

Hausarbeit

TETRA - Digitaler Bündelfunk in den Einheiten der BOS

Gegenüberstellung der Vorteile, Nachteile und Risiken

vorgelegt am 17. Dezember 2025

•
Fachbereich Duales Studium Wirtschaft / Technik
Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin

Name: Finn Noel Valentin Margraf
Ausbildungsbetrieb: Flughafen Berlin Brandenburg GmbH
Studiengang: Informatik
Studienjahrgang: 2025
Erstgutachter: Mia Chelsea Pertubla Reyes

Abstract

Die erste überarbeitete Auflage der Bachelorarbeit-Vorlage bietet einige Neuerungen, die in ?? näher erläutert werden.

Wenn die Abstract-Seite nicht die zweite Seite im Dokument ist, ist der Titel zu lang ;)

Inhaltsverzeichnis

Abstract	I
Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Akronyme	V
1 Einleitung	1
2 Theoretische Einführung	2
2.1 Der TETRA-Standard	2
2.1.1 Das TDMA-Verfahren im TETRA-Standard	2
2.2 Das BOS-Digitalfunknetz	3
3 Vor- und Nachteile des TETRA-Digitalfunks	4
4 Risiken und Gefahren des TETRA-Digitalfunks	5
5 Fazit und Ausblick	6
Literaturverzeichnis	7
Ehrenwörtliche Erklärung	8

Abbildungsverzeichnis

1	TETRA TDAM Verfahren: Veranschaulichung	3
---	---	---

Tabellenverzeichnis

Hinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Text verallgemeinernd die generisch maskuline Form, sofern möglich, verwendet. Diese Formulierungen umfassen gleichermaßen weibliche und männliche Personen.

Glossar

BOS Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben, z.B. Polizei, Feuerwehr, Rettungsdienste.

TDMA Verfahren zur Aufteilung eines Funkkanals in Zeitschlüsse, die von verschiedenen Teilnehmern genutzt werden können.

Akronyme

BOS Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben

DMO Direct Mode Operation

ETSI European Telecommunications Standards Institute

TDMA Time Division Multiple Access

TETRA Terrestrial Trunked Radio

TMO Trunked Mode Operation

1 Einleitung

Laut einer Statistik des Deutschen Feuerwehrverbandes (DFV) aus dem Jahr 2022 kommen im Jahr rund 1,02 Millionen Einsätze in den Bereichen Brandschutz, Technische Hilfeleistung und Tierrettung sowie 157.480 Fehlalarme zustande, Tendenz steigend. [1, S. 2] Mit wachsenden Einsatzzahlen steigt auch die Anforderung an eine zuverlässige Kommunikation der Einsatzkräfte untereinander. Mit der Einführung des digitalen Bündelfunks für alle Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) auf Terrestrial Trunked Radio (TETRA)-Basis im Jahr 2015 [2] findet seither in Deutschland eine Umstellung vom analogen Funknetz auf das digitale Funknetz statt. Bereits im Jahr 2024 waren etwa 1,2 Millionen TETRA-Endgeräte in Deutschland im Einsatz. [3, S. 19]

Trotz anhaltenden Wachstums steht das TETRA-Netz allerdings auch immer wieder in der Kritik. Insbesondere vergangene, einschlägige flächendeckende Ausfälle des Netzes, wie zuletzt am 06. Mai 2025 sorgen für Unmut. [4, S. 1]

Aus diesem Grund beschäftigt sich die folgende Hausarbeit insbesondere mit den Vor- und Nachteilen des TETRA-Digitalfunks in Hinblick auf die Einheiten der BOS in Deutschland. Außerdem sollen mögliche Risiken und Gefahren, die mit der Nutzung des TETRA-Netzes einhergehen, betrachtet werden.

2 Theoretische Einführung

2.1 Der TETRA-Standard

Der TETRA Digitalfunkstandard ist ein von der European Telecommunications Standards Institute (ETSI) entwickelter Standard für die digitale Mobilfunkkommunikation, der speziell für den Einsatz in professionellen und behördlichen Kommunikationssystemen konzipiert wurde. [5] Es handelt sich dabei um einen offenen Standard, der in seiner aktuellen Form seit 2001 existiert und in mehreren von der ETSI definierten Standardspezifikationen beschrieben ist.

Ganz fundamental wird zwischen dem Trunked Mode Operation (TMO) (Netzbetrieb) und dem Direct Mode Operation (DMO) (Direktbetrieb) unterschieden. Wobei der TMO der Betrieb über eine Infrastruktur (Basisstationen, Vermittlungsstellen) erfolgt, während der DMO die direkte Kommunikation zwischen Endgeräten ohne Infrastruktur ermöglicht.

Für den TMO-Betrieb spielt insbesondere die ETSI EN 300 392-Reihe [6] eine wichtige Rolle, die die technischen Anforderungen und Spezifikationen für TETRA-Netzwerke festlegt. Hauptsächliche Grundlage bildet dabei die ETSI EN 300 392-2 Spezifikation, die die physikalische Schicht und den Zugriff auf das Funkmedium definiert. [7, S. 30] Für den DMO-Betrieb ist die ETSI EN 300 396 [6] Reihe relevant.

Im Folgenden soll das fundamentale Time Division Multiple Access (TDMA)-Verfahren des TETRA-Standards näher betrachtet werden.

2.1.1 Das TDMA-Verfahren im TETRA-Standard

TETRA selbst ist ein zeitmultiplexbasiertes System, das auf dem TDMA-Verfahren basiert. Anstelle die Datenpakete kontinuierlich über die Funkfrequenz zu übertragen, werden die Daten in diskrete Zeitschlitzte aufgeteilt. Jeder Zeitschlitz kann von einem einzelnen Benutzer oder einer Gruppe von Benutzern genutzt werden, wodurch eine effiziente Nutzung der verfügbaren Bandbreite ermöglicht wird. Man

spricht daher auch von einem “Bündelfunk”, da mehrere Kommunikationskanäle auf einer Frequenz gebündelt werden.

Im TETRA-Standard sind pro Frequenzkanal vier Zeitschlitzte definiert. Diese vier Zeitschlitzte werden zusammengefasst als ein TDMA frame bezeichnet. Jeder Zeitschlitz hat dabei eine Dauer von 14,167 ms und beinhaltet Platz für 510 bit an Daten, was zu einer Gesamtframedauer von rund 56,67 ms führt. [7, S. 40] Neben den TDMA frames sind auch noch weitere, übergeordnete Strukturen definiert, die sogenannten Multi- und Hyperframes. Diese spielen jedoch im weiteren Verlauf dieser Arbeit keine Rolle und werden daher nicht weiter betrachtet.

Abbildung nicht Maßstabsgetreu

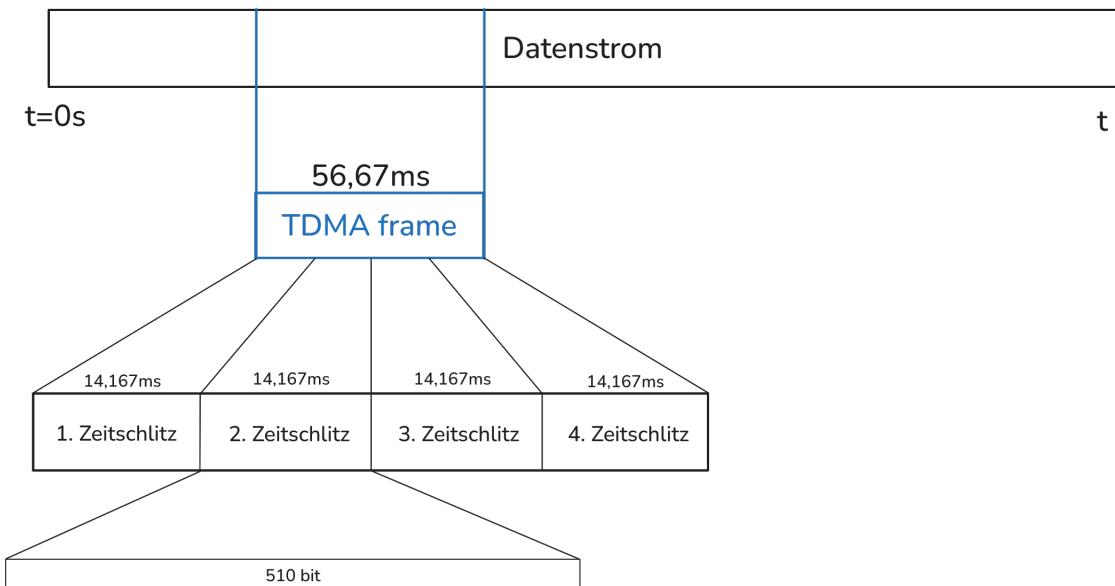


Abbildung 1: Veranschaulichung des TETRA-TDMA-Verfahrens, eigene Abbildung nach [7, S. 40]

2.2 Das BOS-Digitalfunknetz

3 Vor- und Nachteile des TETRA-Digitalfunks

4 Risiken und Gefahren des TETRA-Digitalfunks

5 Fazit und Ausblick

Hallo Welt!

Literaturverzeichnis

- [1] Deutscher Feuerwehrverband, “Einsätze nach Tätigkeitsbereichen (entsprechend des Abfragebogens FEU 905).” https://www.feuerwehrverband.de/app/uploads/2025/11/251103_Statistik-Webseite.pdf, 2022.
- [2] BDBOS, “BDBOS - Geschichte.” <https://www.bdbos.bund.de/DE/DieBDBOS/Geschichte/geschichte.html>
- [3] BDBOS, “FAQ Digitalfunk BOS.” https://www.bdbos.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publ/broschuere.pdf?__blob=publicationFile&v=6, 2024.
- [4] AGBF, DFV, “Erkenntnisse aus der großflächigen Störung des BOS-Digitalfunknetzes Anfang Mai 2025,” positionspapier, Berlin, July 2025.
- [5] ETSI, “TETRA.” <https://www.etsi.org/technologies/tetra>.
- [6] TCCA, “ETSI Standards.” <https://tcca.info/tetra/for-tetra-specialist/etsi-standards/>.
- [7] ETSI, “Terrestrial Trunked Radio (TETRA); Voice plus Data (V+D); Part 2: Air Interface (AI),” Mar. 2001.

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit in allen Teilen selbstständig angefertigt und keine anderen als die in der Arbeit angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe, und dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form in noch keiner anderen Prüfung vorgelegen hat. Sämtliche wörtlichen oder sinngemäßigen Übernahmen und Zitate, sowie alle Abschnitte, die mithilfe von KI-basierten Tools entworfen, verfasst und/oder bearbeitet wurden, sind kenntlich gemacht und nachgewiesen.

Im Anhang meiner Arbeit habe ich sämtliche KI-basierte Hilfsmittel angegeben. Diese sind mit Produktnamen und formulierten Eingaben (Prompts) in einem KI-Verzeichnis ausgewiesen.

Ich bin mir bewusst, dass die Verwendung von Texten oder anderen Inhalten und Produkten, die durch KI-basierte Tools generiert wurden, keine Garantie für deren Qualität darstellt. Ich verantworte die Übernahme jeglicher von mir verwendeter maschinell generierter Passagen vollumfänglich selbst und trage die Verantwortung für eventuell durch die KI generierte fehlerhafte oder verzerrte Inhalte, fehlerhafte Referenzen, Verstöße gegen das Datenschutz- und Urheberrecht oder Plagiate.

Ort, Datum

Finn Noel Valentin Margraf