

TD

PMR und **TETRAPOL** Kompendium

Inhalt

01		05	12
Zusammenfassung		PMR in der Schweiz: TETRAPOL	
02			
Einführung in den professionellen Mobilfunk	03	<ul style="list-style-type: none">• POLYCOM – Sicherheitsnetz Funk der Schweiz• Aktueller Status	
<ul style="list-style-type: none">• Definitionen ITU, Einteilung• Funktechnologien, analoge und digitale Systeme• Ein Vergleich zwischen einem öffentlichen Mobilfunknetz und einem PMR-System für öffentliche Sicherheit• Funksystemkomponenten, Netze• Basisstation (Base Station)• Vermittler (Switches)• Vernetzung• Hand- und Mobilfunkgeräte (Handheld Radio Terminal, Mobile Terminal)• Leitstelle (Dispatcher)• Netzüberwachung (Technisches Netzwerkmanagement)	04	06	13
		Broadband Wireless-Dienste für die öffentliche Sicherheit	
		<ul style="list-style-type: none">• Szenarien für die Einführung von Breitbanddiensten	
03		07	14
Der Markt für professionellen Mobilfunk	07	Fazit und Schlussbemerkung	
<ul style="list-style-type: none">• Technologien und Hersteller• Anwender, Gründe für Systemwechsel• Bedürfnisse der Anwender• Die Vorzüge des TETRAPOL-Standards• Die Verbreitung des TETRAPOL-Standards		08	15
04		Abkürzungen	
Der Wechsel zum Internet Protocol	10		
<ul style="list-style-type: none">• Die Vorteile des Internet Protocol			

Zusammenfassung

Dieses Dokument bietet einen Überblick der im professionellen Mobilfunk zum Beispiel von Behörden und Organisationen für Rettung und Sicherheit (BORS) verwendeten Systeme. Die Hauptvorteile des Bündelfunks und die Kernfunktionen des digitalen professionellen Mobilfunks (PMR) werden ebenfalls dargestellt, und zwar unter besonderer Beachtung der TETRAPOL-Technologie. Weiterhin enthält dieses Dokument eine Kurzdarstellung des PMR-Markts, seiner Segmente und des weltweit installierten Bestands an PMR-Systemen.

Schliesslich ist in dieser Darstellung auch der Diskussionsstand zur Einführung einer spezifischen Wireless Broadband-Lösung für Blaulichtorganisationen wiedergegeben.

Einführung in den professionellen Mobilfunk

Definitionen ITU, Einteilung

In der drahtlosen Kommunikation unterteilt die ITU (International Telecommunication Union) die Systeme in landgestützten mobilen Funk, Seefunk, Flugfunk und Satellitenfunk. Bei der teilnehmerstärksten Gruppe «landgestützter mobiler Funk» (Land Mobile Radio Systems, LMRS) wird zwischen öffentlicher und nicht öffentlicher Kommunikation unterschieden.

Der Schwerpunkt der Betrachtungen wird in diesem Compendium auf den nicht öffentlichen, professionellen Mobilfunk (Professional Mobile Radio) bzw. den Betriebsfunk gelegt. Da sich die Bedürfnisse und Verhaltensweisen der Anwender im professionellen Mobilfunk von denen des öffentlichen Mobilfunks, der überdies eindeutig profitorientiert ist, stark unterscheiden, differieren die Systeme auch in technischer Hinsicht sehr stark. Ein schneller Verbindungsaufbau, Gruppenrufe, Prioritätsrufe, organisationsbezogene Rufnummernpläne, Ende-zu-Ende Verschlüsselung, Kommunikationsführung durch eine Leitstelle oder etwa funktionelle, robuste Endgeräte unterscheiden moderne professionelle Mobilfunksysteme von den Systemen für eine öffentliche Funkkommunikation. Auch eine der wichtigsten Anforderungen – direkte Kommunikation der Endgeräte ohne Infrastruktur im sogenannten Direktbetrieb – wird bei den bestehenden öffentlichen Mobilfunknetzen, Mobiltelefonen und Smartphones nicht erfüllt.

Beim Betrieb von öffentlichen Mobilfunknetzen stehen die kommerziellen Ziele im Vordergrund: Funkabdeckung, wo es am meisten rentiert, Funkinfrastruktur so kostengünstig wie möglich usw.

Eine Integration besonderer Funktionen würde sogar die Wirtschaftlichkeit dieser öffentlichen Mobilfunknetze in Frage stellen oder ist, technisch gesehen, mit Standardnetzausrüstung gar nicht realisierbar.

Funktechnologien, analoge und digitale Systeme

Analoge Festkanalsysteme, welche Jahrzehnte im Einsatz waren, kamen wegen der immer knapper werdenden Funkfrequenzen und einer stetig wachsenden Teilnehmeranzahl an ihre technischen Grenzen. Festkanal bedeutet, dass Frequenzen einem Teilnehmer, einer Organisation oder einem Datendienst permanent fest zugeteilt zur Verfügung stehen. Es handelt sich hier um den «Walkie-Talkie» Funk, der sich auf eine rein bidirektionale Sprachkommunikation beschränkt.

Zwangsläufig ergab sich hier die Möglichkeit für die Funktion «Alle hören mit», wenn alle Funkgeräte auf die gleiche Frequenz eingestellt sind.

Dies führte zur Einführung von analogen Bündelfunksystemen, welche das Frequenzproblem zum damaligen Zeitpunkt schlagartig lösten, aber auch wesentlich mehr Teilnehmer effizient bedienen konnten. Der Begriff Bündelfunk (engl.: «trunked radio communication») bedeutet, dass die einzelnen Funkkanäle den einzelnen Teilnehmern und Datendiensten dynamisch zugeordnet werden. Aufgebaut sind solche analogen Bündelfunk-

systeme ebenfalls als zellulare Netze wobei je nach Zelle und Frequenzkanal dem Gerät signalisiert werden muss, wie die Kommunikation abzulaufen hat. Dazu wird auf einem Signalisierungskanal (auch Kontrollkanal genannt) die notwendige Information zur Steuerung der Teilnehmer übermittelt. Unterschiedliche Entwicklungen in verschiedenen Ländern führten zu einer Vielzahl von proprietären Systemen aber auch Normierungsversuchen. Dabei wurde der Standard MPT1327 definiert, welcher sehr weit verbreitet ist.

Erstmals hielten in solchen Umgebungen Ansätze zur Realisierung spezieller Funktionen, wie z.B. Notrufe per Knopfdruck, Einzug. Die rasante Entwicklung im Kommunikationsumfeld führte in den letzten Jahren dazu, dass digitale Technologien analoge Systeme in den meisten Fällen ablösten.

Digitale Bündelfunksysteme stellen global gesehen den aktuellsten Stand der Entwicklung von Kommunikationssystemen für den professionellen Mobilfunk dar. Sie kombinieren frequenzökonomische Bündelfunktechnologie mit moderner Digitaltechnik, welche durch geeignete Algorithmen nicht nur die Sprachqualität erhöht, sondern auch eine sicherere (weniger Übertragungsfehler) und gesicherte (im Sinn von Abhörsicherheit) Übertragung erlaubt.

Bündelfunk unterstützt dynamische Kanalzuordnung: höhere Verkehrskapazität

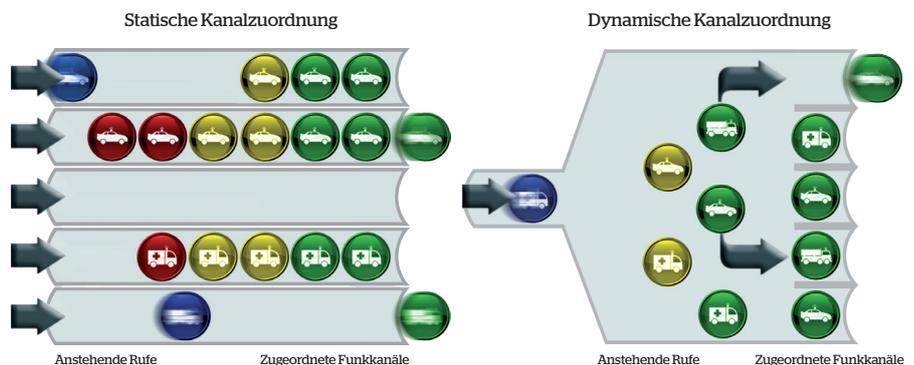


Abbildung 1: Dynamische Kanalzuordnung im Bündelfunk

Ein Vergleich zwischen einem öffentlichen Mobilfunknetz und einem PMR-System für öffentliche Sicherheit

Beim umfassenden Vergleich der Architektur eines öffentlichen Mobilfunknetzes und der eines PMR-Netzwerks werden auf den ersten Blick einige Ähnlichkeiten deutlich: ein zentrales Schalt- oder Routinggerät, eine Reihe von Basisstationen für Endgeräte mit dem notwendigen Zugriff auf die Schaltfunktion sowie eine Reihe von Datenbank- und Verwaltungssystemen, mit denen Betreiber und Organisationen die Werkzeuge erhalten, um den Dienst betriebsbereit zu halten. Ein zweiter Blick offenbart dagegen bereits die grundlegenden Unterschiede zwischen diesen beiden Netzwerken. Bei PMR-Netzwerken ist die Gruppenkommunikation eine Kernfunktion: Die Benutzer werden Gruppen zugeordnet, in denen eine Person sprechen und alle anderen zuhören können. Es gibt auch die Möglichkeit der privaten Kommunikation (Eins-zu-Eins), die aber nur sehr selten verwendet wird. Öffentliche Mobilfunknetze sind dagegen für eine Eins-zu-Eins-Kommunikation optimiert, egal ob für Sprach- oder Anwendungsdaten, und sie unterstützen eine viel höhere Anzahl von Benutzern. Zu den weiteren Merkmalen der PMR-Netze für die öffentliche Sicherheit, die sie von öffentlichen Mobilfunknetzen unterscheiden, sind:

- ▶ Gute Funknetzabdeckung sämtlicher Gebiete, einschliesslich in ländlichen und in Bergregionen;
- ▶ Hohe Dienstverfügbarkeit, unabhängig von Tag und Uhrzeit, durch Redundanz auf verschiedenen Architekturebenen
- ▶ Unterschiedliche Fallback-Mechanismen
- ▶ Redundante Stromversorgung an allen Standorten sowie ausreichende Notbatteriekapazität für den ‚Worst Case‘
- ▶ Auf funktionaler Ebene die Unterstützung von Gruppenrufen, Notrufen sowie individuellen Anrufen
- ▶ Möglichkeit einer Kommunikation auch ohne Netzabdeckung, entweder über Repeater oder direkt von Funkgerät zu Funkgerät
- ▶ Reservierung von Kommunikationsressourcen für jede einzelne Organisation, um Datenschutz und Verfügbarkeit der Ressourcen sicherzustellen

- ▶ Ende-zu-Ende Verschlüsselung
- ▶ Fähigkeit, eine Verbindung mit mehreren Organisationen herzustellen, um das Management von Notfällen und Grossveranstaltungen optimal zu unterstützen
- ▶ Vollständige Integration von Kommandozentralen und Disponenten, um die Einsatzkräfte vor Ort zu koordinieren

Diese Merkmale der PMR-Netze sind von grundlegender Bedeutung für die Unterstützung der öffentlichen Sicherheitskräfte und werden auf den nächsten Seiten veranschaulicht.

Funksystemkomponenten, Netze

Digitale Bündelfunksysteme bilden durch Zusammensetzung unterschiedlichster Infrastruktur- und Terminalkomponenten ein professionelles Mobilfunknetz. Im Folgenden werden diese einzelnen Elemente und Begriffe erläutert. Dabei wird auf die nachstehende Grafik referenziert.

Basisstation (Base Station)

Eine Sendeempfangsstation mit baulicher Infrastruktur zur Aufnahme der Komponenten und der Antennenanlage wird Basisstation genannt. Ihr Abdeckungsbereich ist die so genannte «Zelle» (zellulare Netze). Je nach Anzahl der Organisationen und der Nutzer (daraus wird unter diversen Annahmen die Belastung des Systems errechnet) werden die Sendeempfänger mit einer gewissen Anzahl physikalischer Kanäle bestückt. Es wird unterschieden zwischen Kontrollkanal (Steuerungsinformation) und Verkehrskanälen (Sprach- und Datensignale). Durch eine feste Zuweisung von Kanälen für Sprach- oder Datensignale können Systemressourcen prioritär vergeben werden. Die Basisstationen haben in den letzten Jahren ebenfalls eine grosse Entwicklung durchgemacht: waren vor ein paar Jahren noch mehrere grosse Schränke für eine maximale Konfiguration nötig, hat heute alles in einem Schrank platz. Gleichzeitig bieten die Multi-Band Basisstationen auch den internen Ausbau für breitbandige Datenfunkkanäle der LTE, die Mobilfunktechnologie der 4. Generation.

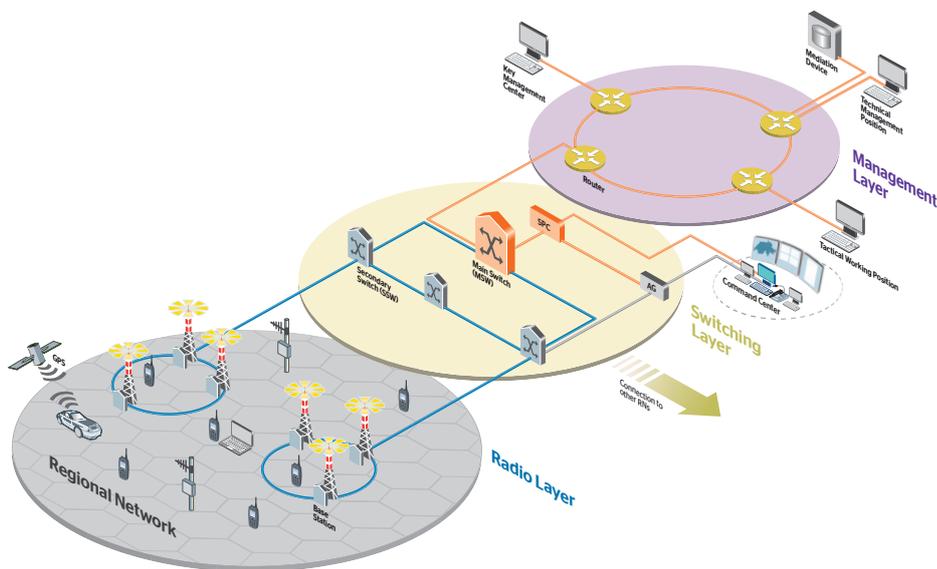


Abbildung 2: Die TETRAPOL TDM Architektur

Vermittler (Switches)

Die Gespräche und Verbindungen von mehreren Zellen werden in diesen Komponenten zusammengefasst und vermittelt bzw. weitergeleitet. Sämtliche Basisstationen sind mit den Vermittlern durch Richtfunk, Glasfaserkabel oder Koaxialkabel verbunden. Um eine Redundanz zu erreichen und so die Betriebssicherheit zu erhöhen, werden verschiedene Verbindungen doppelt oder vermascht ausgeführt. Nur beim Übergang vom Vermittler in die Leitstelle oder in das öffentliche Telefonnetz werden die Daten entschlüsselt bzw. als Sprache ausgegeben. Datensignale können ab hier auch in IP-basierende Computernetzwerke übergeleitet werden.

Während jeder Hauptvermittler bisher einen ganzen Schrank füllte, reicht heute ein leistungsfähiger Industrierechner, wie z.B. ein Control Node in Abbildung 2. In den neuesten IP-basierenden Systemen erfolgt die Sprachkommunikation über VoIP und sogenannte softwarebasierte Paketvermittlung.

Vernetzung

Die meisten PMR-Systeme können sowohl nach Time-Division Multiplexing-Verfahren (TDM) wie PDH als auch über IP-Strecken miteinander verbunden werden. TDM gilt heute in den meisten Industrieländern als veraltet bzw. wird nicht mehr unterstützt. Die Obsoleszenz von TDM hatte Folgen für Material und Komponenten; TDM-Produkte wurden teurer, der Support immer schwieriger zu organisieren. Neue PMR-Netze sollten also unbedingt IP-basierend implementiert werden.

Hand- und Mobilfunkgeräte (Handheld Radio Terminal, Mobile Terminal)

Die eigentlichen Funkgeräte werden eingeteilt in tragbare und mobile Geräte (Fahrzeug-, Motorradeinbau). Ihre Ausgangsleistung ist unterschiedlich, da bei Handfunkgeräten ein optimaler Kompromiss zwischen genügend Sendeleistung und ausreichender Betriebszeit bis zur nächsten Aufladung erreicht werden muss. Typische Werte liegen bei 2 W (Handfunkgeräte) und bis zu 10 W (Mobilgeräte). Die Funkgeräte sind ohne oder mit integriertem Schlüsselchip für Ende-zu-Ende Verschlüsselung lieferbar. Die Mobilfunkgeräte können auch im Direkt- oder Relaisbetrieb, ohne Funkinfrastruktur (Walkie-Talkie Betrieb), verwendet werden. In den Funkgeräten wird die Kommunikation verschlüsselt und entschlüsselt, und in manchen Architekturen erfolgt keine Entschlüsselung in den Basisstationen (End to End Encryption).

Leitstelle (Dispatcher)

Funkleitstellen sind Arbeitsplätze in Einsatzleitzentralen (ELZ oder auch Einsatzleitstelle ELS) denen funktechnische Spezialfunktionen zugeordnet sind (Prioritätsrufe, Abbruchmöglichkeit von Verbindungen, Zusammenschaltung von Organisationen und Gruppen sowie Zugriff auf Datenbanken und Informationssysteme) um eine optimale Koordinierung und Steuerung von Einsatzkräften durchführen zu können. Die ELZ Mitarbeiter koordinieren auch Überleitungen vom und in das öffentliche Telefonnetz.

Netzüberwachung (Technisches Netzwerkmanagement)

Unabhängig vom eigentlichen operativen Einsatz werden mit dem Netzwerkmanagement Grundeinstellungen des Netzes aufgesetzt und technische Parameter gesteuert. Meistens sind diese übergeordneten Arbeitsplätze für eine optimale Steuerung des Netzes oder die Durchführung von Änderungen im Betrieb vorgesehen.

Der Markt für professionellen Mobilfunk

Von insgesamt 41 Millionen PMR-Endgeräten weltweit waren nach Schätzungen von IMS Research noch vor kurzem nur 20 % mit Digitaltechnik ausgestattet; 80 % waren Analoggeräte. Die Digitaltechnik ist allerdings im Kommen. Bis Ende 2016 dürfte ihr Anteil auf 45 % angestiegen sein¹.

Nach Angaben von Transparency Market Research belief sich das Marktvolumen für PMR-Systeme 2013² bei Berücksichtigung aller Marktsegmente auf 10,5 Mrd.USD. Der grösste Teil dieses Volumens entfällt noch immer auf Analogsysteme, was mit den Schätzungen von IMS übereinstimmt. Im Bereich der öffentlichen Sicherheit sind die meisten Industrieländer inzwischen zu digitalen Systemen übergegangen. Interessanterweise ist Transparency Market Research beim Tempo des Übergangs zu Digitaltechnik vorsichtiger und geht davon aus, dass digitale Systeme erst um 2020 in einem Markt mit einem Volumen von 30 Mrd.USD einen Anteil von 50 % erreichen werden.

Derselben Studie zufolge verteilte sich der Gesamtmarkt 2013 auf die einzelnen Marktsegmente wie in Abbildung 3 dargestellt: Die führenden PMR-Technologien sind:

- ▶ TETRA, um 1996 verabschiedeter ETSI-Standard, seit 2000 weit verbreitet;
- ▶ TETRAPOL, von Airbus entwickelter, öffentlich zugänglicher Industriestandard;
- ▶ P25, der führende digital PMR-Standard in Nordamerika;
- ▶ DMR (Digital Mobile Radio), ein TDMA-basierender ETSI-Standard;
- ▶ dPMR, ein FDMA-basierender ETSI-Standard.

Die beiden zuletzt genannten Standards werden meist von regionalen Betreibern für gewerbliche Kommunikationsplattformen, zum Beispiel im Verkehrswesen und in der Logistik, gewählt. Nach Angaben der jeweiligen Hersteller Foren³ kommen die TETRA-Systeme auf insgesamt ca. 3,5 Millionen und die TETRAPOL-Systeme auf etwa 1,85 Millionen Nutzer.

Technologien und Hersteller

Die auf der TETRAPOL- und TETRA-Technologie basierenden Systeme wurden speziell für die spezifischen Bedürfnisse von lokalen, regionalen oder landesweiten BORS-Netzen, aber auch für die Bedürfnisse von privaten Betriebsfunknetzen der Industrie oder des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) ausgelegt. Der Anteil der BORS-Nutzer hat prozentual gesehen in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen.

Bei den digitalen Bündelfunksystemen stehen sich in Europa und in verschiedenen anderen Ländern derzeit die Systeme TETRAPOL (Airbus Defence and Space) und TETRA (Motorola, Rohill, Hytera, Sepura, Tait) gegenüber. Hauptunterscheidungsmerkmal zwischen TETRAPOL und TETRA ist das Kanalzugriffsverfahren. Während bei TETRAPOL die FDMA-Technologie (Frequenzmultiplex) eingesetzt wird, basiert TETRA auf der so genannten TDMA-Technologie (Zeitmultiplex). Das FDMA Verfahren bietet, verglichen mit der TDMA-Technologie, den Vorteil einer grösseren Reichweite bei gleicher Leistung. Das in den USA eingesetzte System APCO 25 (Motorola, Harris) ist ebenfalls ein FDMA-System (ähnlich TETRAPOL) und deckt nach Aussagen der Sicherheitskräfte deren Anforderungen am besten ab.

Anwender, Gründe für Systemwechsel

Viele Behörden bzw. zuständige Organisationen wurden in den letzten Jahren gezwungen, die völlig veralteten und unzureichenden Kommunikationsmittel für die öffentliche Sicherheit zu ersetzen. Für den starken Zuwachs professioneller digitaler Bündelfunksysteme waren, und sind noch, hauptsächlich verantwortlich die folgenden Schlüsselfaktoren:

Globaler PMR Markt - 2013

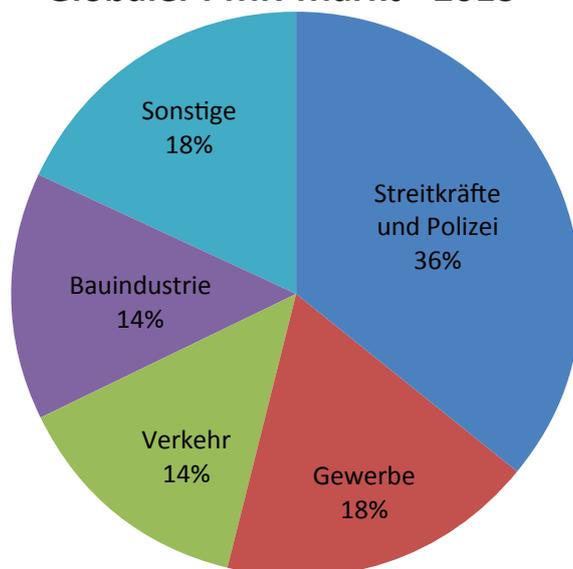


Abbildung 3: Globaler PMR-Markt nach Segmenten (2013)

1. www.wireless-mag.com/RoundTables/23363/The-challenges-of-migrating-from-analogue-digital-radio.aspx (2012)
2. Vgl. www.transparencymarketresearch.com/pressrelease/land-mobile-radio-systems.htm
3. www.tand.cca.com/about/article/21574 und www.tetrapol.com/markets_and_trends/references

- ▶ Einsatz veralteter Technologien (Ende des Systemlebenszyklus)
- ▶ Fehlender Lieferantensupport (Ersatzkomponenten, Reparaturen etc.)
- ▶ Ungenügende Funkabdeckung (Funkschatten)
- ▶ Schlechte Sprachqualität (Interferenzen, Störungen, störende Umgebungsgeräusche)
- ▶ Vermehrt Datenübertragungsanwendungen (Datenbankabfragen, Informationssystemintegration etc.)
- ▶ Wunsch nach Abhörsicherheit und Verschlüsselung
- ▶ Überlastung der Netze, Frequenzbedarf, Zwang zu Frequenzwechsel

Digitale Bündelfunksysteme sind die logische Fortsetzung der Kommunikationsmittelentwicklung angesichts der zunehmenden Frequenzknappheit, aber auch wegen der Notwendigkeit, bei Grosslagen organisationsübergreifend kommunizieren zu können. Die zunehmende und flexible Einbindung von Datendiensten kann ebenfalls nur durch digitale Systeme effizient bewerkstelligt werden. In der jüngsten Vergangenheit haben Geschehnisse wie Naturkatastrophen, Demonstrationen oder Grossanlässe eindeutig gezeigt, dass nur durch ausgereifte Kommunikationsmittel Menschenleben gerettet bzw. geschützt werden und der Einsatz verschiedener Organisationen reibungslos koordiniert werden können.

Bedürfnisse der Anwender

Ein professionelles Mobilfunknetz, welches von mehreren Organisationen geteilt werden kann, muss sämtliche Bedürfnisse aller Organisationen vollumfänglich abdecken. Dabei muss im Bedarfsfall auch organisationsübergreifende Kommunikation möglich sein. Aus den Betriebserfahrungen mit analogen Bündelfunksystemen und dem täglichen Einsatz bei den verschiedenen Organisationen haben sich folgende Hauptanforderungen an ein modernes, digitales Bündelfunksystem herauskristallisiert:

- ▶ Vollautomatische Zuordnung eines Betriebskanals sowie Verwaltung der Frequenzressourcen
- ▶ Ende-zu-Ende Verschlüsselung im Regelbetrieb
- ▶ Robuster Direktmodus ohne Netzinfrastruktur

- ▶ Sprach- und Datenfunk im gleichen Netz mit gleicher Abdeckung
- ▶ Durchwahlmöglichkeit von/in andere Netze (Sprache und Daten)
- ▶ Offener Kanal, «Jeder-hört-Jeden» Funktion
- ▶ Interoperabilität zwischen verschiedenen Organisationen
- ▶ Dynamische Gruppenbildung durch Leitstelle
- ▶ Ständige Überwachung des Netzes im Direkt-Betrieb (Dual-Watch Mode)
- ▶ Ferndeaktivierung von Terminals (temporär/ endgültig) im Falle von Diebstahl oder Verlust
- ▶ Parametrisierbarer Notruf
- ▶ Steuerung der Gespräche nach Prioritätsgesichtspunkten
- ▶ Koppelbarkeit mit GPS-Systemen für Flottenmanagement

Aus diesen Forderungen heraus zeigt sich bereits, dass Standard Mobilsysteme technisch nicht in der Lage sind, mehrere dieser wichtigen Kriterien zu erfüllen. Nachträgliche Implementierungsversuche scheitern an der Technologie oder erlauben nur eine sehr begrenzte Realisierung. Ein sehr anschauliches Beispiel ist in diesem Zusammenhang der «Offene Kanal» bzw. eine Gruppenkommunikation, welche z.B. in einem softwaremässig adaptierten Mobilnetz dazu führen, dass die Anzahl Teilnehmer in einer Gruppe bzw. in diesem imaginären offenen Kanal pro Funkgerät einen physikalischen Funkkanal pro Basisstation belegen. Dies bedeutet, dass die maximale Anzahl Nutzer pro Zelle (pro Abdeckung einer Basisstation) in diesem Fall auf die maximale Anzahl physikalisch zugeordneter Kanäle (z.B. 16 oder 32) beschränkt ist. Ein TETRAPOL-System hingegen benötigt pro Gruppenkommunikation nur einen physikalischen Kanal und die mögliche Anzahl Teilnehmer liegt bei mehreren Tausend pro Basisstation.

Die Vorzüge des TETRAPOL-Standards

Die folgenden typischen Stärken und beschriebenen Komponenten sind Bestandteil des TETRAPOL-Systems und garantieren die Grundlage für einen optimalen Einsatz. Ein Grossteil dieser Funktionen ist bei den analogen Systemen nicht integriert, nur unzulänglich realisierbar oder gar nicht möglich.

Grosse Funkabdeckung pro Basisstation

Aufgrund der bei TETRAPOL zum Einsatz kommenden Kanalzugriffs- und Modulationstechnik ergibt sich eine höhere dynamische Empfangsempfindlichkeit. Dies resultiert in grösseren Funkreichweiten und somit weniger Basisstationen pro abzudeckende Fläche als bei TDMA Systemen. Das wirkt sich nicht nur positiv auf die Investitions- sondern auch auf die ständig wiederkehrenden Betriebskosten aus. Denn neben einer geringeren Anzahl Standorte für Basisstationen werden auch weniger Verbindungen benötigt. Zudem ist eine reduzierte Anzahl Antennenstandorte in Anbetracht der Vorgaben durch Umweltbehörden wie z.B. das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft aber auch wegen der NIS-Verordnungen (Nicht Ionisierende Strahlung) von Vorteil.

Ende-zu-Ende Verschlüsselung

TETRAPOL unterstützt eine sichere (128 Bit), durchgehend verschlüsselte Übertragung von Endgerät zu Endgerät. In den Basisstationen findet keine Chiffrierung bzw. Dechiffrierung statt. Im gesamten Netzwerk bis zum Hauptvermittler ist ebenfalls nur ein verschlüsseltes Signal vorhanden, d.h. ein selektives Abhören einer Mikrowellenrichtfunkverbindung ist nicht möglich. Erst ab dem Vermittler (oder Packetvermittler), der in einer gesicherten Umgebung steht, kann auf Klartextinformation zugegriffen werden.

Multiorganisationsfähigkeit

Auf Grund des gewählten Adressierungskonzepts kann TETRAPOL von mehreren Organisationen unterschiedlicher Regionen eines Landes gemeinsam genutzt werden, wobei neben einer operationellen Eigenständigkeit die Möglichkeit zur dynamischen Kooperation jederzeit besteht, die im Bedarfsfall aktiviert werden kann. Zusammenschaltungen können nach allen nur erdenklichen Gesichtspunkten und in allen Ausführungen erfolgen. Gerade die Multiorganisationsfähigkeit der TETRAPOL-Technologie bietet in einem Sicherheitsfunknetz, wie es in der Schweiz eingesetzt wird, enorme Vorteile bzw. ermöglicht es, eine gemeinsame Infrastruktur durch mehrere Organisationen zu teilen. Die dabei absolut garantierte Unabhängigkeit und Vertraulichkeit der Information kann von Organisation zu Organisation definiert werden.

Flottenmanagement

Durch Integration von GPS-Satellitenempfängern in TETRAPOL kann ein Flottenmanagement von Einsatzfahrzeugen durchgeführt werden. Am Bildschirm kann die Bewegungsrouten der Fahrzeuge auf eingeblendetem Kartenmaterial verfolgt werden. Die Koordinaten der Fahrzeuge werden ständig über das Funksystem abgefragt und an den Funkleitreechner übermittelt (Polling). Dies erfolgt über die gleiche Infrastruktur, welche für die Sprach- und Datenkommunikation verwendet wird. AVL-Funktionen (Automatische Fahrzeugpositionsbestimmung - Automatic Vehicle Location) werden auch im ÖPNV-Umfeld für die Positionsbestimmung von Bussen verwendet. So gewonnene Daten können in ein Leitsystem, welches mit diesen Angaben den Verkehrsfluss steuert, übernommen werden.

Unabhängiger Sende-/Empfangsverstärker (Independent Digital Repeater - IDR)

Mit Hilfe eines aktenkoffergrossen IDR kann in Regionen ohne Funkabdeckung oder bei ungenügender Empfangsfeldstärke (z.B. Gebirgsregionen oder in Gebäuden) die Reichweite auf bis zu 10 km Durchmesser ausgedehnt werden. Der IDR kann auch in einem Fahrzeug montiert werden und bietet dann eine erweiterte Funkabdeckung im Umkreis dieses Fahrzeugs.

Effizienter Direktbetrieb (Direct Mode Operation - DMO, Walkie-Talkie Betrieb)

Die direkte Kommunikationsmöglichkeit zwischen Endgeräten ohne Netzwerkinfrastruktur ist von grösster Wichtigkeit für Einsatzkräfte. In besonderen Situationen (Tiefgaragen, Untergeschosse oder Regionen ohne Funkabdeckung) ist eine direkte Verbindung mit allen anderen Einsatzkräften bei Reichweiten bis zu einigen Kilometern, abhängig von den Ausbreitungsverhältnissen, möglich.

Einkanalumsetzer (Single Channel Converter - SCC)

Ein SCC ermöglicht die Überleitung eines TETRAPOL-Funknetzes in ein bestehendes, auf einem anderen Standard basiertes Netz. Diese konfigurierbare Einheit enthält eine beliebige Kombination TETRAPOL-Terminal - analoges Terminal und ermöglicht die Kommunikation einer TETRAPOL-Gruppe mit einem definierten Analogkanal. Auf der Analogseite ist das Gespräch jedoch weder verschlüsselt noch werden TETRAPOL-spezifische, sicherheitsrelevante Daten ausgetauscht (Autorisierung der Analoggeräte etc.).

Zahlreiche Rückfallebenen

Eine vermaschbare Netzarchitektur, gepaart mit internen Redundanzen der Ausrüstung und zahlreiche Rückfallebenen im Systemkonzept, sorgen für eine extrem hohe Systemverfügbarkeit. Dies ermöglicht einen weiteren Betrieb nicht nur bei Ausfall von Systemkomponenten sondern auch bei Unterbrechung von Netzwerkverbindungen.

Explosionsgeschützte Geräte

TETRAPOL-Handfunkgeräte sind in explosionsgeschützter Ausführung «Eex ib IIC T4» nach EN50014 und EN50020 mit dem ebenfalls entsprechend zertifizierten Zubehör verfügbar. Diese Spezialausführungen werden von Wachdiensten oder der Feuerwehr in Industrieunternehmen mit kritischen Umweltbedingungen, wie sie etwa in der Petrochemie oder der chemischen Industrie vorhanden sein können, eingesetzt oder von Sicherheitskräften in besonderen Lagen verwendet (z.B. Gasaustritt, Chemieunfall).

Die Verbreitung des TETRAPOL-Standards

TETRAPOL-Technologie basierende Netzwerke sind seit Jahren bei Behörden und Organisationen für Rettung und Sicherheit (BORS), aber auch in der Industrie und im öffentlichen Personennahverkehr weltweit im Einsatz.

Mit 85 Netzen in über 30 Ländern beansprucht TETRAPOL, wie bereits erwähnt, eine Gesamtzahl von 1,85 Millionen Nutzern weltweit. Die meisten dieser Netze werden von Sicherheitsbehörden und -organisationen genutzt. Zu den grössten Netzen⁴ in diesem Bereich zählen RUBIS (Französische Gendarmerie), SIRDEE (Spanien), IRIS (Mexiko) und PEGAS (Tschechische Republik). Im Bereich der öffentlichen Sicherheit und des militärischen Bedarfs kann TETRAPOL dank extrem sicherer Ende-zu-Ende Verschlüsselung auf eine besonders hohe Marktdurchdringung verweisen. Als erste Organisation setzte die Französische Gendarmerie in einem inzwischen flächendeckend ausgebauten Netz auf die TETRAPOL-Technologie. Die französische Police Nationale betreibt ebenfalls ein ganz Frankreich abdeckendes TETRAPOL-System. Diese beiden Netze stehen heute sinnbildlich für den erprobten und erfolgreichen Einsatz digitaler Bündelfunksysteme bei Sicherheitsorganisationen. Militärische Anwender sind etwa die Bundeswehr, aber auch die K-FOR Kräfte aus unterschiedlichen Ländern setzen auf TETRAPOL. Die UNO setzt neben der NATO für ihre Kommunikation an mehreren Standorten TETRAPOL als containerbasierende Lösung ein. Die US Army hat ebenfalls mehrere Tausend Anwender mit TETRAPOL Funkgeräten ausgerüstet.

Der Aufbau weiterer TETRAPOL-Funknetze, nicht nur für BORS, sondern auch auf Flughäfen (Frankfurt, Berlin, Zürich...) sowie bei Bus- und Bahnbetrieben (Berliner Verkehrsbetriebe, SNCF...) im ÖPNV, zeigt den klaren Trend zum Einsatz dieser Technologie. Andere aktuelle Installationen sind Funknetze in der Industrie (BMW, MAN, ZF, RWE-Rheinbraun...), die neben integriertem Datenfunk teilweise auch spezielle, Ex-geprüfte Gerätschaften erfordern.

4. Eine gewisse Vorsicht ist bei diesen Zahlen stets angebracht, da sie von Unternehmensverbänden stammen und von neutraler Seite nicht bestätigt wurden.

Kostenanstieg für TDM-Komponenten

Im Laufe der Jahre ist TDM (Time Division Multiplexing) weltweit von IP verdrängt und wegen der damit verbundenen Beschaffungs- und Supportprobleme auch immer teurer geworden.

TDM-Komponenten und -Ersatzteile sind immer schwerer zu finden, ihre Lieferung nimmt immer mehr Zeit in Anspruch und sie erweisen sich deshalb als immer kostspieliger. Für den Support und die kundengerechte Weiterentwicklung der Produkte gibt es zudem immer weniger kompetente Mitarbeiter.

Die IP-Technologien und die IP-Systeme haben sich genau umgekehrt entwickelt: sie wurden immer gängiger und sind inzwischen sozusagen Massenprodukte. Deshalb hat der TETRAPOL-Systemanbieter beschlossen, den Support für TDM-basierte TETRAPOL-Komponenten 2020 auslaufen zu lassen und für deren Ersatz ab dann nur noch IP-Komponenten anzubieten.

Konvergenz

Da das Internet Protocol die Übertragung von Sprache und Daten und die Netzsteuerung innerhalb ein und derselben Infrastruktur zulässt, sind auch neue Netzarchitekturen möglich. Bei TDM sind redundante Verbindungen auf Vermittlungsebene heute nur möglich, wenn Hauptvermittler und Nebenvermittler über ein Ringnetz miteinander verknüpft sind.

Bei IP gibt es keine feste physische Zuweisung von Verbindungsstrecken zur Steuerungs- oder Nutzerebene; jede Strecke kann stets als alternativer Übertragungsweg genutzt werden, was die Verfügbarkeit des Netzes für die Signalisierung, Sprache sowie Datenverkehr erhöht.

Bei TETRAPOL IP20 sind die sicherheitskritischen Dienste umfassend gewährleistet und dies für einen längeren Zeitraum als je zuvor: mit der Migration auf IP kann POLYCOM bis 2030 in Betrieb bleiben. Wie bereits erwähnt, verwenden neue PMR-Netze das Internet Protocol heute von Anfang an; bestehende werden auf IP umgerüstet.

Die Migration auf IP bringt viele Vorteile:

- ▶ Konvergenz von Nutzerkommunikation, Steuerung und Netzmanagement in einem Medium
- ▶ Hohe Eigenresilienz des IP Backbones
- ▶ Fortfall älterer TDM-Komponenten, deren Support in absehbarer Zeit endet;
- ▶ Leichtere und kosteneffizientere Beschaffung von Komponenten und Verbindungsleistungen;
- ▶ Leichtere und kosteneffizientere Gewinnung technisch kompetenter Mitarbeiter und Partner.

Die Migration auf eine neue Architektur und auf Komponenten neuer Bauart bietet darüber hinaus Gelegenheit zur Einführung weiterer wichtiger Innovationen.

Neu sind insbesondere folgende Merkmale des Internet Protocol:

- ▶ Verschiedene Funktionen nunmehr software- anstatt hardware-basiert
- ▶ Paketvermittlung anstatt Leitungsvermittlung
- ▶ Einsatz handelsüblicher, sog. COTS-Komponenten (Commercial Off-The-Shelf)
- ▶ Bequemere Installation und Konfiguration
- ▶ Leichtere Planung und Änderung der Frequenz
- ▶ Überwachung und Konfiguration per Fernzugriff
- ▶ Updates und Upgrades der Systemsoftware per Fernzugriff
- ▶ Optimiertes Produktportfolio, da im Fall von TETRAPOL IP20 dasselbe Basestation-Modell (MBS) zellularen und Gleichwellenfunk unterstützt (Auswahl durch Freigabe der entsprechenden Softwarelizenzen).
- ▶ Vereinfachung der Netzarchitektur, z.B. der TETRAPOL-Vermittlungsarchitektur mit ihren bisher zwei Ebenen, von denen eine durch Fortfall der Nebenvermittler verschwindet.
- ▶ Höhere Systemintegration und Übertragungskapazität, z.B. durch kompaktere Komponenten in der Basisstation. In gleichem Umfang sinken der Platzbedarf und der Energieverbrauch.

PMR in der Schweiz: TETRAPOL

POLYCOM - Sicherheitsnetz Funk der Schweiz

Durch den Bundesratsbeschluss zu Beginn des Jahres 2001 wurde der Willen der Schweizer Bundesregierung bekräftigt, durch den Aufbau eines landesweiten, alle Behörden und Organisationen für Rettungs- und Sicherheitsaufgaben umfassenden Funknetzes basierend auf der TETRAPOL-Technologie, ein Werkzeug zu schaffen, das die reibungslose Kommunikation aller beteiligten Partner in Krisen- und Katastrophenfällen ermöglicht.

POLYCOM⁵ ist das nationale Funksystem der Behörden und Organisationen für Rettung und Sicherheit BORS. Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS ist die zentrale Stelle für die strategische und konzeptionelle Weiterentwicklung des Verbundsystems zum Schutz der Bevölkerung, deren Lebensgrundlagen und Kulturgüter. Es stellt die Steuerung und Koordination des Systems Bevölkerungsschutz im Hinblick auf Katastrophen und Notlagen, aber auch bewaffnete Konflikte sicher. Mit der Bildung des Geschäftsbereichs Zivilschutz will das BABS die Bedeutung des Zivilschutzes in den Amtsstrukturen zum Ausdruck bringen.

POLYCOM ermöglicht den Funkkontakt innerhalb wie zwischen den verschiedenen Organisationen Grenzschutz, Polizei, Feuerwehr, sanitätsdienstliches Rettungswesen, Zivilschutz und unterstützende Verbände der Armee. Ziel des Projekts ist es, dass sämtliche BORS des Bundes, der Kantone und der Gemeinden über eine einheitliche und homogene Infrastruktur Funkgespräche sowie Daten übertragen können.

POLYCOM ist ein nationales Sicherheitsnetz, aber kein ausschliessliches Bundesnetz. Das Netz wird bis 2015 schrittweise durch die Realisierung von Teilnetzen aufgebaut. Die Kantone erstellen die Teilnetze unter Berücksichtigung der Vorgaben des Bundes eigenständig nach ihren Bedürfnissen. In manchen Kantonen arbeiten die Organisationen bereits mit POLYCOM, in anderen ist man noch an Abklärungen, an der Planung oder an der Realisierung der Teilnetze. Der Bund beteiligt sich massgeblich an den Investitionen und am Unterhalt. Als erste Organisation begann das Schweizerische Grenzschutzkorps 1999 das Schweizerische Grenzschutzkorps GWK mit dem Aufbau eines etwa 30 km breiten Gürtels rund um die Schweiz. Teilabschnitte dieses Netzes überlappen mit den Abdeckungsgebieten verschiedener Regionalnetze. Bundesbehörden operieren schweizweit innerhalb dieser Regionalnetze.

Man sieht an dieser Stelle bereits die Komplexität dieses Projekts hinsichtlich finanzieller Abgeltung, Aufbau (Basisstationsstandorte, Vermittler und Festnetz) aber auch Unterhalt, Nummerierungspläne und Vorgaben für die Interoperabilität müssen von Anfang an für alle Organisationen ausgearbeitet werden. POLYCOM garantiert im Bedarfsfall nicht nur universelle Kommunikationsmöglichkeiten, sondern erleichtert durch die Standardisierung der Systemkomponenten auch die Logistik, den Betrieb und den Unterhalt. Somit ergeben sich neben Vorteilen bei der Ausbildung auch niedrigere Wartungs- und Betriebskosten.

Aktueller Status

Bis Ende 2015 werden die weithin bekannten Vorteile einer integrierten, gemeinsamen sicherheitskritischen Kommunikationsplattform schweizweit zur Verfügung stehen. Die Behörden und Organisationen für Rettung und Sicherheit der gesamten Schweiz haben die Vielseitigkeit und Zuverlässigkeit des TETRAPOL-Standards und die Vorteile dieser Plattform mit ihrer hohen Verfügbarkeit für das Notfall- und Krisenmanagement zu schätzen gelernt. TETRAPOL bietet Gruppenverbindungen und bedarfsgerecht anpassbare Funkabdeckung, durch die insbesondere die Kooperation zwischen verschiedenen Behörden und Organisationen jederzeit möglich ist.

Der Aufbau eines schweizweiten TETRAPOL-Netzes begann vor ca. 15 Jahren. Die Netzkomponenten haben sich im Lauf dieser Zeit als äusserst zuverlässig erwiesen, dennoch werden in naher Zukunft Teile dieses Netzes zu ersetzen sein, unter anderem aufgrund des auslaufenden Supports für manche Produkte. Nach Beendigung des Supports können diese Produkte nämlich weder ausgetauscht noch repariert noch kostengünstig mit modernerer Software ausgestattet werden.

Der Aufbau eines neuen PMR-Systems mit anderer Technologie wäre mit hohen Kosten und erheblich eingeschränkter Servicequalität für mehrere Jahre verbunden. So würde beispielsweise die Einführung einer neuen Funkschnittstelle einen geänderten Frequenzplan und den Aufbau zahlreicher neuer Funkstandorte sowie nicht zuletzt die Beschaffung entsprechender Standflächen erfordern. Die einzige tragfähige Migrationsstrategie, die Multi-RN fähige Gruppenkommunikation bei minimalen Betriebsunterbrechungen gewährleistet, ist der Wechsel von TETRAPOL v35.08 zu TETRAPOL IP20.

5. Text beruht auf Inhalten der BASBS-Website www.bevoelkerungsschutz.admin.ch/internet/bs/de/home/themen/polycom.html

Broadband Wireless-Dienste für die öffentliche Sicherheit

Die Erweiterung sicherheitskritischer Kommunikationsnetze um Wireless-Broadband-Dienste ist unter den Behörden und Organisationen für Rettung und Sicherheit vieler Industrieländer ein heiss diskutiertes Thema. Der Grund ist das Aufkommen neuer Arbeitsgewohnheiten und Anwendungen, die meist auch verbesserte Daten- und Videoübertragung erfordern.

Bei der Definition eines solchen Erweiterungsszenarios sind mehrere Faktoren zu beachten:

- ▶ Der Werterhalt der in die sicherheitskritische PMR-Infrastruktur investierten, hohen Beträge
- ▶ Neue betriebliche Prozesse in den Blaulichtorganisationen, die Broadband Wireless erfordern
- ▶ Gruppenkommunikation und Direktbetrieb auch in den neuen Breitbandnetzen
- ▶ Bereitstellung und Harmonisierung von Frequenzen. Mit einer weiteren Harmonisierung der Frequenzbänder ist nicht zu rechnen. Länderübergreifend werden die Blaulichtorganisationen über Multiband-Systeme zusammenarbeiten. Auch eine Verlegung der Frequenzbänder in die Nähe der Frequenzen des öffentlichen Mobilfunks sollte in Betracht bezogen werden; sie entspräche dem MVNO-Ansatz (Multiple Virtual Network Operator) mit Multiband-Funkgerät.
- ▶ Auswahl der Technologie: Alle Stakeholder scheinen zur Zeit LTE den Vorzug zu geben, ab 2022 wird aber auch die nächste Funknetz-Generation (G5) zur Verfügung stehen.
- ▶ Welches Budget wird im Endeffekt zur Verfügung stehen?

Diese Faktoren sind in Abbildung 5 dargestellt.

Szenarien für die Einführung von Breitbanddiensten

Infolge der Komplexität der Verhältnisse und der Ungewissheiten hinsichtlich ihrer Entwicklung erwägen die Regierungen verschiedene Szenarien der Bereitstellung von Wireless Broadband Services (WBS) für ihre BORS.

Über ein Ziel herrscht unter den beteiligten Organisationen und Regierungen Einstimmigkeit: die extrem hohen Investitionen in die PMR-Netze müssen langfristig gesichert bleiben. In den USA stellte das National Public Safety Telecommunications Council im April 2013 zum Beispiel fest: «Es ist eine vieldiskutierte Frage, ob Breitband die heutigen sicherheitskritischen landgestützten Mobilfunksysteme (LMR) im Bereich der öffentlichen Sicherheit wirklich ersetzen kann. Fest steht hingegen, dass dies noch mehr als 10 Jahre in Anspruch nehmen wird. Daher sind alle Verantwortlichen auf lokaler, regionaler, teil- und bundesstaatlicher Ebene aufgefordert, ihre heutigen LMR-Systeme weiter zu betreiben und zu finanzieren, bis eindeutig nachgewiesen werden kann, dass Breitbandnetze die heutigen sicherheitskritischen LMR-Netze zuverlässig und gleichwertig ersetzen können.»

Andere westliche Regierungen teilen diesen Standpunkt und planen daher die Modernisierung und den Ausbau ihrer bestehenden PMR-Netze für eine Fortsetzung des Betriebs bis 2025 oder sogar 2030. Diese PMR-Netze werden wie bisher den Gruppenverbindungen für die Sprachkommunikation vorbehalten sein, während WBS nur für andere Anwendungen zum Einsatz kommen wird. Das entspräche überdies ungefähr der Entwicklung der öffentlichen G3-Mobilnetze in den letzten Jahren: während Sprache meist weiter über GSM-Netze

transportiert wird, bleiben die neueren G3- und G4-Infrastrukturen den anderen Diensten vorbehalten. Die heutigen digitalen PMR-Netze werden also, wie allgemein angenommen, keine zusätzlichen Kapazitäten für die Datenkommunikation, wie zum Beispiel TEDS im Falle von TETRA, erhalten. Das Verhältnis zwischen Daten- und Sprachverkehr wird sich in diesen Netzen anteilmässig nicht ändern.

- ▶ 2015 bis 2020: Breitbanddienste nur für den Datenverkehr, die von öffentlichen Mobilfunkbetreibern bereitgestellt werden; eventuell Konsolidierung der Angebote mehrerer Betreiber zu MVNO
- ▶ 2020 bis 2025: Systematischer Aufbau spezifischer lokaler Wireless Broadband-Netze zur Deckung des steigenden Bedarfs an Datenvolumen, vor allem in städtischen Gebieten
- ▶ 2025 und später: Schrittweise Migration der Sprachdienste auf die BORS-spezifischen Wireless Broadband-Netze, wenn die entsprechenden Funkstandards und die sicherheitskritischen Leistungsmerkmale dieser Infrastrukturen entsprechend ausgereift sind.

Fazit und Schlussbemerkung

In den zurückliegenden eineinhalb Jahrzehnten haben die meisten Industrieländer ihre Behörden und Organisationen für Rettung und Sicherheit flächendeckend mit digitalen PMR-Systemen ausgestattet. Mit Hilfe dieser digitalen PMR-Netze konnten die Nutzerorganisationen die Effizienz ihrer Arbeit deutlich erhöhen. Sie sehen in ihnen heute einen unverzichtbaren Bestandteil ihrer Ausstattung.

Dieses Dokument behandelt die Hauptanforderungen an den digitalen professionellen Mobilfunk und dessen wichtigste Leistungsmerkmale im Bereich der öffentlichen Sicherheit und des Zivilschutzes.

Die zur Implementierung solcher digitalen Funknetze erforderlichen Investitionen sind sehr hoch. Deshalb muss ihr Bestand für viele Jahre gewährleistet sein. Eine wesentliche Voraussetzung hierzu ist die Ablösung des heutigen TDM-Verfahrens durch das Internet Protocol, zumal nach einer solchen Migration Wartungsarbeiten zunehmend per Fernzugriff anstatt vor Ort durchgeführt werden könnten und software-basierte Vermittlungsabläufe die hardware-basierten Vermittlungsstellen ersetzen würden.

Die eindrucksvollen Fortschritte des Mobilfunks in den letzten Jahren führten ausserdem zu der Frage, ob Blaulichtorganisationen in ihrem Einsatzalltag künftig über mobile Breitbandnetze verfügen sollten. Zahlreiche Faktoren spielen bei der Beurteilung dieser Frage eine Rolle; die meisten Experten sind sich darin einig, dass die heutigen digitalen PMR-Netze noch bis etwa 2025 in Betrieb bleiben sollten, da die Wireless Broadband-Technologie erst dann für eine kostengünstige Bereitstellung sicherheitskritischer Leistungsmerkmale ausreichend weit vorangeschritten sein wird. Die schrittweise Migration auf Wireless Broadband könnte anschliessend bis zum Jahr 2030 erfolgen.

Abkürzungen

BB	Broad Band (Breitband)
BBU	Base Band Unit (Basisband-Einheit)
BS	Base Station (Basisstation)
BSC	Base Station Controller (Steuereinheit der Basisstation)
ELS	Einsatzleitstelle
ELZ	Einsatzleitzentrale
HW	Hardware
IP	Internet Protocol
ITU-R	International Telecommunication Union - Radiocommunication Sector (Funk)
ITU-T	International Telecommunication Union - Telecommunication Standardisation Sector (Telekommunikationsstandards)
LTE	Long Term Evolution (Mobiltelefonie der 4. Generation)
MSW	Main Switch
MBS	Multi-mode Base Station (Multimodale Basisstation)
PMR	Professional Mobile Radio (Professioneller Mobilfunk)
PPDR	Public Protection and Disaster Recovery (Blaulichtorganisationen)
PS	Public Safety (Öffentliche Sicherheit)
SSW	Secondary Switch
TDM	Time Division Multiplexing (Zeitvielfach)

Über uns

Atos SE (Societas Europaea) ist ein führender Anbieter von digitalen Services mit einem Proforma-Jahresumsatz von rund 12 Milliarden Euro und circa 100.000 Mitarbeitern in 72 Ländern. Atos unterstützt Unternehmen weltweit mit Beratungsleistungen und Systemintegration, Managed Services & Business Process Outsourcing (BPO) sowie Cloud-, Big-Data- und Sicherheitslösungen. Hinzu kommen Services von der Tochtergesellschaft Worldline, dem europäischen Marktführer für Zahlungs- und Transaktionsdienste. Mit seiner umfassenden Technologie-Expertise und tiefgreifendem Branchenwissen arbeitet Atos mit Kunden in unterschiedlichen Marktsegmenten zusammen: Banken, Bildung, Chemie, Energie und Versorgung, Gesundheit, Handel, Medien und Verlage, Öffentlicher Sektor, Produktion, Telekommunikation, Transport und Logistik, Versicherungen und Verteidigung. Die Atos Gruppe verbindet Unternehmensstrategie, Informationstechnologie und Prozesse miteinander und hilft Kunden so, ihr Geschäft nachhaltig weiterzuentwickeln.

Der Konzern ist der weltweite IT-Partner der Olympischen und Paralympischen Spiele und an der Pariser Börse Euronext notiert. Atos firmiert unter Atos, Atos Consulting, Atos Worldgrid, Bull, Canopy, Unify und Worldline.

Weitere Informationen erhalten Sie unter: info.ch@atos.net

Atos AG, Freilagerstrasse 28, 8047 Zürich, Schweiz Tel. +41 (0)58 702 1489