

Anlage 1 zur Fachempfehlung Nr. 1 vom 12. Januar 2012

Musteranforderungen für Objektfunk im BOS-Digitalfunk – Anlage 1: Objektversorgung mit TMO

Das Digitalfunknetz in der Bundesrepublik Deutschland befindet sich zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Unterlage noch im Aufbau, aufgrund neuer fachlicher Erkenntnisse ergeben sich inhaltliche Anpassungen und/oder Veränderungen.

Nachfolgend werden die Lösungsvarianten der Objektversorgung mit TMO beschrieben. TMO bietet die volle Funktionsvielfalt des Digitalfunks BOS, ist aber aufgrund der Anbindung ans Kernnetz technisch aufwendiger zu realisieren. Aktive TMO-Komponenten sollten grundsätzlich permanent betrieben werden. Dadurch ist eine ständige Überprüfung der Funktionalität aller Komponenten möglich und eine fehlerhafte Anlage würde nicht erst im Einsatzfall erkannt werden.

Zur Versorgung von Objekten im TMO stehen mehrere technische Lösungsansätze zur Auswahl

1. Objektversorgung ohne Einbindung einer Freifeldbasisstation,
 - 1.1 Versorgung des Objektes durch eine dedizierte Basisstation aus dem Systemliefervertrag der BDBOS,
 - 1.2 Versorgung des Objektes durch eine dedizierte Basisstation, Kauf der Basisstation durch Dritte außerhalb des Systemliefervertrages,
 - 1.3 Versorgung von Objekten durch eine/mehrere separate Basisstation(en) (Konzept Schirmzelle),
2. Repeater-Anbindung über Lichtwellenleiter an eine Basisstation,
3. Repeater-Anbindung über die Luftschnittstelle an eine oder mehrere Basisstationen der Freifeldversorgung mittels gerichteter Antenne,
4. Direkte HF-Ankopplung an eine Basisstation der Freifeldversorgung,
5. Passive Einkopplung.

Bundesgeschäftsstelle
Reinhardtstraße 25
10117 Berlin
Telefon
(0 30) 28 88 48 8-00
Telefax
(0 30) 28 88 48 8-09
E-Mail
info@dfv.org
Internet
www.dfv.org

Präsident
Hans-Peter Kröger

Im Folgenden wird auf die oben genannten Lösungsansätze eingegangen sowie deren Vor- und Nachteile aufgezeigt.

1. Objektversorgung ohne Einbindung einer Freifeldbasisstation

Grundsätzlich wird die Basisstation ausschließlich für die Objektfunkversorgung verwendet und übernimmt keine Versorgung des Freifeldes. Diese Variante der Objektversorgung wird auch als dedizierte Basisstation oder dedizierte Objektversorgung bezeichnet. Ausschlaggebend für diese Variante ist die Größe/Komplexität bzw. Ausdehnung des/der zu versorgenden Objektes/Objekten. Dies können beispielsweise Einkaufszentren, Flughäfen, Messegelände, Industrieanlagen oder Örtlichkeiten mit einer konzentrierten Ansammlung mehrerer großflächiger Liegenschaften sein. Hierbei ist zwischen ausgedehnten einzelnen Objekten und einem Verbund mehrerer Objekte zu unterscheiden.

Die Anbindung der einzelnen Objekte an die nächste Basisstation des Freifeldes über die Luftschnittstelle scheidet hierbei aufgrund der Mengenbeschränkung (max. drei Kanalselektive oder max. fünf Bandselektive Repeater je Basisstation) der Systemlieferantin aus. Zudem würde die Vielzahl der Objektversorgungen erhebliche Rückwirkungen auf die Netzqualität und -kapazität bedeuten.

Bei ausgedehnten Einzelobjekten überschreitet ein Objekt eine kritische Größe, der Objektversorgung sind hierbei technisch Grenzen gesetzt. Bei Anbindung über die Luftschnittstelle und Verwendung eines Repeaters resultieren u. a. Laufzeitunterschiede des Signals in der Antennenschleife der verbauten Passivtechnik. Das TETRA-Signal wird nicht mehr einwandfrei weiter geleitet und das Freifeld im Gebäude nicht sauber reproduziert.

Bei mehreren Objekten in einem direkten oder indirekten Verbund (räumliche Nähe mehrerer Objekte eines Betreibers oder räumliche Nähe mehrerer Objekte verschiedener Betreiber) ist eine dedizierte Basisstation die zu favorisierende Lösung. Hierbei müssen die Modalitäten bzgl. der Anbindung und Finanzierung der Basisstation sowie des Verteilnetzwerkes unter den Teilnehmern vertraglich geregelt werden. Die BOS sind hiervon nicht betroffen.

Für die Anbindung der Objekte kann ein optisches Verstärkersystem (Master-Unit) mit der Basisstation gekoppelt und das Versorgungssignal über Lichtwellenleiter (LWL) in die zu versorgenden Objekte transportiert und in das Verteilsystem im Objekt eingespeist werden.

Die technischen Maßnahmen hierzu sind im Leitfaden zur Planung und Realisierung von Objektversorgungen der Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BDBOS) beschrieben.

1.1 Versorgung des Objektes durch eine dedizierte Basisstation aus dem Systemliefervertrag der BDBOS

Bei dieser Variante der dedizierten Basisstation(en) erfolgen der Abruf und die Bereitstellung der Basisstation durch das Land oder den Bund. Die Basisstationen werden ausschließlich für die Objektfunkversorgung abgerufen und in das BOS-Digitalfunknetz integriert. Die Anforderungen zur materiellen Sicherheit sind einzuhalten. Die Finanzierung der Basisstation kann über das Land oder den Betreiber erfolgen.

1.2 Versorgung des Objektes durch eine dedizierte Basisstation, Kauf durch Dritte außerhalb des Systemliefervertrages

Der Abruf einer Basisstation ist dem Bund und den Ländern (Vertreten durch die jeweiligen Landesstellen) vorbehalten. Private Betreiber sind nicht berechtigt eine Basisstation abzurufen.

Derzeit wird durch die BDBOS der Kauf einer Basisstation durch Private außerhalb des Systemliefervertrages vorbereitet, die Details hierzu sind bislang nicht geklärt. Für die Einbindung einer solchen Basisstation ist überdies eine Netzanschlussvereinbarung mit dem Betreiber erforderlich in der die Nutzungs- und Zugriffsmodalitäten (Einbindung in das Netz, Zugriff der BOS bei Störungen etc.) festzulegen sind. Diese Netzanschlussvereinbarung existiert derzeit nicht.

1.3 Versorgung von Objekten durch eine/mehrere separate Basisstation(en) (Konzept Schirmzelle)

Mit dieser Lösungsvariante wird das Funksignal der dezentralen Basisstation über die Luftschnittstelle in die betreffenden Objekte übertragen. Aus Redundanzgründen ist bei dieser Variante ein Konzept mit mehreren dedizierten Basisstationen nur für den Zweck der Objektversorgung zu entwickeln. Die technischen Details zum Konzept Schirmzelle sind umfangreich, eine erfolgversprechende Umsetzung ist an mehrere Voraussetzungen geknüpft. So sind unter anderem die Wahl eines geeigneten Standortes für die Schirmzelle so wie die Separierung vom Freifeld wesentliche Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung. Aufgrund der Gesamtkosten ist diese Lösungsvariante nur in Ballungsräumen anzustreben und in der Detailplanung sehr aufwendig.

2. Repeater-Anbindung über Lichtwellenleiter an eine Basisstation

Das Objekt wird mittels Verstärkersystem versorgt. Die Verstärker werden über Lichtwellenleiter (LWL) an eine Basisstation angebunden, von der das Versorgungssignal ausgekoppelt wird.

Anmerkung: Diese Variante findet meist nur bei räumlicher Nähe zur Basisstation Anwendung, da die Kabeldämpfung abhängig vom verwendeten Kabeltyp die mögliche Länge der Koaxial-Leitung begrenzt.

3. Repeater-Anbindung über die Luftschnittstelle an eine Basisstation der Freifeldversorgung mittels gerichteter Antenne

Das Objekt wird mittels Verstärkersystem (Repeater) versorgt. Bei dieser Lösungsvariante erfolgt die Anbindung an das Netz durch eine gerichtete Anbindenantenne über die Luftschnittstelle an eine Vorzugsbasisstation der Freifeldversorgung. Hierbei muss mindestens Sichtverbindung oder besser eine freie 1. Fresnelzone¹ zwischen den Antennen bestehen.

¹ **Was ist eine Fresnel-Zone?**

Man braucht eine gute Sichtverbindung zwischen den Endpunkten einer Richtfunkstrecke. Eine gute / schlechte Sichtverbindung - das klingt seltsam: Entweder die Sichtverbindung ist da oder eben nicht!? Nicht ganz: bei der elektromagnetischen Wellenübertragung kommt der sogenannten Fresnel-Effekt zum Tragen: **Um die direkte optische Sichtlinie zwischen den Antennen muss man sich einen Rotationselipsoid denken, der ungefähr die Form einer Gurke oder eines '(American) Footballs' hat.** Je weiter voneinander entfernt Send- und Empfangsantennen einer Richtfunkstrecke sind, desto größer wird der Durchmesser diese sogenannten „Fres-

Hinsichtlich der Verwendung von Repeatern wird zwischen Kanal- und Bandselektiven Repeatern unterschieden. Kanalselektive TMO-Repeater reproduzieren nur einen gewünschten Kanal sowie die unmittelbar daneben liegenden Kanäle (Kanalselektive Repeater sind sehr schmalbandig) des Freifelds ins Gebäudeinnere. Kanalselektive Repeater erzeugen auf Grund der Schmalbandigkeit relativ hohe Signallaufzeiten.

Bandselektive (breitbandige) TMO-Repeater hingegen übertragen alle empfangbaren Kanäle der Freifeldversorgung innerhalb eines 5 MHz-Bandes in das Objekt. Bandselektive Repeater erzeugen auf Grund der Breitbandigkeit nur geringe Signallaufzeiten.

Grundsätzlich muss für die Auswahl der Betriebsart des Repeaters ausgewertet werden:

- wie weit ist die nächste Basisstation entfernt?
- wie viele Basisstationen empfangen ich am Ort der Anbindeantenne?

4. Direkte HF-Ankopplung an eine Basisstation der Freifeldversorgung

Befindet sich die Basisstation auf dem Objekt bzw. in unmittelbarer Umgebung des Objektes kann eine HF-Ankopplung an eine bestehende Basisstation der Freifeldversorgung als Lösungsvariante gewählt werden. Das Signal wird leitungsgebunden von der Basisstation in das Antennensystem eingespeist.

5. Passive Einkopplung

Bei kleinen Objekten und sehr guter Freifeldversorgung ist eine passive Einkopplung mit gerichteter Außenantenne denkbar. Hierbei werden keine aktiven Komponenten eingesetzt. Die Weiterleitung des Signals erfolgt ohne Verstärkung von der Anbindeantenne zur Versorgungsantenne über ein Koaxial-Kabel. Dabei wird die durch das Koaxial-Kabel hervorgerufene Dämpfung des Signals durch den Antennengewinn kompensiert.

nel-Zone“, je höher die Frequenz, desto kleiner wird der Durchmesser dieser Zone. Eine 'schlechte' Sichtverbindung hat man dann, wenn diese Fresnel-Zone durch irgendein Hindernis verletzt wird. Wenn nun zum Beispiel ein Hausdach in diese Fresnel-Zone hineinragt, so wird die Übertragung stark gedämpft. Faustregel: Wenn mehr als 80 Prozent der Fresnel-Zone verfügbar ist, so ist keine relevante Dämpfung vorhanden.

Tabelle Varianten und deren Vor- und Nachteile

Variante	Vorteil(e)	Nachteil(e)
Dedizierte Basisstation	Die Freifeldversorgung wird nicht beeinflusst. In Abhängigkeit von der gewählten Träger-Ausstattung (NKFZ/HKFZ) der Basisstation können weitere Objekte angebunden werden. In der Regel ist eine Kapazität von zwei Trägern ausreichend. Durch kanalselektive Ankopplung der Luftschnittstellenrepeater stehen i.d.R. eindeutige Empfangspegel am Repeater zur Verfügung. Zudem ist eine höhere Verstärkung für das Eingangssignal möglich da nur ein schmalbandiges Spektrum eingespeist wird.	Die max. Länge der sog. Darkfiber (LWL) ist auf fünf bis zehn Leitungsweg begrenzt. Bei ausgedehnten Objekten kann dies ein Hindernis werden! Der Kauf einer Basisstation durch Dritte ist zum Zeitpunkt der Abfassung dieser Musteranforderungen für Objektfunk BOS – Digitalfunk nicht abschließend geklärt und somit nicht anwendbar. Das Schirmzellenkonzept ist in der Planung aufwendig und schwer umsetzbar.
Repeateranbindung über LWL	Es bleibt nahezu die gesamte Ausgangsleistung der BS zur direkten Versorgung der Freifeldfunkzelle verfügbar, ein Bruchteil der Leistung wird für die Objektversorgung benötigt.	
Repeateranbindung über die Luftschnittstelle an eine Basisstation der Freifeldversorgung	Die Versorgung des Freifeldes ist auch im Objekt verfügbar. Derzeit die Variante mit der häufigsten Anwendung.	Es ist sicher zu stellen, dass die Anbinde-Antenne und die Passivtechnik im Gebäude (Antennenschleife) sicher entkoppelt werden. Hierfür sollte der Ort der Aufstellung der Anbinde-Antenne (i.d.R. auf dem Dach des Objektes) so weit wie möglich entfernt von der Passivtechnik gewählt werden. In Abhängigkeit von der Verstärkung des Repeaters und den Funkausbreitungsbedingungen kann die Verwendung von Repeatern zu einem erhöhten Rauschanteil an der Anbinde-Basisstation führen. Generell ist zu beachten, dass beim Einsatz von Repeatern durch geeignete Pegelung bzw. Einstellung der Verstärkung zu gewährleisten ist, dass Selbsterregung („Aufschwingen“) bzw. andere Störungen infolge zu hoher Schleifen-



		<p>verstärkung sicher vermieden werden.</p> <p>Durch die derzeit gültige Mengenbeschränkung der Systemlieferantin (max. drei Kanalselektive oder max. fünf Bandselektive Repeater je Basisstation) ist die maximal mögliche Anzahl der Repeater pro Basisstation begrenzt.</p>
Direkte HF-Ankopplung an eine Basisstation		Nur bei räumlicher Nähe zur Basisstation anwendbar, die Kabeldämpfung ist abhängig vom verwendeten Kabeltyp.
Passive Einkopplung	Kostengünstige Variante zur Objektversorgung.	<p>Nur bei kleineren Objekten anwendbar. Gesicherte Versorgung des Objektes kann nur begrenzt gewährleistet werden.</p> <p>Die Außenantenne überträgt alle empfangbaren Kanäle des Freifeldes in das Gebäude, ein verwertbares BOS-Signal lässt sich nur sehr eingeschränkt im Gebäude abbilden.</p>

Ihr Kontakt: Carsten-Michael Pix / Telefon (030) 28 88 48 8-00 / E-Mail info@dfv.org

Diese Fachempfehlung können Sie auch unter folgendem Link herunterladen

www.feuerwehrverband.de/fe-musteranforderungen-digitaler-objektfunk.html



Die Seite finden Sie auch, wenn Sie den QR-Code rechts oben nutzen. Halten Sie dazu einfach Ihr Mobiltelefon mit aktiviertem QR-Reader vor das Muster.

Haftungsausschluss: Die Fachempfehlung „Musteranforderungen für Objektfunk im BOS-Digitalfunk“ sowie deren Anlagen wurde nach bestem Wissen und unter größter Sorgfalt durch unsere Experten erstellt und durch die zuständigen Fachbereiche und das DFV-Präsidium geprüft. Eine Haftung der Autoren oder des Deutschen Feuerwehrverbandes ist jedoch grundsätzlich ausgeschlossen.