



Schnittstellen Spezifikation

Objektversorgungen und Zellerweiterungen

Projekt	BOSNET Infrastructure
Sachnummer	30056351
Dokumentverantwortlicher	EADS Secure Networks
Autor	EADS Secure Networks
Datum	24.06.2010
Version	02

Autor/ Co-Autoren

Name	Firma	Rolle	Kapitel	Beschreibung
-	EADS Secure Networks	Autor	Alle	Erstellung und Überarbeitung

Änderungsverzeichnis

Änderungsnummer	Datum	Version	Geänderte Kapitel	Autor	Beschreibung
529526	03.06.2008	01	Alle	EADS Secure Networks	Initiale Erstellung
573941	24.06.2010	02	Alle	EADS Secure Networks	Überarbeitung

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Systemelemente-Überblick.....	6
2.1	Plazierung der Systemelemente im System	6
2.2	Hauptfunktionen.....	6
2.2.1	Basisstationen	6
2.2.2	Repeater	6
2.2.3	Optical Master Unit	7
2.2.4	Überwachung.....	7
2.3	Anwendungsbeispiele.....	7
3	Schnittstellenbeschreibung.....	8
3.1	Luftschnittstelle (Air Interface)	8
3.2	HF-Schnittstelle Basisstation	10
3.2.1	Transmitter.....	10
3.2.2	Receiver.....	11
3.3	HF-Schnittstelle Repeater.....	11
3.4	HF-Schnittstelle OMU	11
3.5	Leitungsschnittstelle zwischen und innerhalb der Objektversorgungen: Lichtwellenleiter	12
3.6	Leitungsschnittstelle zwischen BS und Switch	12
4	Abkürzungsverzeichnis	13
5	Referenzierte Dokumente	14

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Schematische Darstellung der Systemelemente bei Objektversorgungen 6

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Anforderungen bei TETRA: Spektrale Reinheit der ausgesendeten Signale..... 8
Tabelle 2 - bei TETRA: Empfänger-bezogene Parameter 9
Tabelle 3 – Sendeparameter der Basisstation 10
Tabelle 4 – Empfangsparameter der Basisstation 11
Tabelle 5 – HF-Parameter der Repeater 11
Tabelle 6 – HF-Eigenschaften der OMU 11
Tabelle 7 - Daten der E1-Schnittstelle 12
Tabelle 8 – Abkürzungsverzeichnis 13

1 Einleitung

Als Objekte im Sinne dieser Schnittstellen-Spezifikation gelten in der Funkversorgung zu berücksichtigende Objekte wie Tunnel, öffentlich zugängliche Gebäude, wie Bahnhöfe und Flughäfen, öffentlich zugängliche Gebäude, wie zivile Luftschutzbunker, Verwaltungs- und Industriegebäude, die nur unzureichend nach einer der definierten Funkversorgungskategorien funkversorgt werden.

Bei der Funkversorgung in Objekten wird unterschieden zwischen:

- Objekten, bei denen Bund oder Länder für die Funkversorgung verantwortlich sind und auf die die für das gesamte BOS- Digitalfunknetz geltenden Anforderungen ausgedehnt werden sollen
- sonstigen Objekten, bei denen Abweichungen zu den Anforderungen für das BOS-Digitalfunknetz vertretbar sind oder bei denen der private Eigentümer zur Funkversorgung verpflichtet ist.

Für Objekte der ersten Kategorie ist vorgesehen, diese über Abrufe aus dem zwischen BDBOS und ESNG bestehenden Systemliefervertrag mit BOS Digitalfunk auszurüsten. Auch bei den übrigen Objektversorgungen hat die ESNG die Verpflichtung, nach entsprechender Beauftragung zur Konzeption beizutragen, Anforderungen an vorhandene Anlagen und Abnahme-Spezifikationen zu definieren, sowie die Schnittstellen offenzulegen. Letzteres ist die Aufgabe dieses Dokuments.

Unter Zellerweiterung versteht man in diesem Dokument die Erweiterung des Versorgungsgebiets einer Basisstation mit an diese Basisstation über Funk oder Kabel angebotenen Repeatern, die im trunked-mode arbeiten (TMO-Repeater).

Wenn in diesem Dokument Produktbezeichnungen oder –namen genannt werden, so ist dies nur beispielhaft zu verstehen. Eine Gewähr für die Aktualität kann nicht gegeben werden. Maßgeblich ist vielmehr immer der jeweils aktuelle Stand der Produktbibliothek des Systemliefervertrages.

2 Systemelemente-Überblick

Abbildung 1 zeigt die wesentlichen Systemelemente bei Objektversorgungen und Zellerweiterungen, deren Funktion weiter unten beschrieben wird.

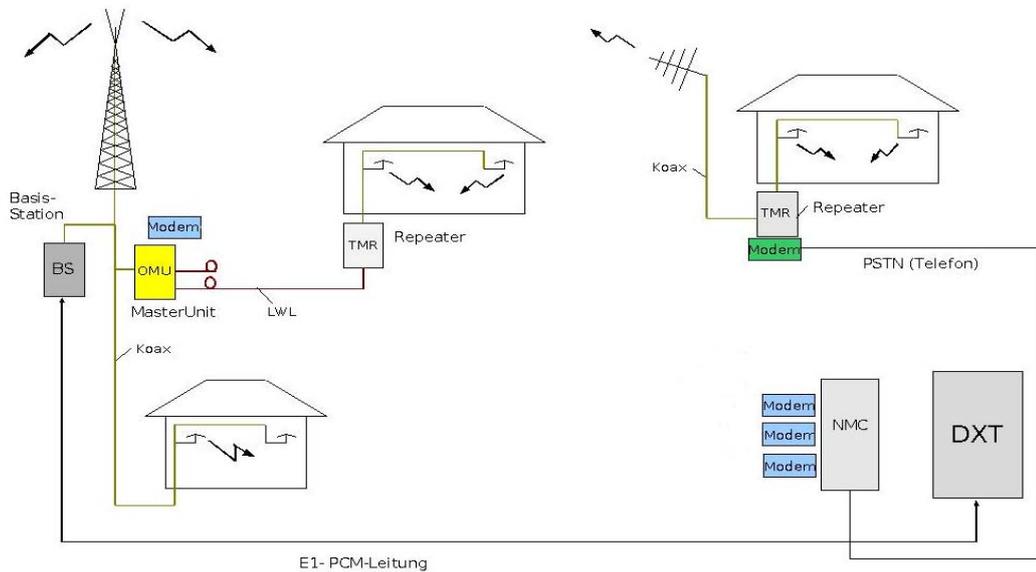


Abbildung 1 - Schematische Darstellung der Systemelemente bei Objektversorgungen

2.1 Platzierung der Systemelemente im System

Die Objektversorgungen unterscheiden sich je nach Topologie des zu versorgenden Gebiets und den speziellen Anforderungen sehr stark. Es gibt aber einige Systemelemente, die generell zum Einsatz kommen. Sie werden im folgenden kurz beschrieben.

2.2 Hauptfunktionen

2.2.1 Basisstationen

Die Basisstation (BS) versorgt über Repeater das Objekt mit Funksignalen und ist damit die Schnittstelle zum Tetra-Netz. Die Objektversorgung kann durch eine eigene BS oder durch Ankoppelung an eine Freifeld-BS erfolgen.

2.2.2 Repeater

Repeater dienen der Versorgung von Objekten wie Gebäuden oder Tunnel. Die Sende- und Empfangssignale einer Basisstation werden dem Repeater über verschiedene Anbindungen zugeführt.

- Luftschnittstelle über Antenne
- HF-Kabel
- Optische Anbindung über LWL-Modem (OMU)

Die Verbindung kann direkt zu einer BS oder bei größeren Objekten über einen Hub¹ bzw. OMU (Optical Master Unit) bestehen.

Der Repeater selektiert und verstärkt die Sende- und Empfangssignale auf die erforderlichen Systempegel für die Objektversorgung.

2.2.3 Optical Master Unit

Die Optical Master Unit stellt bei mehreren Repeatern die Schnittstelle zur BS dar und dient der Verteilung der Sende- und Empfangssignale auf die einzelnen Repeater (in der Regel sternförmig). Die Anbindung an die Repeater kann direkt über die HF-Schnittstelle oder über LWL-Modems erfolgen.

2.2.4 Überwachung

Der **Axell Wireless Element Manager (AEM)** ist eine Software, die die Fern-Überwachung und Fern-Steuerung aller entsprechend ausgerüsteter Komponenten der Objektversorgung durch einen oder mehrere Arbeitsplätze ermöglicht. Die Kommunikation zwischen den Objektversorgungs-Komponenten und dem Element Manager erfolgt mittels firmenspezifischer proprietärer Schnittstelle.

Die Anbindung an das Network Management Center NMC bzw. zum Umbrella Management ist mittels SNMP vorgesehen. Die Beschreibung dieser Schnittstelle ist nicht Bestandteil dieses Dokuments.

2.3 Anwendungsbeispiele

Hier sei auf Kap. 2 von [R6] verwiesen.

¹ Hub (engl.): Netzknoten

3 Schnittstellenbeschreibung

3.1 Luftschnittstelle (Air Interface)

Bei der Luftschnittstelle sind die Forderungen der Norm ETSI EN 300 392-2 [R2] einzuhalten. Die anzuwendende Test-Spezifikation ist die ETSI EN 300 394-1 [R3].

Die wesentlichen Anforderungen, die Komponenten für die Objektversorgung und Zellerweiterung betreffen, sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst. Tabelle 1 behandelt die spektrale Reinheit der ausgesendeten Signale. Alle Pegel beziehen sich auf den Antennenanschluss. Die folgenden Ausführungen gelten auch für Anbindungen mit HF-Koaxialkabel.

Parameter	Sollwert [R2]	Ggf. noch akzeptabel	Kommentar
Maximalpegel der Nebenaussendungen (Summenleistung)	-36 dBm		Gilt, wenn keine weniger scharfen Forderungen existieren
Maximale Nebenaussendungen in benachbarten Kanälen	-60 dBc (für 25 kHz Offset; -70 dBc (für 50 kHz, 75 kHz Offset)	Oder -36 dBm (der höhere Pegelwert gilt)	
Maximale diskrete Nebenaussendungen (großer Abstand zum Träger);	-36 dBm (9 kHz – 1 GHz); -30 dBm (1-4 GHz)	Oder -36 dBm (der höhere Pegelwert gilt)	
Maximale Nebenaussendungen (großer Abstand zum Träger); <u>Rauschen</u>	-78 dBc (für 100-250kHz Offset); -83 dBc (für 250-500kHz Offset) -85 dBc (für 500kHz Offset bis zur nächsten Bandgrenze, d. h. 380, 385, 390, 395 MHz; -100 dBc jenseits der Schengen-Bänder 380 -385 MHz bzw. 390 – 395 MHz		Gilt für Leistungsklasse 3L und 3 (P=1.8 bzw. 3 W);
Intermodulationsunterdrückung (1 Kanal-System)	-40 dB bei Störsignalpegel von -30 dBc	Oder -36 dBm (der höhere Pegelwert gilt)	
Intermodulationsunterdrückung (Mehrkanal-System)	-70 dB bei Störsignalpegel von -30 dBc	Oder -36 dBm (der höhere Pegelwert gilt)	
Max. interne Intermodulations-Störsignale einer Feststation (BS)	-60 dBc	Oder -36 dBm (der höhere Pegelwert gilt)	Messbandbreite 30 kHz;
Maximale Störaussendungen im Empfangsbetrieb (Antennenanschluß)	-57 dBm (9 kHz – 1 GHz); -47 dBm (1 GHz – 4 GHz)		
Maximale Störaussendungen im Empfangsbetrieb	-57 dBm (30 MHz – 1 GHz); -47 dBm (1 GHz – 4 GHz)		

Tabelle 1 - Anforderungen bei TETRA: Spektrale Reinheit der ausgesendeten Signale

Im Uplink kann das Rauschen eines an eine Basisstation angekoppelte Repeatersystems zu einer Desensibilisierung des Empfängers der Basisstation führen. Die Pegelung der auf die Empfängereingänge gekoppelten Repeater Signale ist so zu wählen, dass

die Desensibilisierung des/ der BS-Empfänger maximal 1 dB beträgt.

Das bedeutet, dass der Rauschbeitrag der beteiligten Repeater maximal -166 dBm/Hz betragen darf (siehe [R7])².

Die Anbindung einer Objektversorgung an eine Basisstation des BOS-Netzes bringt zusätzliche Teilnehmer und zusätzliche Verkehrslast, in erster Linie für die angebundene(n) Basisstation(en). Es ist mit dem Netzbetreiber zu klären, ob diesbezüglich ausreichende Reserven bestehen oder eine Erweiterung der Netzinfrastruktur erforderlich ist.

Tabelle 2 behandelt die Parameter, die bei den Empfängern von Endgeräten für eine normgerechte Übertragung zu berücksichtigen sind.

Parameter	Sollwert [R2]	Ggf. noch akzeptabel	Kommentar
Min. Abstand Nutzsignal/ Störsignale im Nutzkanal (C/I)	19 dB	15 ... 16 dB ³	Bezieht sich auf den jeweiligen Nutzkanal (Co-channel interference); gilt sowohl für Störsignale als auch für Rauschen
Min. Abstand Nutzsignal/ Störsignale im Nachbarkanal	-45 dB		Nutzsignal an dynamischer Empfindlichkeitsgrenze (BS: -106 dBm);
Max. Multipath Delay	7 µs (1/8 Symboldauer)	14 µs ⁴	Verursacht ISI und verschlechtert dadurch die BER ⁵ . Gilt für annähernd gleiche Signalpegel der beteiligten Pfade.
Max. Multipath Delay bei größeren Pegelunterschieden	Unkritisch, falls der Pegelunterschied > 16 dB beträgt		Schwächeres Signal wird als Co-Channel-Interferenz wahrgenommen.
Max. Round-trip Delay MS-BS	392 µs		Entspricht einem maximalen Zellendurchmesser von 60 km
Min. Signalpegel	-103 dBm	-110 dBm ⁶	Dynamische Referenzempfindlichkeit für mobile Endgeräte
Min. Feldstärke im Versorgungsgebiet beim Einsatz von Handfunkgeräten (gemäß [R2])	a) 37 dBµV/m b) 47 dBµV/m		a) Einsatz von Leckkabeln b) Einsatz von Antennen

Tabelle 2 - bei TETRA: Empfänger-bezogene Parameter

² Ist diese Forderung nicht wirtschaftlich erreichbar, ist mit dem Netzbetreiber zu klären, ob Alternativen zum Einsatz kommen können (z.B. Diversity Empfänger an der BS, Anpassung der Zellengröße).

³ gemäß [R2].

⁴ Lt. [R2] ist auch bei einem Delay von ¼ - Symboldauer eine akzeptable Qualität möglich. Allerdings werden zur fehlerarmen Detektion im Empfänger höhere Signalpegel benötigt.

⁵ Anders als bei GSM ist bei TETRA keine adaptive Kanalverzerrung implementiert, bei der u.U. ein Multipath Delay akzeptabel ist, der eine Symbolperiode überschreitet. Multipath-Delay über die o.g. Grenzwerte hinaus muss durch eine geeignete Systemarchitektur vermieden werden.

⁶ In der Serienproduktion realisierte Empfindlichkeitswerte.

Der Grenzwert des Multipath-Delays ist bei der Auslegung von Objektversorgungen für TETRA ein durchaus kritischer Punkt, da kanalselektive Verstärker eine Gruppenlaufzeit in der Größenordnung von 15 µs haben.

3.2 HF-Schnittstelle Basisstation

Beschreibt die Eigenschaften des HF-Antennenanschluss bei Anschaltung von Objektversorgungsequipment

Die Anschaltung der Objektversorgung an die Basisstation erfolgt in der Regel über HF-Richtkoppler. Hierfür werden Koppler mit Auskoppeldämpfungen von typischerweise 30, 20 oder 10 db eingesetzt. Die verfügbare Senderleistung und Empfänger-Empfindlichkeit reduziert sich entsprechend der Koppeldämpfung.

Details sind den Spezifikationen der Koppler zu entnehmen.

3.2.1 Transmitter

Parameter	Sollwert [R2]	Ggf. noch akzeptabel	Kommentar
maximale Sendeleistung am TX-Antennenanschluss BS	46 dBm (40 W)	44 dBm (25 W)	Je nach Anzahl der HF-Träger und HF-Koppeltechnik kann die maximale Sendeleistung reduziert sein.
einstellbare Sendeleistung gemäß [R2] Base Station	Class 1 Class 2 Class 3 Class 4 Class 5 Class 6 Class 7 Class 8 Class 9 Class 10	28 dBm (0,6 W) 30 dBm (1,0 W) 32 dBm (1,6 W) 34 dBm (2,5 W) 36 dBm (4,0 W) 38 dBm (6,3 W) 40 dBm (10 W) 42 dBm (15 W) 44 dBm (25 W) 46 dBm (40 W)	

Tabelle 3 – Sendeparameter der Basisstation

3.2.2 Receiver

Parameter	Sollwert [R2]	Kommentar
minimaler Empfangspegel am RX-Antennenanschluss BS	-119 dBm	
maximaler Empfangspegel ohne Beeinträchtigung der Empfangsqualität (ohne Übersteuerung)	-20 dBm	
maximale Störsignale im Empfangsband, gemäß [R2]	blocking -40 dBm spurious response -45 dBm intermodulation -47 dBm	

Tabelle 4 – Empfangsparameter der Basisstation

3.3 HF-Schnittstelle Repeater

Beschreibt die Eigenschaften der HF-Anschlüsse für Speisekabel, Leckkabel und Antennen

(Equipment Axell Wireless BSR421, BSR424, BSF424, CSR438)

Parameter	Sollwert [R2] Ggf. noch akzeptabel	Kommentar
maximale Ausgangsleistung je Kanal	1 HF-Träger +36 dBm 2 HF-Träger +33 dBm 4 HF-Träger +30 dBm	Je nach Anzahl der HF-Träger
minimale Ausgangsleistung	abhängig von Eingangsleistung und Verstärkung	einstellbar in Stufen von 1dB
minimaler Empfangspegel	-110 dBm	abhängig von der Systemkonfiguration
maximaler Empfangspegel für nominalen Arbeitsbereich	-57 dBm BSR-Typen -34 dBm CSR	ohne Übersteuerung, und konstanter Verstärkung
maximaler Empfangspegel	-17 dBm BSR-Typen -10 dBm CSR	Verstärker wird abgeregelt, Ausgangsleistung wird ggf. begrenzt
maximale Summenleistung ohne Zerstörung	+13 dBm	nicht spezifizierter Arbeitsbereich

Tabelle 5 – HF-Parameter der Repeater

3.4 HF-Schnittstelle OMU

Beschreibt die Eigenschaften des HF-Anschluss

(Equipment Axell Wireless OMU)

Parameter	Sollwert [R2]	Kommentar
nominale Eingangsleistung Gesamtleistung Downlink	+10 dBm	
maximale Eingangsleistung Gesamtleistung Downlink ohne Zerstörung	+23 dBm	

Tabelle 6 – HF-Eigenschaften der OMU

3.5 Leitungsschnittstelle zwischen und innerhalb der Objektversorgungen: Lichtwellenleiter

Lichtwellenleiter werden als dämpfungsarme Zubringer zwischen optischer Master Unit und den Repeatern eingesetzt.

Typische Anforderungen sind:

LWL-Typ:	Single-Mode-Faser (E9/125)
Dispersion:	< 3,5 ps/nm*km (1300nm)
Dämpfung:	< 0,36 dB/km (1300nm)
Gesamtdämpfung der optischen Strecke:	< 10 dB (< 5 dB empfohlen)
Spleißdämpfung:	< 0,1 dB
Spleißreflexion:	<-70 dB
Steckverbinder-Dämpfung:	< 0,15 dB
Steckverbinder-Reflexion:	< -55 dB
Geeignete Steckertypen:	HRL- Stecker (High-Return-Loss) FC-APC SC-APC

3.6 Leitungsschnittstelle zwischen BS und Switch

Es handelt sich hier um eine 2Mbit/s –PCM- Schnittstelle (E1) gemäß den ITU-T G.703/704 Empfehlungen (siehe Tabelle 7). Sie kommt bei Objektversorgungen bzw. Zellerweiterungen nur bei der Einbindung einer eigenständigen Basisstation in das TETRA-Netz zur Anwendung.

Parameter	Wert	Bemerkung
Abtastfrequenz	8 kHz	Bei jedem der 32 Kanäle
Länge PCM- Rahmen	125 µs	
Zahl der Bits pro PCM- Rahmen	256	32 Zeitschlitze a 8 Bit
Nutzkanäle	31 ⁷	Zeitschlitz 0 enthält die Rahmensynchronisation
Telefonkanal-Bitrate	64 kBit/s	
Nominelle Pulslänge	244 ns	
Jitter und Wander	Nach ITU-T G.823	
Protokoll	EADS proprietär	
Physikal. Interface	2 Doppeladern (120 Ω, twisted pair)	Optional auch Koaxpaar (75 Ω)
Übergabe		z.B.: LSA-Plus, RJ45

Tabelle 7 - Daten der E1-Schnittstelle

Die Anbindung von Repeatern aller Art erfolgt nicht an den Switch, sondern direkt an die Basisstation, entweder über die Luftschnittstelle oder über ein Antennenkabel.

⁷ Je nach Transmission können auch nur 30 Kanäle verfügbar sein. Dies ist jedoch abhängig von der Transmission und nicht von der Schnittstelle.

4 Abkürzungsverzeichnis

Kürzel	Bedeutung
AEM	Avitec Element Manager
AI	Air interface
AN	Auftragnehmer
BER	Bitfehler-Rate
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
BS	Basis Station
C/I	Carrier / Interference (Verhältnis Träger/ Störsignal)
dB	Dezi-Bel (logarithmisches Maß für Leistungs-Verhältnisse)
dBc	Dezi-Bel, bezogen auf den Träger (c= carrier)
dBm	Dezi-Bel, bezogen auf 1mW
DC	Direct Current (Gleichstrom)
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
ESNG	EADS Secure Networks Germany
GSM	Global System for Mobile Communication
GSM-R	Global System for Mobile Communication (Railways)
HF	Hochfrequenz
Hz	Hertz (Maßeinheit für Frequenz)
IP	Internet Protokoll
ISI	Intersymbol-Interferenz
ITU	Internation Telecommunication Union
LWL	Lichtwellenleiter
NMC	Network Management Center
OMU	Optical Master Unit (Schnittstelle zwischen Basisstation und Repeatern, wobei die Ankopplung der Repeater über LWL erfolgt.)
PC	Personal Computer
PCM	PulsCode-Modulation
PSTN	Public switched telephone network (Festnetztelefon)
RIN	Relative Intensity Noise (Intensitätsrauschen bei Laserdioden)
RMC	Repeater Maintenance Console (Konfigurations-SW für Repeater)
SW	Software
TCP	Transmission Control Protocol (ein Protokoll der Informationstechnik)
TETRA	Terrestrial Trunked Radio
TMO	Trunked-mode operation
W	Watt (Einheit für Leistung)

Tabelle 8 – Abkürzungsverzeichnis

5 Referenzierte Dokumente

Sofern keine anderen Angaben gemacht sind, ist die jeweils aktuelle Version einer Referenz gültig.

- [R1] BOSNET Infrastructure Program – Abkürzungsverzeichnis
Sachnummer: 130000131
- [R2] ETSI EN 300 392-2 (V2.4.2, 2004-02), Terrestrial Trunked Radio (TETRA) ;
Voice plus Data; Part 2: Air Interface
- [R3] ETSI EN 300 394-1 (V2.3.1, 2001-04), Terrestrial Trunked Radio (TETRA) ;
Conformance testing specification ; Part 1: Radio
- [R4] TETRA BOS Planning Guide, Axell-Wireless APPS-1005172 (2008-03-28)
- [R5] AVITEC Element Manager, User Manual 2008-01-04
- [R6] Axell Wireless, Externe Alarmeingänge von TETRA Repeatern, Rev. 01
- [R7] Desensibilisierung der TBS durch TMO – Repeater
Sachnummer: 30071445