beachten, dass bei Nutzung dieser Dienste immer Gebühren anfallen [6,21].

Im Falle von extremen Unwetterereignissen, großflächigen und langanhaltenden Stromausfällen oder einfachen technischen Wartungsarbeiten sowie Störungen in der Kommunikationsstruktur des Netzbetreibers kann es zu Ausfällen kommen. Insofern gelten diese Systeme als nichtausfallsicher und bedürfen bei Implementierung in das bestehende Alarmierungsnetz eines gesonderten Sicherheitssystems [6].

7 Stille Alarmierung ehrenamtlicher Einsatzkräfte

Die Anzahl der Einsatzkräfte von Feuerwehr, Hilfsorganisationen und dem Technischen Hilfswerk in Deutschland liegt bei etwa 1,3 Millionen Helfern. Davon entfallen 95 % auf die ehrenamtlich Tätigen. Der restliche Anteil wird von hauptamtlichen Kräften präsentiert. Das bedeutet, das Spektrum der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr wird zu einem Großteil von ehrenamtlichen Kräften abgesichert.

Sie unterliegen für die Alarm- bzw. Einsatzverfolgung einem ständigen Abruf aus ihrem privaten bzw. beruflichen Umfeld. Im Umkehrschluss bedeutet das, dass 95 % der Einsatzkräfte über Funkmeldeempfänger zum Einsatz gerufen werden [27].

Im Zuge des demografischen Wandels, der Aussetzung der Wehrpflicht bzw. dem Wehersatzdienst im Katastrophenschutz oder den wirtschaftlichen Anpassungen im Rahmen der Globalisierung, wird es erfahrungsgemäß immer schwieriger, die Personaleinsatzstärken zu halten. Zusätzliche Herausforderungen bereiten auch die zunehmende Arbeitsbelastung der ehrenamtlich Dienstleistenden und die nachlassende Bereitschaft der Arbeitgeber, ihre Mitarbeiter trotz eindeutig geregelter gesetzlicher Vorgaben freizustellen. Die Alarmierung über Funkmeldeempfänger mit Rückmeldefunktion ist aus Sicht des Verfassers daher ein wichtiges taktisches Element, um fehlende Dienststärken zu erkennen. Das heißt, die alarmierende Stelle oder der Einheitsführer werden durch die Rückmeldefunktion in die Lage versetzt, umgehend auf Personalengpässe zu reagieren.

7.1 Alarmierung TETRA-Standard

Im Bundesland Hessen ist der TETRA-Standard mit der Versorgungsstufe GAN 4 zu 86,05 % abgedeckt [33].

Der Freistaat Bayern investiert derzeit in den Ausbau der TETRA-Funknetzstruktur, um die Alarmierung mittelfristig zu gewährleisten [26,30,40]. Die Freie Hansestadt Hamburg hat die Alarmierung über den TETRA-Standard im November 2020 eingeführt, die gesamte Umsetzung soll im 1. Quartal 2021 abgeschlossen sein [39].

Die Kräfte im Ehrenamt sind mit Abschluss der technischen Maßnahmen in der Lage, die Alarmierung über Funkmeldeempfänger mit Rückmeldefunktion zu 100 % zu nutzen.

7.2 Alarmierung im POCSAG-Protokoll

Die Anzahl Funkmeldeempfänger mit dem Leistungsmerkmal Rückmeldefunktion sind aus taktischen und finanziellen Mittel nicht flächendeckend verfügbar. Die Anwendung der Rückmeldefunktion ist somit nicht überall gewollt beziehungsweise gegeben.

7.3 Alarmierung Mobilfunk/internetbasierende Kommunikationssysteme

Als klassisches alleiniges Alarmierungsnetz erfüllt es nicht die Anforderungen an eine vollständige Alarmierungsgarantie, zudem gibt es datenschutzrechtliche Bedenken [6]. Der Einsatz dieser Technologie ist weit verbreitet. Die Alarminformationssoftware ist einfach zu installieren und verfügt über eine hohe Akzeptanz bei den Einsatzkräften [29]. Mobilfunksysteme sind zu 100 % in der Lage, die Rückmeldefunktion auszuführen [6].

8 Stille Alarmierung hauptamtlicher Einsatzkräfte

Die Anzahl der hauptamtlichen Kräfte in der Bundesrepublik Deutschland wird vom statistischen Bundesamt mit rund 33.000 Einsatzkräften der Feuerwehr und 67.000 Angehörigen im Rettungsdienst angegeben. Das Technische Hilfswerk verfügt über rund 1200 hauptamtliche Bedienstete [25, 27].

Die Personalvorhaltung im Einsatzdienst hauptamtlicher Feuerwehr- und Rettungsdienstkräfte erfolgt erfahrungsgemäß rund um die Uhr in Dienstgebäuden. Innerhalb dieser Dienstgebäude werden neben der zusätzlich möglichen Verwendung von Techniken der stillen Alarmierung weitere technische Lösungen zur Alarmierung der Einsatzeinheiten umgesetzt. Die Wertigkeit einer stillen Alarmierung im Bereich Feuerwehr unterliegt anderen Bedingungen, als den Anforderungen für die Einsatzübermittlung im Rettungsdienstbereich.

8.1 Alarmierung TETRA-Standard und POCSAG-Protokoll

Grundsätzlich werden die bereits beschriebenen Alarmierungssysteme TETRA-Standard und POCSAG-Protokoll verwendet. Die Verrichtung der Tätigkeiten im Wachalltag führt dazu, dass Wachalarmierungssysteme mit entsprechenden akustischen Anzeigen, Sprachübertragungen, Licht- und Torsteuerungen im Bereich Feuerwehr dominieren. Eine Alarmierung über Funkmeldeempfänger erfolgt dementsprechend nur zur Redundanzalarmierung bzw. zur Alarmierung innerhalb von Bereitschaftszeiten in den Nacht- und Ruhestunden sowie im Falle des Aufenthaltes außerhalb des Dienstgebäudes.

Dementsprechend sind Leistungsmerkmale wie Rückmelde- oder Monitoringfunktionen über Funkmeldeempfänger TME beziehungsweise DME bei vorgeplanten und anwesenden Einsatzkräften nicht zwingend erforderlich. Somit lassen sich Finanzmittel durch den Verzicht auf nicht notwendige Sonderausstattung merklich reduzieren, um nicht zuletzt dem Wirtschaftlichkeitsgebot der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben zu entsprechen [24].

An Standorten des Rettungsdienstes ist die Alarmierung über Funkmeldeempfänger eher anzutreffen als stationäre Wachalarmierungssysteme. Dies unterliegt teilweise den baulichen Gegebenheiten (kleinere Gebäude im ländlichen Bereich) den Rettungsdienststandorten, höheren Einsatzfrequenzen und der Übermittlung von Nachfolgeaufträgen von Rettungsdienst- und Krankentransportfahrzeugen, welche die Besatzungen noch im Einsatzfahrzeug ereilen.

Die Alarmierung über Funkmeldeempfänger ist das bevorzugte Mittel, um Einsatzinformationen an die Besatzungen zu übermitteln. Sonderfunktionen, wie Rückmeldefunktion oder Monitoring, werden in der Regel nicht angewandt, da die Fahrzeuge über GPS-Daten koordiniert werden können beziehungsweise der normale Fahrzeugfunk über Statusanzeigen die benötigten Informationen in der alarmierenden Stelle anzeigt [24].

Für einen besonderen Weg zur Nutzung der Rückmeldefunktion der Funkmeldeempfänger hat sich die Städteregion Aachen im Bereich des Rettungsdienstes entschieden. Die dortigen Einsatzkräfte nutzen die Rückmeldefunktion des Funkmeldeempfängers als unverzügliche und sichere Signalmeldung an die zuständige Leitstelle, um Gewalt gegen Einsatzkräfte anzuzeigen und sofortige Hilfe anzufordern [32].

8.2 Alarmierung Mobilfunk und weitere Systeme

Die Alarmierung über Mobilfunk bzw. internetbasierende Systeme sind im Bereich hauptamtlich tätiger Einsatzkräfte nach aktuellem Kenntnisstand vergleichsweise gering vertreten, beispielsweise als Redundanzalarmierungen für Führungskräfte.

Die Berliner Feuerwehr nutzt neben dem Wachalarmierungssystem eine Standortfunkanlage beziehungsweise Objektrufanlage für die Wachbereiche. Die Leitstelle sendet parallel zur akustischen Alarmierung Informationen auf einen Personenrufempfänger (PRE). Dieses System erfüllt den Zweck einer territorial begrenzten Informationsübertragung, trägt zum sparsamen Umgang mit Ressourcen bei und erfüllt den Zweck der Redundanzalarmierung [29].

9 Ergebnis innerhalb der Bundesrepublik Deutschland

Bund und Länder haben in Vorsorge- und Sicherstellungsgesetzen, in den verschiedenen Brandschutz- und Katastrophenschutzgesetzen sowie in den Rettungsdienstgesetzen Einzelregelungen getroffen, die Bund, Länder und Gemeinden in einem gemeinsamen Hilfeleistungssystem zum Schutz der Bürger vereinen [28].

Die Entscheidung, welche technische Lösung zur stillen Alarmierung von Einsatzkräften zum Einsatz kommt, ist abhängig von bereits vorhandenen Strukturen und den Möglichkeiten der Gebietskörperschaften, die technisch notwendigen und einsatztaktisch sinnvollen Anforderungen finanziell umzusetzen. Sie ist teilweise auch Ausdruck des politischen Willens [38].

Die Erreichbarkeit der Einsatzkräfte ist auf Grund besonderer Faktoren, wie zum Beispiel der Qualität der Netzabdeckung, geografischer Besonderheiten und gewünschter Leistungsmerkmale, unterschiedlich ausgeprägt. Das hat zur Folge, dass die Länder unterschiedliche Wege bei der Alarmierung von Einsatzkräften beschreiten.

Digitale Funkmeldeempfänger werden bevorzugt im Ehrenamt genutzt, das Hauptaugenmerk liegt auf einer schnellen Information der Einsatzkräfte. Durch den Verfasser wurden Produktlinien ausgewählter Hersteller gegenübergestellt (Anhang V und VI). Die Tatsache, dass zwölf Bundesländer über das System POCSAG-Protokoll alarmieren, zeigt, dass dieser Standard für die Mehrheit der Anwender aktuell die meisten Vorteile bietet.

Die Anzahl der verglichenen Funkmeldeempfänger unterliegen zu 83,4 % dem POCSAG-Protokoll, davon sind 30 % in der Lage, das Leistungsmerkmal Rückmeldefunktion zu erfüllen. 16,6 % der digitalen Funkmeldeempfänger sind technisch in der Lage, Alarmmeldungen über den TETRA-Standard zu empfangen.

TETRA-Funkmeldeempfänger verfügen allesamt (100 %) über das Leistungsmerkmal der Rückmeldefunktion.

Daraus lässt sich ableiten, dass nach einer Alarmierung über Funkmeldeempfänger die Rückmeldefunktion zunehmend zur Optimierung der Informationsketten genutzt wird.

Die Nutzung von Funkmeldeempfängern im Hauptamt unterliegt anderen Kriterien. Diese Einsatzkräfte verrichten in der Regel in einem festgelegten Bereich ihren Dienst. Somit wird diese Technologie eher als Redundanz genutzt. Das führt dazu, dass diese Einsatzkräfte nicht zwingend mit Funkmeldeempfängern mit Rückmeldefunktion ausgerüstet werden [29, 31].

Trotzdem findet das Leistungsmerkmal Anwendung, z. B. für Spezialkräfte wie ABC-Fachberater, Organisatorischer Leiter Rettungsdienst oder Leitender Notarzt, sowie bei Rettungsdienstkräften, die im Einsatz auf gewaltbereite Personen treffen und somit zeitnahe Unterstützung zum Schutz von Leben und Gesundheit erhalten können (Notrufkommunikation bei Gewaltandrohung) [32].

Die Rückmeldefunktion kann ein Steuerungselement zur Einhaltung von Funktionsstärken gemäß den Qualitätskriterien der Brandschutzbedarfsplanung oder anderer rechtlicher Regelungen sein. Die Funktion ist regional unterschiedlich verfügbar, sie erfährt unter anderem im Zusammenwirken mit Mobilfunk und internetbasierenden Systemen eine zunehmend breitere Akzeptanz [6].

10 Ergebnis außerhalb der Bundesrepublik Deutschland

10.1 Föderale Republik Schweiz

Die Einsatzführung der Feuerwehr und des Rettungsdienstes erfolgt über gemeinsame kantonale Einsatzzentralen der Schweizer Polizei. Die Schweiz ist in 26 Kantone mit unterschiedlichen Vorgaben in Bezug auf Hilfsfristen gegliedert. Das Alarmierungssystem basiert auf dem POCSAG-Protokoll. Die Gebietskörperschaften haben eine eigene Systemstruktur POCSAG aufgebaut und betreiben es entsprechend.

Als Redundanz werden Mobilfunk oder internetbasierende Systeme genutzt. Die Rückmeldefunktion wird bei hauptamtlichen Einsatzkräften wenig genutzt. Hierfür werden Kostengründe für die Mobilfunklösung und die Vorhaltung von Personal zur Überwachung dieses Leistungsmerkmals in den kantonalen Einsatzzentralen genannt. Mobilfunklösungen mit Rückmeldefunktion sind im Ehrenamt hingegen sehr verbreitet und finden eine positive Akzeptanz [34].

10.2 Republik Österreich

Die Alarmierung der Feuerwehr erfolgt über Bezirks- und Warnzentralen. Der österreichische Rettungsdienst wird in der Regel von organisationseigenen Leitstellen koordiniert und alarmiert. Das POCSAG-Protokoll findet hier, unterstützt durch Mobil-

funk und internetbasierende Systemlösungen, Anwendung. Mobilfunk- und internetbasierende Anwendungen werden regional für Informations- und Redundanzzwecke genutzt, beispielsweise nutzt man das System EMEREC für die Rückmeldefunktion und die Übertragung von Standortdaten der Einsatzkräfte.

Funkmeldeempfänger mit Rückmeldefunktion werden im Ehrenamt aus Kostengründen weniger verwendet. Eine komplette Alarmierung über Mobilfunklösungen erfolgt aus rechtlichen Gründen nicht. Sie gelten als Mittel zur Redundanzhaltung. Einsatzkräfte in den vergleichsweise wenigen hauptamtlichen Wachen nutzen klassische Wachalarmierungssysteme. Funkmeldeempfänger mit Rückmeldefunktion werden dort im Regelfall nach aktuellem Kenntnisstand nicht genutzt [35].

10.3 Republik Tschechien

Das integrierte Rettungssystem (Brandschutz/Katastrophenschutz) der Republik Tschechien basiert zu 75 % auf Feuerwehrcorps (im Hauptamt tätig), die in den Kreisstädten vorgehalten werden. In 15 Kilometern Umkreis der Kreisstädte sind weitere hauptamtliche Wachen in Staffelstärke besetzt. Die hauptamtlichen Kräfte werden über Wachalarmssysteme, Mobilfunklösungen bzw. über den Fahrzeugfunk zum Einsatz gerufen. Ein Alarmierungsnetz, wie TETRA-Standard oder POCSAG-Protokoll, existiert nicht. Die Alarmierung im Bereich der ehrenamtlich tätigen Einsatzkräfte erfolgt über die Leitstellen, hier bevorzugt mittels Sirenen oder Mobilfunksystemen [36]. Die Alarmierung der Rettungsdiensteinheiten erfolgt über die Mobilfunklösung „SW Spezial Alarm“. Die Nutzung von Rückmeldefunktionen ist auf Grund der Mobilfunklösungen möglich, wird jedoch nicht genutzt [37].

11 Zusammenfassung und Ausblick

Die technische Umsetzung der Alarmierung über Funkmeldeempfänger wird länderspezifisch den jeweiligen Bedingungen angepasst bleiben. Die Strukturen sind regional unterschiedlich ausgebildet. Die zwei dominierenden Funkalarmierungssysteme in der Bundesrepublik Deutschland sind POCSAG-Protokoll und TETRA-Standard. Mobilfunk und internetbasierende Systeme unterstützen das Spektrum zur stillen Alarmierung von Einsatzkräften.

Alarmierungen über POCSAG-Protokoll und TETRA-Standard werden in den nächsten Jahren parallel fortgeführt. Ein Zeitrahmen der Nutzung bzw. Ablösung dieser Technologien durch künftig modernere Systeme lässt sich aufgrund des enormen technischen Fortschrittes und systemischer Entwicklungen nicht exakt festlegen.

Länder wie Bayern, Hessen oder Hamburg investieren in den TETRA-Standard. Die Vorteile liegen in der Bereitstellung des Rumpfnetzes, der Bereitstellung einheitlicher Vorgaben und der Regelungen durch Bund und Länder u. a. zur sicheren Verschlüsselung von Daten. Dem gegenüber stehen hohe Kosten für den Ausbau. Je weniger Netzausbau im TETRA-Standard, desto weniger Leistungsmerkmale können angewendet werden. Die finanziellen Aufwendungen sind dabei unterschiedlich, die Freie

und Hansestadt Hamburg nutzt ihr vorhandenes Netz an Basisstationen, beim Freistaat Bayern oder dem Land Hessen ist der Netzausbau eine hohe finanzielle Belastung.

Das POCSAG-Protokoll wird seine Funktionalität behalten, da die technischen Systeme durch neue Technologien fortlaufend optimiert werden.

Diese Optimierungen, vor allem die Erhaltung und Umsetzung der Vorgaben gemäß Datenschutzgrundverordnung, insbesondere für die sichere Datenübertragung im POCSAG-Protokoll, sind die Herausforderungen für alle Beteiligten. Den Gebietskörperschaften obliegt weiterhin die Erhaltung, die Überwachung, Wartung und Pflege der Eigenstrukturen und somit auch die Kosten.

Ein Vergleich der Kosten der Systeme TETRA-Standard und POCSAG-Protokoll in Bezug auf Netzausbau, Netzerhaltung und Redundanz ist an dieser Stelle, infolge der Komplexität örtlich unterschiedlicher Parameter und Verknüpfungen, nicht möglich.

Die Kriterien zur Alarmierung mittels TETRA-Standards und POCSAG-Protokoll werden immer einer regionalen Vor- und Nachteilsbetrachtung unterliegen (Anhang VII). Die Ermittlung vorhandener systemrelevanter Strukturen, die benötigten technischen Aufwendungen und der zu erwartende Nutzen, unterliegen stets dem Prinzip der wirtschaftlichen Verhältnismäßigkeit.

Bund, Länder und Gemeinden unterliegen dem Gebot eines sparsamen Umgangs mit wirtschaftlichen Ressourcen. Die Nutzung von Rückmeldefunktionen sind in Folge der technischen Möglichkeiten vielfach und entsprechend der taktischen Aufgaben im Haupt- und Ehrenamt differenziert einzusetzen.

Im Hauptamt wird die Rückmeldefunktion bevorzugt von Führungskräften und Einsatzkräften genutzt, welche sich überproportional wirksamen Gefährdungen, beispielsweise durch Gewalt gegen Einsatzkräfte, ausgesetzt sehen.

Im Ehrenamt zeigt sich die Tendenz, einsatztaktische Belange zu optimieren, beispielsweise um den Bedarf von weiteren Einsatzkräften in der auslösenden Stelle frühestmöglich anzuzeigen.

Dies ist auf Grund von verschiedenen technischen Parametern regional unterschiedlich. Länder mit TETRA-Standard-Alarmierung verfügen über eine vollständige Nutzbarkeit der Rückmeldefunktion. Die Rückmeldefunktion über POCSAG-Protokoll ist auf Grund der benötigten Baustufe der vorhandenen Funkmeldeempfänger (DME) noch nicht flächendeckend verfügbar. Hier bedient man sich zunehmend des Mobilfunks und internetbasierender Systeme, um Rückinformationen zu gewährleisten.

Eine gesicherte Alarmierung von Einsatzkräften der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr bedarf in den nächsten Jahren einer Vielzahl von Maßnahmen, die Systeme zu erhalten. Beispielhaft sind die Sicherstellung von Funktionalitäten und Diensten über

das Jahr 2020 hinaus sowie die Einhaltung der Datenschutzgrundverordnung genannt [2]. Die effizientere Verteilung von Basisstationen, die Erhöhung von Durchsatzmengen und die Energieeffizienz der vorhandenen Infrastrukturen sind zu betrachten. Zudem bedarf es der Weiterentwicklung der Funkmeldeempfänger mit für die Endnutzer angepassten Leistungsmerkmalen [19].

Im Hinblick auf die unterschiedlichen Anforderungen an die Alarmierung von Einsatzkräften im Haupt- und Ehrenamt sind die Entscheidungsträger dazu angehalten, den Bedarf den Erfordernissen und Notwendigkeiten anzupassen, vorhandene Alarmierungskonzepte zu prüfen und entsprechend zu modernisieren.

12 Numerisches Quellen- und Literaturverzeichnis

- [1] BDBOSD, Nutzungskonzept Alarmierung, BDBOS, Version 4.0.024
- [2] [www.BDBOS.bund.de/DE/Digitalfunk_BOS/Organisation und Betrieb/organisation_node.html/](http://www.BDBOS.bund.de/DE/Digitalfunk_BOS/Organisation%20und%20Betrieb/organisation_node.html/), Stärken Digitalfunk BOS, abgerufen 17.10.2020
- [3] Lüder, Arndt, Schimanski, Recht und Praxis der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr
- [4] Bekanntmachung des Bundesministeriums des Inneren, für Bau und Heimat, BOS-Funkrichtlinie, B 5 – 670001/1, 07.09.2020
- [5] Barthelms, Aktuelle Entwicklungen bei der digitalen Alarmierung, Brandschutz, Deutsche Feuerwehrzeitung, 03/2020
- [6] Feuerwehr-Magazin, Digitales Themenspecial, eDossier Alarm App ,2019
- [7] Koppel, BDBOS; Funktionale Anforderungen Alarmierung gemäß Nutzungskonzept, Version 4.0.006,
- [8] [https://www.selectric.de/ Aufbau / Wirkungsweise TETRA](https://www.selectric.de/Aufbau/Wirkungsweise%20TETRA) abgerufen 18.10.2020
- [9] [https://www.IT.Wissen.de Betriebsarten TMO /DMO](https://www.IT.Wissen.de/Betriebsarten%20TMO%20DMO) abgerufen 19.10.2020
- [10] Technische Richtlinie – BOS, Geräte für die digitale Funkalarmierung
- [11] [https:// www.swissphone.com/de](https://www.swissphone.com/de), Digitale Alarmierung, POCSAG Grundlagen
- [12] Swissphone, Digitalarm, Anwenderunterlagen LK Erzgebirgskreis,
- [13] [https:// www. www.eurobos.de](https://www.eurobos.de), Digitale Alarmierung, abgerufen 20.10.2020
- [14] [https://www. www.oelmann-elektronik.eu](https://www.oelmann-elektronik.eu),Digitale Alarmierung, abgerufen 20.10.2020
- [15] https://www.bdbos.bund.de/DE/Bundesanstalt/bundesanstalt_node.html BDBOS, Fragen und Antworten zum Digitalfunk, abgerufen 21.10.2020
- [16] Feuerwehr-Magazin, Digitales Themenspecial, eDossier, TETRA
- [17] <https://www.sicherheit.sachsen.de/20514.htm> , Sirenen, abgerufen 22.10.2020
- [18] DIN VDE 0833 T 1
- [19] Volker Deichmann, EuroBos, Datenabfrage Digitale Alarmierung
- [20] Stefan Müller, Hessischer Landtag, Drucksache 20/995, Digitalfunk und Einsatzkommunikation
- [21] Karsten Eck, Firma ComTech Leipzig, Errichterfirma Netzstruktur Erzgebirgskreis
- [22] AGBF Bund, Qualitätskriterien für die Bedarfsplanungen von Feuerwehren in Städten
- [23] Bundesamt für Strahlenschutz, <https://www.bfs.de/DE/themen/emf/kompetenzzentrum/mobilfunk>
- [24] Jana Thomas, Branddirektion Leipzig, Datenabfrage Digitale Alarmierung
- [25] https://www.destatis.de/DE/Home/_inhalt.html, Personal des öffentlichen Dienstes, abgerufen 30.10.2020
- [26] [https://www.polizei.bayern.de/ ww.polizei.bayern.de](https://www.polizei.bayern.de/) , bundesweiter und bayernweiter Netzausbau für den Digitalfunk, abgerufen 30.10.2020
- [27] <https://www.feuerwehrverband.de/app/uploads/2020/05/Statistik.pdf> , Deutscher Feuerwehrverband Statistik, abgerufen 30.10.2020
- [28] https://www.bbk.bund.de/DE/DasBBK/UeberdasBBK/ueberdasbbk_node.html BBK Bund, abgerufen 30.10.2020
- [29] Armin Lauterbach / Zentraler Service IT, Berliner Feuerwehr
- [30] Wolfram Höfler, Federführender Kommandant a.D., Feuerwehr Bad Aibling, Landkreis Rosenheim, Freistaat Bayern
- [31] Alexander Kessel/ Carsten Spies, Dezernat Autorisierte Stelle Rheinland-Pfalz

- [32] Florian Kemper, Städteregion Aachen, Nordrhein-Westfalen
- [33] Jan-Tino Demel, Regierungspräsidium Kassel, Hessen
- [34] Oberstleutnant Roland Meier, Kommandant Feuerwehr Rapperswil-Jona, Kanton St. Gallen, Föderale Republik Schweiz
- [35] Branddirektor Franz Humer, Vizepräsident des Österreichischen Bundesfeuerwehverbandes, Kommandant der Feuerwehr Wels, Republik Österreich
- [36] Pavel Šebestâ, Leiter Leitstelle Ůsti nad Labem, Tschechische Republik
- [37] Petr Zielak, Leitstelle Karlsbad, Tschechische Republik
- [38] Marius Schumacher, Kompetenzzentrum Digitalfunk, Nordrhein-Westfalen
- [39] Andreas Jahnke, Feuerwehr Hamburg, Abteilung Technik und Logistik
- [40] Richard Schrank, Kreisbrandrat, LK Rosenheim, Freistaat Bayern
- [41] Jörg Henze, Leiter TLFKS; Freistaat Thüringen

13 Anhang

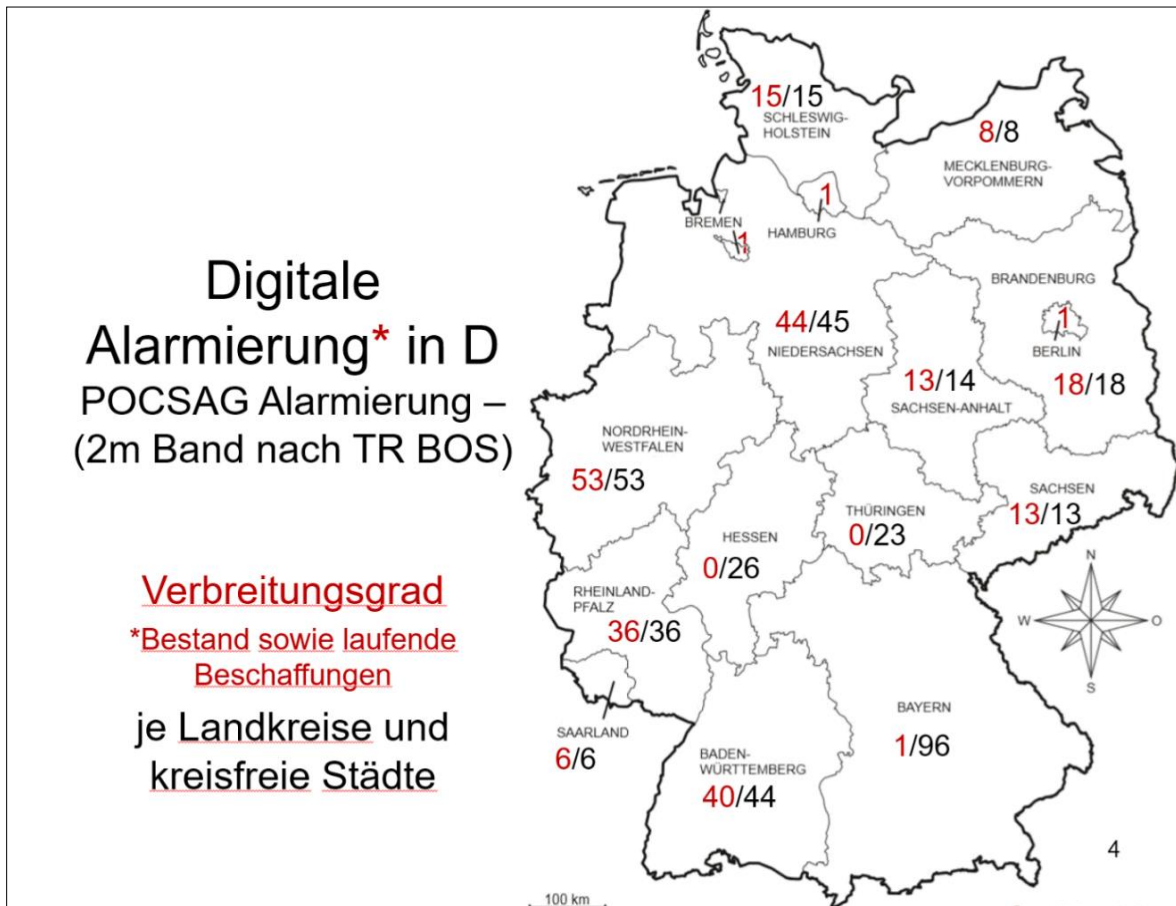
Anhang I: Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schema TETRA-Funknetz (Quelle BDBOS).....	11
Abbildung 2: Zeitschlitzverfahren (Quelle NABK Niedersachsen)	12
Abbildung 3: Funktionsweise Kurzdatendienst Status/SDS (Quelle BDBOS).....	13
Abbildung 4: Darstellung des Funknetzes der BOS, (Quelle Swissphone).....	15
Abbildung 5: Mobilfunkzellen (Quelle Elektronik Kompendium).....	18

Anhang II: Abkürzungsverzeichnis

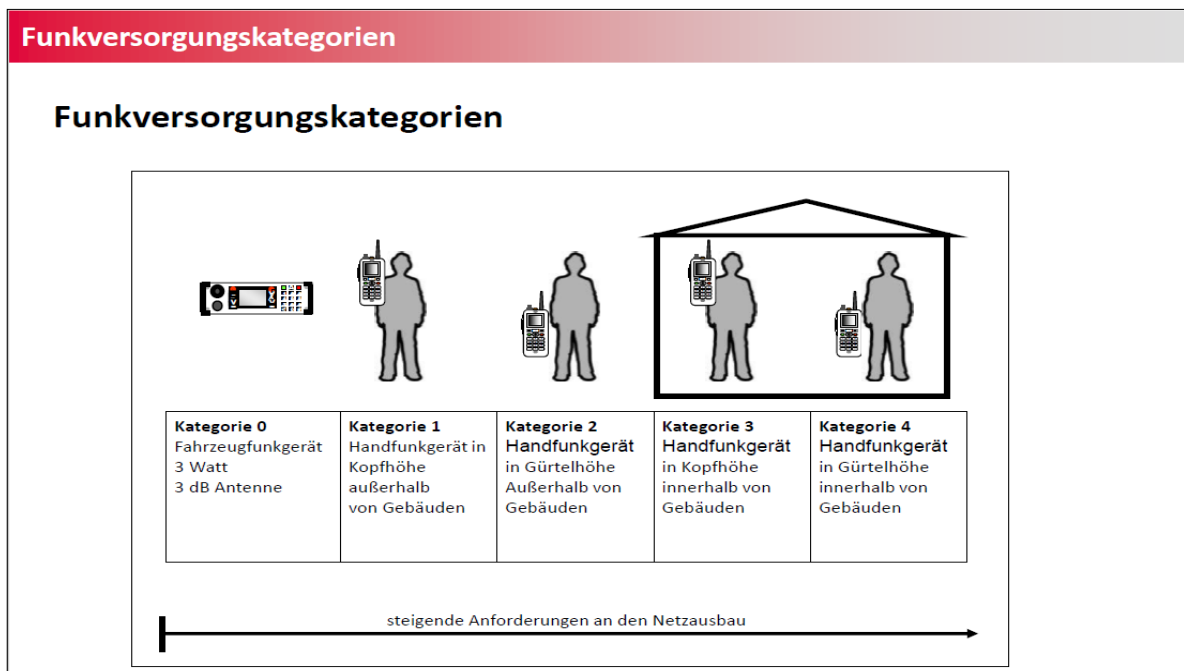
AES	Advanced Encryption Standard (Datenverschlüsselungssystem)
App	Application Software (Anwendungssoftware oder Computerprogramm)
AS	autorisierte Stellen BOS
ASB	Arbeiter-Samariter-Bund Deutschland
Baud	Übertragungsgeschwindigkeit
BDBOS	Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
BRD	Bundesrepublik Deutschland
BnetzA	Bundesnetzagentur
DA	Digitale Alarmierung
DAG	Digitaler Alarmgeber
DAU	Digitaler Alarmumsetzer
DLRG	Deutsche Lebens-Rettungs-Gesellschaft e.V.
DME	Digitaler Meldeempfänger POCSAG-Protokoll
DRK	Deutsches Rotes Kreuz
DSE	Digitaler Sirenensteuerempfänger
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution (Mobilfunkstandard)
EMEREC	Informationssystem Feuerwehr Republik Österreich
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications (Mobilfunkstandard)
IDEA	International Data Encryption Algorithm (Datenverschlüsselungssystem)
ILS	Integrierte Leitstelle
IP	Internet Protokoll (Übertragungsstruktur/Netzwerk)
ISSI	BOS-Sicherheitskarte für TETRA Funkgeräte
JUH	Johanniter Unfall Hilfe
LS	Leitstelle
LTE	Long Term Evolution (Mobilfunkstandard)
POCSAG	Radio-paging code No. 1 (Datenübertragungsprotokoll)
PRE	Personenrufempfänger
RIC	Radio Identification Code DME / DES (Melder Adresse)
RMF	Rückmeldefunktion digitaler Funkmeldeempfänger
SDS	Short Data Service (Textnachricht)
SMS	Short Message Service (Textnachricht)
TDMA	Time Division Multiple Access (Zeitschlitzverfahren Tetra-Funk)
TEA	Tiny Encryption Algorithm (Datenverschlüsselungssystem)
TETRA	Terrestrial Trunked Radio (Standard für digitalen Bündelfunk)
THW	Bundesanstalt Technisches Hilfswerk
TLFKS	Thüringer Landesfeuerwehr- und Katastrophenschutzschule
TME	Digitaler Meldeempfänger TETRA-Standard
TR BOS	Technische Richtlinie für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System (Mobilfunkstandard)
WLAN	Wireless Local Area Network (drahtloses lokales Netzwerk)

Anhang III: Verbreitungsgrad POCSAG-Protokoll in Deutschland



Anhang III: Verbreitungsgrad, digitale Alarmierung POCSAG-Protokoll Bundesrepublik Deutschland, (Quelle EuroBos), Stand 2019

Anhang IV: Funkversorgungskategorien



Anhang IV: Funkversorgungskategorien BOS- Digitalfunk (Quelle NABK Niedersachsen)

Anhang V: Leistungsmerkmale TME/DME

Eigene Darstellung, Leistungsmerkmale DME/TME

	Firma 1	Firma 1	Firma 1	Firma 1	Firma 1	Firma 1	Firma 1	Firma 1
System	POCSAG	POCSAG	POCSAG	POCSAG	TETRA	POCSAG	POCSAG	POCSAG
Besonderheiten	oneway	oneway	oneway	oneway	RMF SDS	oneway	RMF GSM	RMF GSM
Verschlüsselung	DiCal-IDEA 128 bit	DiCal-IDEA 128 bit	DiCal-IDEA 128 bit	DiCal-IDEA 128 bit	DiCal-IDEA 128 bit	DiCal-IDEA 128 bit	DiCal-IDEA 128 bit	DiCal-IDEA 128 bit
Betriebszeit	2500 Stunden	2500 Stunden	2200 Stunden	1200 Stunden	120 Stunden	800 Stunden	600 Stunden	600 Stunden
RIC Adressen	16x4/64	64x4/256	64x4/256	16x4/64	64x4/256	64x4/256	32x4/128	32x4/128

	Firma 2	Firma 3	Firma 4	Firma 4	Firma 4	Firma 5	Firma 5	Firma 5
System	TETRA	TETRA	POCSAG	POCSAG	TETRA	POCSAG	POCSAG	POCSAG
Besonderheiten	RMF SDS	RMF SDS	oneway	oneway	RMF SDS	oneway	oneway	RMF GSM
Verschlüsselung	AIE TEA 1,2,3	AIE TEA 1,2,3	128/256 BOS PV / AES	128 bit BOS PV oder AES 256 bit	TEA 1 oder TEA 2	128 bit AES	128 AES	128 AES
Betriebszeit	100 h	48 h	1400 h	1400 h	k. A.	700 h	700 h	700 h
RIC Adressen	ISSI	ISSI	32 x 4/128	64 / 256	ISSI	16 x 4 264	64 x 4 / 256	64 x 4 / 256

Anhang VI: Leistungsmerkmale TME/DME

Eigene Darstellung, Leistungsmerkmale DME/TME

	Firma 6	Firma 6	Firma 6	Firma 6	Firma 6	Firma 6	Firma 6	Firma 6
System	TETRA	POCSAG	POCSAG	POCSAG TETRA möglich	POCSAG	POCSAG	POCSAG	POCSAG
Besonderheiten	RMF.SDS	RMF GSM	RMF GSM+GPS	RMF GSM+WLAN	oneway	oneway	oneway	oneway
Verschlüsselung	ISSI	128 bit AES	128 bit AES	128 bit AES	128 bit AES	128 bit AES	128 bit AES	128 bit AES / BOSKRYPT
Betriebszeit	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	360 h
RIC Adressen	ISSI	64 x 4 / 256	32 x 4/128	64 x 4/256	64 x 4/256	8 x 4/ 32	64 x 4/ 256	128 x 4/ 512

Anhang VII: Gegenüberstellung TETRA - POCSAG - Mobilfunk

Eigene Darstellung, Gegenüberstellung Alarmierung TETRA-Standard – POCSAG-Protokoll – Mobilfunk-Systeme

	TETRA-Standard	POGSAG-Protokoll	Mobilfunk
Eigentumsverhältnis	Rumpfnetz Bund Erweiterung Land	Eigenstruktur	Fremdstruktur
Netzabdeckung	bundesweit 99,2 %	regional unterschiedlich	regional unterschiedlich
Netzstruktur GAN 0	bundesweit 99,2	nicht relevant	nicht relevant
Netzstruktur GAN 1-4	regional unterschiedlich zusätzliche Kosten durch notwendigen Netzausbau	nicht relevant	nicht relevant
Verschlüsselung Alarmtext	100%	zusätzliche Kosten	nicht datenschutzkonform
Netzüberwachung	Bund Land über Rahmenvertrag	Gebietskörperschaft zusätzliche Kosten	Fremdstruktur
Rückmeldefunktion Funkmelde- empfänger Textübertragung	100%	zusätzliche Kosten	ja / nicht ausfallsicher/nicht da- tenschutzkonform
Inhouse Versorgung	zusätzliche Kosten durch notwendigen Netzausbau	über Mobilfunkapplikation zusätzliche Kosten	100%
Monitoring Einsatzkräfte	nein	ja	ja
Fernwartung TME/DME	nicht möglich	ja	ja
Werkstattbindung Hersteller	ja	nein	nein

Anhang VIII: Datenrate Mobilfunkstandard

Eigene Darstellung, Mobilfunkstandards, Datenrate, Auszug (Quelle Elektronik Kompendium)

Standard	Bezeichnung	Einführungsjahr	Datenrate maximal
2 G	GSM	1992	9,6 Kbit/s
2,5 G	GPRS	2001	54 Kbit/s
2,75 G	EDGE	2006	220 Kbit/s
3 G	UMTS	2010	384 Kbit/s
4 G	LTE	2015	500Mbit/s
5 G	5 G	2020	10 Gbit/s