

Vergangenheit oder Zukunft?

Metropolenkonzepte – technische Möglichkeiten und Anwendungsbeispiele

Friedrich Schwefel

Spätestens als klar wurde, dass in Metropolen mit hoher Konzentration von Objektfunkversorgungsanlagen auf engem Raum die Inhausversorgung in ausgewählten Liegenschaften für das Digitalfunknetz der BOS allein über eine Luftschnittstellenanbindung in ausreichender Qualität nicht würde abgesichert werden können, war das Metropolenkonzept geboren. Es sieht vor, Objektfunkversorgungen zu bündeln, gesamtheitlich zu betrachten und meist über optische Repeater-Systeme in das BOS-Netz einzubinden. Bisher konnte sich aber dieser nun schon vor einigen Jahren entstandene Ansatz noch nicht bundesweit durchsetzen. Unterschiedliche Interessenlagen und unklare Modalitäten für eine faire Kostenverteilung verhindern das. Der Autor ist davon überzeugt, dass Metropolen- und City-Konzepte davon unbenommen auch zukünftig die beste Wahl für die Ausgestaltung der Objektversorgung sind und führt gute Gründe dafür ins Feld.



Bei einer Einsatzlage der Polizei in öffentlichen Gebäuden hängt der Erfolg der Maßnahme nicht zuletzt davon ab, dass die Inhauskommunikation der Einsatzkräfte untereinander über das BOS-Netz reibungslos klappt
(Foto: Nico Endres/Fotolia)

Im bundesweit einheitlichen, digitalen Sprech- und Datenfunksystem der deutschen BOS (Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben) ist eine nahezu vollständige Freifeldversorgung erreicht. Im Krisen- oder Unglücksfall sind jedoch oftmals kritische Objekte – Hauptbahnhöfe, Sportarenen, U-Bahn-Stationen mit Tunnelbereichen, Einkaufszentren sowie Versammlungsstätten – betroffen. Daher gilt es auch hier, eine Versorgung mit BOS-Digitalfunk zu gewährleisten. Für die Erweiterung der Freifeldversorgung in die kritischen Objekte hinein hat sich der Begriff Objektversorgung durchgesetzt. Abgesehen von vergleichsweise wenigen Objekten in Bundeshoheit sind für die Umsetzung der Objektversorgung die Bundesländer und die Betreiber bzw. Eigentümer der Liegenschaften verantwortlich.

Um das Ziel „Ein Netz für alle“ auch in der Objektversorgung umzusetzen, sollte idealerweise eine netzgebundene TMO-Funkversorgung (TMO – Trunked Mode Operation) gewährleistet werden. Andere Lösungsansätze,

z.B. der Einsatz von TMOa (autarken Basisstationen) und/oder DMO-Konzepten (DMO – Direct Mode Operation), stellen keine wirkliche Alternative dar, wenn es darum geht, dass alle BOS innerhalb des digitalen Funknetzes der BDBOS uneingeschränkt kommunizieren können. Gleichzeitig setzt eine Umsetzung einer netzgebundenen TMO-Digitalfunkversorgung innerhalb der Objekte hohe planerische Anforderungen.

Generell wird die Anzahl der TMO-Objektfunkanlagen an einer Freifeldbasisstation durch verschiedene Planungsvorgaben limitiert. Das sind u.a.:

- die Desensibilisierung des Empfängers der Tetra-Basisstation;
- der benötigte Anbindepegel des Repeaters;
- die Erhöhung des Kapazitätsbedarfes der Anbindebasisstation
- Laufzeit- bzw. Handover-Betrachtungen.

Anfänglich war der wesentliche planerische Ansatz, Objektversorgungsanlagen über die Luftschnittstelle in das Tetra-Digitalfunknetz der BOS einzubinden. Wird dieser Ansatz von

Friedrich Schwefel ist Senior Account Manager bei der LS Telcom AG in Lichtenau

Anfang an konsequent konzeptionell umgesetzt und bietet die Qualität der Freifeldversorgung einen sehr hohen Standard, kann diese Lösung auch zum Erfolg führen (siehe Hamburger Modell). In den meisten Städten zeigte sich aber schnell, dass insbesondere die maximal zulässige Desensibilisierung des Empfängers der Anbinde-Freifeld-Basisstation um 1 dB und der benötigte Mindesteingangspiegel am Repeater die Anbindung über die Luftschnittstelle an ihre Grenzen stoßen lässt.

Deshalb ist ein Metropolenkonzept eine Möglichkeit zur Realisierung engmaschiger netzgebundener TMO-Objektfunkanlagen in Ballungsgebieten.

Metropolenkonzept, Historie und Herausforderungen

Unter einem Metropolen- bzw. City-Konzept wird eine vollumfängliche funknetzplanerische, konzeptionelle und organisatorische Betrachtung aller Objektfunkanlagen innerhalb eines definierten Ballungsgebietes im netzgebundenen TMO-Betriebsmodus verstanden.

Die Thematik Metropolenkonzept ist um einiges komplexer, als auf den ersten Blick zu erkennen ist. Die Facharbeitskreise der Verbände, die Systemhersteller sowie die verantwortlichen Mitarbeiter der öffentlichen Hand befassen sich bereits seit mehreren Jahren mit den verschiedenen Herausforderungen der Realisierung von BOS-Tetra-TMO-City-Konzepten.

Die Verwendung von eigenen Basisstationen (in Kombination mit optischen Repeater-Systemen) nur für die Objektfunkversorgung ist eine Standardlösung, wenn es um die Versorgung von großen öffentlichen Objekten geht (z.B. U-Bahnen und Flughäfen).

Diese zusätzlichen Basisstationen, die ausschließlich für den Objektfunk (unterschiedliche OV-Anlagen, verschiedene Eigentümer) zur Verfügung stehen, gilt es näher zu betrachten. Die Inhalte und Herausforderungen von Metropolenkonzepten können wie folgt beschrieben werden:

Eigene Objektfunk-Basisstationen (OV-BS)

- Wer ist Eigentümer und Betreiber?
- Klärung etwaiger Kostenübernahmen für Anschaffung und Betrieb der OV-BS;
- Anschluss an die Vermittlung (Kosten und Kapazitäten);
- Welche Kosten fallen für Betreiber von Objektfunkanlagen bei Anschluss an die OV-BS an (Anschlusskosten, Wartungskosten u.a.)?
- Leitungswege von der OV-BS zum Objekt (Kosten und technische Realisierung der Leitungswege);
- Welche OV-Anlage darf, soll oder muss an die OV-BS angebunden werden (rechtliche Grundlagen, Kostenregelung, technische Möglichkeiten)?
- Wettbewerbsfragen (an optische Master Units können nur Remote Units des jeweiligen Herstellers angebunden werden);
- Überwachungskonzept (Welche Teile des City-Konzeptes werden von wem überwacht?);
- Betriebsverantwortung und Servicefragen.

Richtlinien der regionalen Feuerwehren

- TMOa- und DMO-Lösungen (wenn keine TMO-Realisierung gefordert wird);
- analoge Funksysteme (wenn keine TMO(a)/DMO-Realisierung gefordert wird).

Freifeld-Basisstationen zur Objektversorgung

- leitungsgebundene Anbindung an eine Basisstation des Freifeldes über einen separaten Empfänger.

Ein Metropolenkonzept ist eine logische Konsequenz aus den Planungs- und Realisierungsanforderungen engmaschiger TMO-Objektfunkversorgungen innerhalb von Ballungsgebieten. Betrachtet man jedoch die Herausforderungen der hier aufgelisteten Themenbereiche näher, wird schnell klar, dass der Weg zur Realisierung eines City-Versorgungskonzeptes kein Selbstläufer ist und hohe Anforderungen an die verantwortlichen Behörden und die beauftragten Planungsbüros stellt.

Wie sehen die technischen Möglichkeiten aus?

Ein Metropolenkonzept kann eine Kombination aus verschiedenen technischen Lösungsansätzen für die jeweilige Aufgabenstellung oder als standardisierte Konzeptlösung aufgebaut sein.

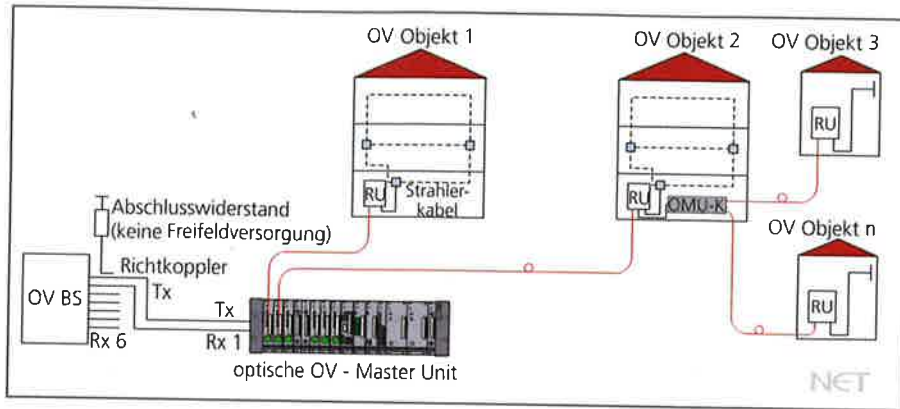
Nachfolgend sind die wesentlichen technischen Möglichkeiten aufgeführt und deren Funktionsweise erläutert.

Schirmzellenkonzept (Mehrfachobjektanbindung über die Luftschnittstelle)

Die Objektfunkanlagen werden über die Luftschnittstelle an eine Schirmzelle angebunden. Die Schirmzelle (S-BS – Schirmzellen Basisstation) ist eine eigens hierfür realisierte Basisstation im digitalen Funknetz der BDBOS, die in der Regel im Umkreis der zu versorgenden Objektfunkanlagen aufgebaut wird. Die Herausforderung besteht in der Planung, d.h. der lokalen Positionierung und der Definition der HF-Linkbilanzen, der eigentlichen Schirmzelle sowie in der Anbindung der Objektfunkanlagen an die Schirmzelle. Mögliche technische Optimierungsmaßnahmen und Sonderlösungen einzelner Repeater-Systemhersteller (z.B. Frequenzinvertierung, Frequency Shifting u.a.) sind aus unterschiedlichen Gründen nicht erlaubt. Die Stadt Berlin (Feuerwehr Berlin) hat Pionierarbeit rund um das Thema Schirmzelle geleistet und schon vor Jahren erfolgreich Feldtests begleitet. Berlin hat inzwischen zwei Schirmzellen im Wirkbetrieb.

Anbindung an eine eigene OV-BS

Die Mehrfachobjektanbindung über Lichtwellenleiter stellt aktuell den klassischen Lösungsansatz für Metropolenkonzepte dar. Die OV-BS werden eigens für die Objektfunkanlagen des Metropolenkonzeptes beschafft und geplant. Idealerweise sind diese OV-BS mit vielen Empfängern (Rx-Eingänge) ausgestattet (maximal sind sechs Rx-Eingänge verfügbar). So kann eine optimale Aufteilung der Objektfunkanlagen – bzw. der jeweiligen Zubringer – zu den optischen



Beispiel für ein Metropolenkonzept, bei dem mehrere Objektversorgungen per Glasfaserverbindung an eine dedizierte Objektfunk-Basisstation (OV-BS) angeschlossen sind

Verteilknoten erfolgen. Die leitungsgebundene Anbindung der optischen Systeme erfolgt derzeit über Einmodenfasern. Der Einsatz von WDM (Wave Division Multiplex), optischen Splittlern (mehrere optische Repeater an einer Faser) und Zwischenknoten (Reihenschaltung von optischen Verteilsystemen) ist möglich und dient der Einsparung von Glasfasern.

Anbindung an Freifeld-BS

Idealerweise verfügt diese BS über mehrere separate Rx-Eingänge (auch hier sind bis zu sechs Rx-Eingänge möglich), um die Vorgabe der maximal zulässigen Desensibilisierung der Anbinde-BS (1 dB) zu erfüllen. Wird die Objektfunkversorgung mit einem separaten freien Rx-Eingang ausgestattet, verfügt die Objektfunkanlage über einen eigenen Empfänger. So kann eine mögliche Beeinflussung der Freifeldversorgung ausgeschlossen werden. Sind noch freie Rx-Eingänge vorhanden, kann ein Zubringer zu einem City-Konzept an einer vorhandenen Basisstation realisiert werden. Allerdings müssen hier entstehende Laufzeitdifferenzen gesondert betrachtet und die Vorgaben der Systemlieferanten für die Glasfaser eingehalten werden.

Neue Systemtechnik für Metropolenkonzepte

Betrachtet man die aktuell verfügbare Systemtechnik der optischen Verteilsysteme, so ist die analoge Übertragung auf dem Lichtwellenleiter zurzeit der begrenzende Faktor. Bei einer analogen Übertragung auf der LWL-Strecke wird derzeit mit einem

sog. optischen Link Budget von maximal 10 dB kalkuliert. Die optische Dämpfung einer Einmodenfaser liegt bei ca. 0,36 dB/km. Kommen optische Splitter zum Einsatz, muss das Link Budget entsprechend aufgeteilt werden. Die aktiven Verteilsysteme der Zukunft verfügen auf der Verteilerebene (zwischen Master Unit und Remote Unit) über eine digitale Modulation, d.h., es können unterschiedliche Verteilwege (SMF, MM, Cat 5, Cat 6) zum Einsatz kommen sowie Systeme und Bänder kombiniert (z.B. Tetra mit LTE) werden. Ein weiteres zukünftiges Leistungsmerkmal von Metropolenkonzepten ist die Bewertung und Überwachung der Versorgungsqualität in den Objekten selbst, d.h., es wird nicht nur die Systemtechnik überwacht, sondern auch die Versorgungsqualität innerhalb des Objektes protokolliert und im Fehlerfall auch entsprechend alarmiert.

Metropolenkonzepte in der Praxis – Anwendungsbeispiele

Metropolenkonzept Sachsen

Das Bundesland Sachsen realisiert aktuell ein Metropolenkonzept für die Städte Dresden, Chemnitz und Leipzig. Mehr als 70 % aller Objektfunkanlagen befinden sich in den jeweiligen Stadtzentren, d.h., es gibt eine örtliche Konzentration der Objektfunkanlagen, die mit einem City-Konzept versorgt werden.

Die aktuelle Lösung basiert auf optischen Repeater-Verteilssystemen, die an eine dedizierte OV-BS oder an eine Freifeldbasisstation angebunden

werden. Zur Einsparung von optischen Fasern und zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit werden sog. Knotenpunkte (Reihenschaltung von optischen Repeater-Systemen) realisiert. Eine Erweiterung der OV-BS auf sechs Rx-Eingänge ermöglicht den Aufbau von verschiedenen Empfängerbereichen und somit eine optimale Ausnutzung der BS. Das Konzept ist umfänglich geplant. So sind Themen wie Redundanz, Festlegung der jeweiligen Verantwortungen sowie die technischen Anbindevorgaben u.a. berücksichtigt und werden entsprechend in der Realisierung begleitet. Der Vorteil dieses Konzeptes wird an der Umsetzung in Leipzig sichtbar. So sind schon allein für lokale Industriebetriebe komplexe standortnahe TMO-Anbindemöglichkeiten beizustellen und Produktionsbetriebe wie BMW oder Porsche mit umfangreichen BOS-TMO-Objektfunkanlagen (jeweils mehr als 30 optische Repeater) zu integrieren. Dank Metropolenkonzept wird es möglich, die Integration beider Standorte in das BOS-Digitalfunknetz durch eine Basisstation sicher zu stellen. Die Ausnutzung aller sechs Empfänger lässt die Integration weiterer Objekte zu.

Hamburger Modell (Vorläufer eines City-Versorgungskonzeptes)

Die digitale TMO-Objektversorgung in der City Hamburg wird größtenteils über die Luftschnittstelle umgesetzt. Dieses Lösungskonzept wurde bereits frühzeitig in der Planung der Freifeldversorgung mit berücksichtigt. Somit ist gewährleistet, dass hier auch entsprechend ausreichend definierte Kapazitäten (in Verbindung mit den zugehörigen jeweiligen Anbindepegeln für die Luftschnittstellenanbindung der Inhausfunkanlagen) zur Verfügung stehen. Im Rahmen dieses Hamburger Versorgungskonzeptes wurde auch das UL Muting von der verantwortlichen Behörde zusammen mit der Industrie und den Fachverbänden auf den Weg gebracht. Beim UL Muting (Voraussetzung: kanalselektiver HF-Repeater mit digitaler Filtertechnik) wird auf Zeitschlitzbasis eine zusätzliche Dämpfung in den Empfangszweig



Räumliche Verteilung der Objektfunkanlagen in Dresden

zur Anbinde-BS geschaltet (es wird nur dann geregelt, wenn keine Informationen übertragen werden, d.h., es erfolgt keine Beeinflussung der Information) und so der Rauscheintrag minimiert. Durch Einsatz von UL Muting kann eine größere Anzahl von Repeatern an eine Basisstation angebunden werden. UL Muting ist mittlerweile bundesweit umgesetzt.

Metropolenkonzepte – eine Lösung für die Zukunft?!

Das Metropolenkonzept ist auch das Mittel der Zukunft in der BOS-Ob-

jektversorgung, weil es im Vergleich der möglichen Varianten die größte Rückwirkungsfreiheit auf das Freifeld verspricht und die geringste Störfälligkeit hat. Der Weg zu einem erfolgreichen Metropolenkonzept beginnt mit der Aufgabenstellung – in einem Pflichtenheft sollten die fachlich fundierten Anforderungen definiert werden. Zudem sollte ein erfahrenes Planungsunternehmen mit der Konzepterstellung beauftragt werden, das idealerweise bereits vergleichbare Projekte ausgeführt hat. Zu den wesentlichen Inhalten eines Metropolenkonzeptes gehören:

- Lastenheft Metropolenkonzept Objektfunk (Themenmodule);
- rechtliche Rahmenbedingungen;
- technische Rahmenbedingungen;
- Anbindekonzept;
- Netzintegrationskonzept;
- Realisierungskonzept;
- Zusammenfassung und Bewertung.
- Projektbeschreibung (Projektübersicht, technische Vorgaben, Kostenregelung und rechtliche Rahmenbedingungen, Realisierung City-Konzept, Betrieb und Wartung).

Die aktuellen Beispiele zeigen, dass die Übernahme von Verantwortung durch die jeweiligen öffentlichen Stellen (z.B. Beistellung und Betrieb einer OV-BS als Vorleistung) die Beteiligten ermutigen, mit in das „Objektfunk-Metropolenboot“ zu steigen und ihren Beitrag zu leisten. Ein individuell ausgearbeitetes Metropolenkonzept bietet einen zukunftsicheren Lösungsansatz für größere Städte, um die Kommunikation im Krisenfall nicht an den Objektzugangstüren enden zu lassen.

(bac)

+++ Die TCCA (Tetra and Critical Communications Association) hat im Juli eine Übersicht zum aktuellen Stand der internationalen Abstimmungen zu den Frequenzbändern herausgegeben, die zukünftig in Europa für **Breitband-PPDR** zur Verfügung stehen (Public Protection and Disaster Relief, Schutz der Öffentlichkeit und Katastrophenhilfe). „A Review of the Spectrum Status for Broadband PPDR in Europe“ gibt es bei www.tandcca.com (dort unter Latest Publications).

+++ Im Juni wurde Andreas Gegenfurtner zum **Päsidenten** der Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (**BDBOS**) ernannt. Gegenfurtner war seit 2007 Vizepräsident der Behörde, die derzeit über 300 Beschäftigte zählt. Der neue Leiter der BDBOS, Jahrgang 1959, kommt aus der Polizei. Er ist Polizeivizepräsident des Landes Baden-Würt-

PMR-News

(Foto: BDBOS)



temberg und seit 2004 im Bereich des Digitalfunks der BOS tätig. 2006 übernahm er als Gesamtprojektverantwortlicher die Einführung des BOS-Digitalfunks in Baden-Württemberg.

+++ Hytera hat eine Ausschreibung zur Ausstattung von weltweiten **EU-Delegationen** mit **Funknetzen** gewonnen. Der Vertrag hat eine Laufzeit von vier Jahren und umfasst die Bereitstellung von Kommunikationssystemen für den Funkverkehr über

kurze und lange Entfernungen. Außerdem wird Hytera für Installation, Modernisierung, Austausch, Reparatur und Wartung der Netze zuständig sein. Darüber hinaus wird den EU-Delegationen und dem Hauptsitz des EAD (Europäischer Auswärtiger Dienst) ein technischer Support zur Verfügung gestellt.

+++ Telent errichtet als Generalunternehmer für die Alarmierung der BOS im **Landkreis Mittelsachsen** ein einheitliches **Alarmierungsnetz** (Pocsag). Dazu gehören die Infrastruktur, die Endgeräte sowie Service- und Wartungsleistungen. Die Inbetriebnahme soll bis Ende 2016 abgeschlossen sein.

+++ **Airbus Defence and Space** und **Facewatch** (www.facewatch.co.uk) sind eine **Kooperation** eingegangen. Mit dem Ziel, ab 2017 Apps zur Kriminalitätsbekämpfung für das Tactilon Dabat bereitzustellen.