



## ***Digitalfunknetz für die Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS)***

*Abschlussbericht der Expertengruppe aus Bund und Ländern  
Gruppe „Anforderungen an das Netz“ (GAN)  
über die Leistungsmerkmale eines Mindeststandards und über  
die Bewertung der technischen Lösungen*

Expertengruppe aus Bund und  
Ländern, Gruppe „Anforderungen  
an das Netz“ (GAN)

Zentralstelle zur Vorbereitung  
der Einführung eines bundes-  
weit einheitlichen digitalen  
Sprech- und Datenfunksystems  
- Digitalfunk- (ZED)

**Berlin, 23. Oktober 2002**

## Inhaltsverzeichnis

|            |   |    |
|------------|---|----|
| <b>I.</b>  | <b>Vorbemerkungen-Zusammenfassung</b>                         | 4  |
|            | <b>Anlage 1: Teilnehmer der Expertengruppe</b>                | 10 |
| <b>II.</b> | <b>Leistungsmerkmale eines Mindeststandards:</b>              |    |
|            | <b>Themenkomplex 1: Grundanforderungen</b>                    |    |
| 1.1        | Funkversorgung für Sprach- und Datenübertragung               | 11 |
| 1.2        | Zellwechsel/Operationen in der Bewegung                       | 13 |
| 1.3        | Kapazität   | 14 |
| 1.4        | Sprachqualität  | 15 |
| 1.5        | Bevorrechtigungen   | 16 |
| 1.6        | Anbindung von Leitstellen                                     | 17 |
| 1.7        | Technische Sicherheit von Anlagen/Verfügbarkeit des Netzes    | 19 |
| 1.8        | Adressraum  | 20 |
| 1.9        | operativ-taktische Adressen                                   | 21 |
|            | <b>Themenkomplex 2: Dienste</b>                               |    |
| 2.1        | Gruppenkommunikation  | 22 |
| 2.2        | Einzelkommunikation   | 23 |
| 2.3        | Notruf  | 24 |
| 2.4        | Verschlüsselung   | 25 |
| 2.5        | Datenübertragung  | 26 |
| 2.6        | Alarmierung   | 27 |
|            | <b>Themenkomplex 3: Übergänge zu anderen Netzen</b>           |    |
| 3.1.       | Übergänge in andere Funknetze gleicher Systemtechnik          | 28 |
| 3.2.       | Übergänge in andere Funknetze unterschiedlicher Systemtechnik | 30 |
| 3.3.       | Übergänge zu öffentlichen Telefonnetzen und zu TK-Anlagen     | 31 |
| 3.4.       | Verknüpfung mit Datennetzen                                   | 33 |
| 3.5.       | Verknüpfung des analogen mit dem zukünftigen digitalen System | 34 |

|   |   |    |
|---|---|----|
| <b>Themenkomplex 4: Organisatorische Anforderungen</b>  |   |    |
| 4.1.  | Bundesweit einheitliches Netz   | 35 |
| 4.2.  | Eigenständiges Netz   | 37 |
| 4.3.  | Organisation des Netzbetriebs   | 38 |
| 4.4.  | Eigentümerstruktur und rechtliche Ausgestaltung des<br>Netzbetreibers                   | 39 |
| 4.5.  | Kontroll-, Weisungs-, Eingriffs- und Steuerungsrechte                                   | 40 |
| 4.6.  | Frequenzen  | 41 |
| 4.7.  | Nutzereigenes Management  | 42 |
| <b>Anlage 2: Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung</b>                               |   | 44 |
| <b>Anlage 3: Adressraum</b>   |   | 46 |
| <br>  |   |    |
| <b>III.</b>   | <b>Technische Systembewertung</b>   |    |
| 1.  | Abgrenzung der bewerteten Systeme   | 47 |
| 2.  | Grundsätzlich geeignete Lösungen  | 50 |
| 3.  | Diskussion der Eignung der technischen Lösungen<br>als Ersatz für den analogen BOS-Funk | 52 |
| <br>  |   |    |
| <b>IV.</b>  | <b>Kosten unterschiedlicher technischer Lösungen<br/>- Grobkalkulation –</b>            |    |
| 1.  | Aufgabenstellung  | 65 |
| 2.  | Ergebnisse der Kostenermittlung   | 66 |
| <br><b>Anlage 4: Annahmen für die Abschätzung der<br/>benötigten Anzahl an Basisstationen</b> |   | 76 |

## I. Vorbemerkungen - Zusammenfassung

### Auftrag

Die Ständige Konferenz der Innenminister und –senatoren der Länder hat in ihrer 170. Sitzung am 06.06.2002 in Bremerhaven unter TOP 15.1, Nr. 3a) und b) folgenden Beschluss gefasst:

*„Die Innenminister und –senatoren von Bund und Ländern*

- a) *beauftragen die ZED, für die Herbst-IMK am 05. Dezember 2002 einen Bericht über die abschließende Beschreibung der grundlegenden Leistungsmerkmale des geplanten BOS-Digitalfunknetzes vorzulegen und damit den erforderlichen Mindeststandard als Ersatz für den bisherigen analogen Funk zu beschreiben. Diese Beschreibung der Leistungsmerkmale bildet die Grundlage für ein Vergabeverfahren.*
- b) *stimmen dem Vorschlag der ZED zu, zur Abstimmung der abschließenden Beschreibung der grundlegenden Leistungsmerkmale (Mindeststandards) des BOS-Digitalfunknetzes eine Expertengruppe von Bund und Ländern (Gruppe „Anforderungen an das Netz“) einzuberufen und übertragen der ZED die Aufgabe, die Gruppe einzuladen, zu koordinieren und zu moderieren. Auf der Grundlage der beschriebenen Leistungsmerkmale soll die Expertengruppe alle möglichen, einschließlich alternativer technischer Lösungen, insbesondere hinsichtlich der Kosten, bewerten.“*

### Vorbereitung der Beratungen der Expertengruppe durch die ZED

Der Expertengruppe war ein sehr enger Zeitrahmen vorgegeben. Als Arbeitsgrundlage für die Beratungen der Expertengruppe erstellte die ZED daher ein Grundsatzpapier über die grundlegenden Leistungsmerkmale eines Mindeststandards an ein Digitalfunknetz der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) und im Ergebnis der Abstimmung dieses Dokuments eine Bewertung von verschiedenen, in Frage kommenden, technischen Lösungen sowie einen Vorschlag für eine Kostenbewertung. Diese Dokumente bildeten die Grundlage für die Beratungen.

## Sitzungen der Expertengruppe

Es wurden 3 Sitzungen durchgeführt:

1. Sitzung am 18./ 19.09.2002 in Berlin
2. Sitzung am 30.9./1.10.2002 in Düsseldorf
3. Sitzung am 22./ 23.10.2002 in Hamburg

Teilnehmer: siehe Anlage 1

## Ergebnis der Beratungen:

### Leistungsmerkmale des Mindeststandards (Basisnetz)

Die Leistungsmerkmale des Mindeststandards sind von der Expertengruppe als die Basis des neuen Digitalfunknetzes definiert worden. Dieses bringt im Vergleich zum gegenwärtigen Stand im Analogfunk nachfolgende Verbesserungen für die Einsatzkräfte der BOS:

Erstmals wird ein Standard für die **Sprachqualität** des BOS-Funks festgelegt und damit eine bessere Verständigung im Funkverkehr erreicht. Weiterhin wird neben der Sprachübertragung im Gegensatz zum heutigen Analogfunk eine gesicherte und integrierte **Datenübertragung** ermöglicht. Darüber hinaus soll die Leitstelle mit ihr zugeordneten, in Marsch befindlichen Einheiten nicht nur regional sondern **bundesweit kommunizieren** können. Ein weiterer, entscheidender Fortschritt wird die **Verschlüsselung** der übertragenen Informationen sein. Damit kann der Funkverkehr nicht mehr oder nur mit erheblichem technischen Aufwand abgehört oder verfälscht werden. Außerdem wird durch die Möglichkeit der einsatzbezogenen **Gruppenbildung** aus Einsatzkräften bei mehreren Einsätzen innerhalb desselben Gebietes eine höhere Flexibilität bei der einsatztaktischen Führung erreicht. Weiterhin ist die Möglichkeit der direkten **Einzelverbindung** mit anderen Funkteilnehmern und Teilnehmern im öffentlichen Netz (Telefonverbindung) vorgesehen. Verbesserungen sind auch beim **Notruf** und bei der **Alarmierung** gegeben. Schließlich bietet das Digitalfunksystem gegenüber dem Analogfunk mehr parallele **Kommunikationsmöglichkeiten** (Kanäle). Diese Leistungsmerkmale des Basisnetzes bedeuten für die Einsatzkräfte bereits entscheidende, operativ-taktische Verbesserungen bei der Einsatzabwicklung.

Im Mittelpunkt der Diskussion stand der Grad der **Funkversorgung**. Im Basisnetz (gemäß Abschnitt II, Nr. 1.1.2 b) soll eine flächendeckende Funkversorgung der Siedlungs- und Verkehrsflächen für Handfunkgeräte außerhalb von Gebäuden und in den übrigen Gebieten eine flächendeckende Funkversorgung für Fahrzeugfunkgeräte verwirklicht werden. Das Basisnetz ermöglicht bereits teilweise in-house-Versorgung. Diese kann durch entsprechende Funknetzplanung vor Ort auf den konkreten, operativ-taktischen Bedarf hin optimiert werden. Das Basisnetz soll auf gemeinschaftlich-solidarischer Grundlage von Bund und Ländern realisiert und finanziert werden.

Im Vergleich zu den Vorgaben des Interessenbekundungsverfahrens der ZED ist der Grad der Funkversorgung beim Basisnetz deutlich reduziert. Auf eine flächendeckende Handfunkgeräteversorgung wird verzichtet. Außerdem wird für Handfunkgeräte nicht mehr die funktechnisch anspruchsvollere Gürteltrageweise zugrundegelegt. Schließlich umfasst die erste Aufbaustufe keine generell geplante Funkversorgung innerhalb von Gebäuden (keine in-house-Versorgung).

Der Abschlussbericht enthält hinsichtlich der Funkversorgung über das Basisnetz hinaus auch Aussagen, die weitere Verbesserungen beschreiben.

Es muss möglich sein, dass die Bedarfsträger eine Funkversorgung entsprechend ihren Bedürfnissen und ihrer Finanzlage im Vergabeverfahren oder später eigenverantwortlich realisieren können. Hier geht es insbesondere um eine Erweiterung auf die flächendeckende Funkversorgung für Handfunkgeräte in Gürteltrageweise, auch innerhalb von Gebäuden. Eine Funkversorgung von funktechnisch unterversorgten Gebäuden und Einsatzstellen durch zusätzliche Komponenten muss ebenfalls technisch möglich sein.

**Direktverkehr** (direct mode, DMO) ist eine unverzichtbare Funktionalität eines Funksystems für die BOS. Er wird an Einsatzstellen, die keine Funkversorgung durch das Netz aufweisen, oder als Einsatzstellenfunk unabhängig vom Netz sowie als Notbetrieb bei Ausfall des Netzes eingesetzt. Diese Möglichkeit muss nach wie vor bestehen. Direktverkehr ist aber keine Anforderung an das Funknetz, sondern an die **Endgeräte**. Da die Festlegung von Anforderungen an die Endgeräte nicht Bestandteil des Auftrags war, wurde auch der Direktverkehr nicht beschrieben.

Neben den operativ-taktischen Anforderungen wurden auch konkrete organisatorische Anforderungen formuliert. So wurde festgelegt, dass ein **bundesweit einheitli-**

**ches Netz** für das BOS-Digitalfunknetz notwendig ist. Es wird beschrieben, durch welche Kriterien ein solches Netz charakterisiert wird.

Das BOS-Digitalfunknetz soll als **eigenständiges Netz** betrieben und ausschließlich für die Funkkommunikation der BOS genutzt werden. Es soll von einem **zentralen Netzbetreiber** aufgebaut und betrieben werden, wobei auch weiterhin ein **nutzereigenes Management** besteht, das insbesondere die Endgeräteverwaltung und das Teilnehmermanagement wahrnimmt und die Möglichkeit zur Netzbeobachtung besitzt. Bund und Länder müssen auch weiterhin die erforderlichen **Kontroll-, Weisungs-, Eingriffs- und Steuerungsrechte** besitzen, um die sachgerechte Wahrnehmung der hoheitlichen Aufgabe Innere Sicherheit zu gewährleisten.

Die organisatorischen Anforderungen haben dabei insbesondere das Ziel, den erforderlichen Sicherheitsstandard für ein BOS-Digitalfunknetz zu garantieren.

#### Bewertung alternativer technischer Lösungen auf Grundlage des Mindeststandards

Die Expertengruppe hat den umfassenden Prüfungsauftrag der IMK in 2 Schritten umgesetzt.

Im ersten Schritt wurden die offensichtlich ungeeigneten oder unrealistischen technischen Lösungen ausgeschieden. Auf diese Lösungen wird kurz eingegangen und die Gründe für das Ausscheiden dargelegt.

Im zweiten Schritt wurden die technischen Lösungen, die nach Auffassung der Experten ernsthaft in Betracht zu ziehen waren, einer detaillierten Untersuchung anhand der zuvor definierten Mindestanforderungen unterzogen.

Dabei wurden folgende technische Lösungen bewertet:

- TETRA
- TETRAPOL
- GSM+ASCI (ASCI: Advanced Speech Call Items)  
(2 Varianten: eigenständiges Netz und Mitnutzung eines öffentlichen Netzes)

Die Gruppe „Anforderungen an das Netz“ kommt zu dem Schluss, dass, nach gegenwärtigem Stand und unabhängig vom Ausgang eines Vergabeverfahrens, die Systeme TETRA und TETRAPOL grundsätzlich die Anforderungen des Basisnetzes abdecken. Gegenwärtig erfüllt GSM+ASCI wesentliche Anforderungen des Basisnetzes nicht. Eine belastbare Bewertung von GSM+ASCI war nur in Ansätzen möglich,

da die Datengrundlage hauptsächlich auf Planungen und Absichtserklärungen eines Anbieters beruhte.

Darüber hinaus ist auch zweifelhaft, ob bei Mitnutzung eines öffentlichen Netzes die organisatorischen Anforderungen der BOS erfüllt werden, da diese wesentliche Auswirkungen auf das Geschäftsmodell eines öffentlichen Netzbetreibers hätten. Dies gilt insbesondere für die Forderung nach einem eigenständigen Netz und die Sicherstellung der notwendigen Kontroll-, Weisungs-, Eingriffs- und Steuerungsrechte für Bund und Länder bzw. die BOS.

Nach Auffassung der Expertengruppe wurden bei der Bewertung alle derzeit zur Verfügung stehenden Informationen und Erkenntnisse berücksichtigt. Die Expertengruppe war sich darin einig, dass auch weitere Untersuchungen keine wesentlichen weiteren Erkenntnisse bringen werden und eine abschließende Bewertung erst in einem verbindlichen Vergabeverfahren möglich sein wird. Dies gilt für alle Systeme, insbesondere hinsichtlich der Erfüllung solcher Mindestanforderungen, bei denen bislang nur Ankündigungen und Absichtserklärungen von Firmen vorliegen. Die Expertengruppe plädiert nachdrücklich dafür, im Rahmen einer Ausschreibung darauf zu achten, dass die Erfüllung der geforderten Leistungen seitens der Anbieter in geeigneten Verfahren vor Zuschlagserteilung nachgewiesen wird.

#### Bewertung der technischen Lösungen hinsichtlich der Kosten

Bei der kostenmäßigen Bewertung wurde deutlich, dass die Parameter für die Kosten weniger durch die gewählte technische Lösung, als vielmehr durch die operativ-taktischen Anforderungen und die konkrete rechtliche und organisatorische Ausgestaltung des BOS-Digitalfunknetzes bestimmt werden.

Das für die Kosten entscheidende Leistungsmerkmal ist der Grad der Funkversorgung. Gegenüber den Vorgaben im Interessenbekundungsverfahren hat die Expertengruppe für das Basisnetz eine deutlich geringere Funkversorgung festgelegt. Damit ist eine deutliche Reduzierung der Investitions- und der Betriebskosten möglich. Die Investitionskosten betragen 1,5 Mrd. Euro (im IBV: 2,75 Mrd. Euro). Die Betriebskosten für einen Zeitraum von 10 Jahren betragen 1,56 Mrd. Euro (im IBV: 2,65 Mrd. Euro). Die ermittelten Kosten von 3,06 Mrd. Euro sind als absolute Obergrenze für die Verwirklichung des Mindeststandards anzusehen. Damit ist gegenüber dem Interessenbekundungsverfahren eine erhebliche Kostenreduzierung erreicht worden.

Nach Auffassung der Expertengruppe ist das Einsparpotential, das in den Anforderungen und den technischen Lösungen liegt, mit den vorgelegten Mindestanforderungen ausgeschöpft.

Die ermittelten Kosten für die Investitionen und den Betrieb für 10 Jahre in Höhe von rund 3 Mrd. Euro sind darüber hinaus nicht ohne weiteres mit dem Bedarf an zusätzlichen Haushaltsmitteln gleichzusetzen.

Der Bedarf an zusätzlichen Haushaltsmitteln könnte weiter reduziert werden, insbesondere durch:

- Einsparungen aufgrund des Wegfalls des Analogfunks
- Einbringung von Vermögenswerten zur Mitnutzung (z.B. vorhandene Netze als Teil des backbones des zukünftigen BOS-Netzes oder die Bereitstellung von Standorten).

Eine belastbare Aussage zu den Kosten bei der Mitnutzung eines bestehenden öffentlichen GSM-Netzes ist nicht möglich. Die Expertengruppe geht davon aus, dass die Mitnutzung eines öffentlichen Netzes (deutlich) höhere Kosten als 2,3 Mrd.€ verursachen würde. Bei dieser von Vodafone genannten Zahl wurden die Vorgaben des Interessenbekundungsverfahrens nicht beachtet, sondern anbieterseitige Annahmen getroffen, die zu dieser Summe geführt haben.

Die von Vodafone genannte Zahl von 2,3 Mrd. Euro ist keine geeignete Grundlage für eine belastbare Haushaltsplanung oder eine realistische Kostendeckelung.

#### Abschluss der Expertengruppe

Die Expertengruppe beauftragte die ZED, die Ergebnisse der Beratungen der IMK vorzulegen. Am Ende der 3. Sitzung am 23.10.2002 wurde die Expertengruppe aufgelöst.

**Anlage 1****Teilnehmer der Expertengruppe**

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Baden-Württemberg:      | Herr Melioumis, Herr Nill                     |
| Bayern:                 | Herr Drax, Herr Kimmelzwinger, Herr Seidl     |
| Berlin:                 | Herr Kopiski, Herr Plaue                      |
| Brandenburg:            | Herr Hülsebeck, Herr Vogler                   |
| Bremen:                 | Herr Rill, Herr Schmidt                       |
| Bund:                   | Herr Hentschel, Herr Kramer                   |
| Hamburg:                | Herr Julga, Herr Krebs, Herr Weisschnur       |
| Hessen:                 | Herr Bayer, Herr Klämke                       |
| Mecklenburg-Vorpommern: | Herr Befeld, Herr Bürckel                     |
| Niedersachsen:          | Herr Heidecke, Herr Lange, Herr Wächter       |
| Nordrhein-Westfalen:    | Herr Böhm, Herr Knecht, Herr Korp             |
| Rheinland-Pfalz:        | Herr Cremer, Herr Kochskämper, Herr Zähringer |
| Saarland:               | Herr Justinger                                |
| Sachsen:                | Herr Schönborn, Herr Thielemann               |
| Sachsen-Anhalt:         | Herr Fiedler, Herr Jeserigk                   |
| Schleswig-Holstein:     | Herr Blaschke, Herr Niemann, Herr Schröder    |
| Thüringen:              | Herr Wettstein                                |

Als Vertreter der Finanzministerkonferenz: Herr Groß, Herr King

Von der ZED: Frau Wiesner, Herr Adling, Herr Franzen, Herr Gunkel, Herr Heidenreich, Herr Holleck, Herr Köhler, Herr Mathäs, Herr Singer, Herr Weskamp, Herr Dr. Preuss (für das Beschaffungsamt des BMI)

Die Moderation der Sitzungen der Expertengruppe nahm der Leiter der ZED, Herr Adling, wahr.

## II. Leistungsmerkmale eines Mindeststandards

### Themenkomplex 1: Grundanforderungen

#### 1.1 Funkversorgung für Sprach- und Datenübertragung

Derzeitiger Stand: Gegenwärtig erfolgt die Funkversorgung durch eine Vielzahl BOS-eigener Analogfunknetze. Die Funkversorgung ist lückenhaft und nicht einheitlich. Deshalb ist bei Einsätzen häufig mangelhafte oder keine Funkversorgung festzustellen. Störungen durch Überreichweiten können auftreten.

#### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

1.1.1 Abzudecken ist das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland einschließlich eines Gebietes 12 Seemeilen entlang der Küste auf Schiffen. Landseitig ist die grenznahe Funkversorgung der Nachbarstaaten vorzusehen. Dabei dürfen international vereinbarte Grenzwerte für die Erzeugung von Störstrahlung im Ausland nicht überschritten werden.

1.1.2 Grundsätzliche Anforderungen an die Versorgungsdichte eines künftigen Digitalfunksystems:

a) Unter Berücksichtigung des derzeitigen Status Quo bei den Bedarfsträgern sollte die künftige digitale Funkversorgung im Endausbau in folgendem Standard realisiert werden:

- Flächendeckende Fahrzeugfunkversorgung
- Handfunkversorgung mit mindestens gleicher Versorgung wie im heutigen Analogfunk
- in-house-Versorgung für Handfunkgeräte in dichtbesiedelten Bereichen

b) In einem ersten Schritt wird auf gemeinschaftlich-solidarischer Grundlage folgender Mindeststandard verwirklicht:

- flächendeckende Funkversorgung der Siedlungs- und Verkehrsflächen (siehe Anlage 2) für Handfunkgeräte außerhalb von Gebäuden \*
- in den übrigen Gebieten flächendeckende Funkversorgung für Fahrzeugfunkgeräte

\* Protokollnotiz von Brandenburg: Die Festlegungen zur Versorgungsdichte für den „ersten Schritt“ des Funknetzaufbaus werden aus operativ-taktischer Sicht voll unterstützt. Das Land Brandenburg geht bezüglich der später zu klärenden Kostenverteilungsfrage davon aus, dass ein differenzierter Ausgleich der vermuteten Benachteiligung der Flächenländer bei ihrer Netzversorgung hierin Eingang findet. Insbesondere gilt dies für die Gateway- und Repeaterlösungen in den Einsatzfahrzeugen, die in Flächenländern zwingend erforderlich erscheinen, um einer Zweiklassenfunkversorgung bezüglich des Einsatzes von Handfunkgeräten innerhalb und außerhalb von Siedlungs- und Verkehrsflächen wirksam zu begegnen.

c) Im Übrigen muss es möglich sein, dass die Bedarfsträger eine Funkversorgung entsprechend ihrer individuellen Bedürfnisse im Vergabeverfahren oder später eigenverantwortlich realisieren können. In diesem Zusammenhang muss auch eine Erweiterung auf die flächendeckende Funkversorgung für Handfunkgeräte in Gürteltrageweise, auch innerhalb von Gebäuden, technisch möglich sein.

- 1.1.3 Eine Funkversorgung von **Tunneln und anderen, funktechnisch unterversorgten Gebäuden und Einsatzstellen** durch zusätzliche Komponenten (Repeater, Gateways, Tunnelfunkanlagen, Gebäudefunkanlagen) muss technisch möglich sein.
- 1.1.4 Die Funkversorgung von **Luftfahrzeugen der BOS** muss bei deren üblicher Flughöhe (bis zu 3000m) und Fluggeschwindigkeit sichergestellt sein.
- 1.1.5 Das System muss es ermöglichen, einsatztaktisch nicht akzeptable Funk Schatten zu beseitigen.

## **1.2 Zellwechsel/Operationen in der Bewegung**

Derzeitiger Stand: Verlässt ein Funkteilnehmer den Versorgungsbereich des Netzes seiner BOS ist er nicht mehr erreichbar. Die Grenze der Funkversorgung ist für ihn nicht erkennbar. Um wieder erreichbar zu sein, muss er auf einen ihm vorher zugewiesenen, anderen Kanal umschalten. Eine Unterbrechung der Kommunikation und eine Fehlerquelle sind damit vorgegeben. Eine direkte Funkverbindung zu der Leitstelle, der der Funkteilnehmer vor dem Zellwechsel zugeordnet war, ist nicht mehr vorhanden. Bei überörtlicher Nachbarschaftshilfe oder Nacheile ist eine Führung durch die Heimatleitstelle nicht mehr gegeben.

### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

- 1.2.1 Alle Dienste müssen bundesweit für alle Funkteilnehmer jederzeit verfügbar sein. Insbesondere dürfen Kommunikationsbeziehungen beim Übergang von einer Funkzelle in eine andere nicht länger als 500 Millisekunden unterbrochen oder beeinträchtigt werden. Geführte Telefongespräche dürfen nicht unterbrochen werden.
- 1.2.2 Die Kommunikation der Leitstelle mit ihr zugeordneten, in Marsch befindlichen Einheiten muss systemweit möglich sein.

### 1.3 Kapazität

#### Derzeitiger Stand:

Die derzeitig vorhandene Kapazität entspricht keinem festgelegten Standard. Jede BOS regelt dies nach Bedarf und Finanzlage. Kapazitätsengpässe ergeben sich erfahrungsgemäß häufig bei größeren Einsätzen und fast immer bei Großeinsätzen und Großschadensereignissen.

#### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

##### 1.3.1 Pro Basisstation sind zunächst

- auf Siedlungs- und Verkehrsflächen (siehe Anlage 2) mindestens 15 Kanäle und

- in den übrigen Bereichen mindestens 7 Kanäle

vorzusehen. Bei Bedarf muss eine Erweiterung der Kapazität möglich sein.

1.3.2 Es ist eine kontinuierliche Kapazitätskontrolle vorzusehen, damit auf Engpässe möglichst frühzeitig reagiert werden kann.

1.3.3 Für einen zeitlich begrenzten Mehrbedarf muss eine Erweiterung der Kapazität auch an der Einsatzstelle mobil und unkompliziert erfolgen können.

## **1.4 Sprachqualität**

### Derzeitiger Stand:

Die Sprachqualität entspricht keinem festgelegten Standard. Die Sprachqualität ist häufig unzureichend und führt zu Zeitverlusten und Missverständnissen.

### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

Ziel ist grundsätzlich eine 100%ige Satzverständlichkeit.

(Diese gilt als erfüllt, wenn der Grenzwert der Silbenverständlichkeit nach DIN 45621 mindestens 96% beträgt).

## 1.5 Bevorrechtigungen

### Derzeitiger Stand:

Die Möglichkeit einer Steuerung der Bevorrechtigung ist nicht vorgesehen. Der Funkteilnehmer, der als erster sendet, ist bevorrechtigt, unabhängig von seiner Funktion oder der Dringlichkeit seiner Meldung. Es besteht die Möglichkeit, in ein laufendes Gespräch anderer Funkteilnehmer durch eigenes Senden einzubrechen, wobei dann keine geordnete Kommunikation mehr möglich ist.

### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

1.5.1 Zur Verhinderung konkurrierender Aussendungen in einer Gruppe muss das Netz sicherstellen, dass zeitgleich nur ein Funkteilnehmer sendet.

1.5.2 Bevorrechtigungen müssen frei konfigurierbar sein.

## 1.6 Anbindung von Leitstellen

### Derzeitiger Stand:

Leitstellen der BOS sind mit der Leitung des Funkverkehrs, der Einsatzlenkung und der Führung von Einsatzkräften beauftragte Stellen. Das Prinzip der direkten Anbindung der Leitstellen an den Analogfunk hat sich bewährt und soll beibehalten werden.

### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

1.6.1 Das Digitalfunksystem muss für die Anbindung von Leitstellen systemweit einheitliche, offengelegte Schnittstellen zur Verfügung stellen. Funktionalitäten von Schnittstellen zu Leitstellen sollten sein:

- Anzeige von Störungen: Permanente Kenntnisse über die Verfügbarkeit des Netzes sind zwingend erforderlich. Ausgewählte Störungsmeldungen sind der Leitstelle unverzüglich vom Netzwerkmanagement anzuzeigen und müssen in der Leitstelle im Klartext dargestellt werden können
- Authentisierung von Teilnehmern, Schlüsselverwaltung, Aufbereitung und Löschung teilnehmerbezogener Daten
- Verwaltung der operativ-taktischen Adressen
- Zuteilung und Festlegung der Berechtigungen (z.B. Sprache, Daten, Alarmierung, Telefonie)
- Prioritätensteuerung hinsichtlich Gruppen-, Einzel- und Datenkommunikation sowie Alarmierung und Notruf
- Fernparametrierung aller Geräte im Netz (insbesondere müssen abhanden gekommene oder gestohlene Geräte per Fernparametrierung unbrauchbar gemacht werden können)
- Einrichtung, Umgruppierung und Abbau von Gruppen (dynamische Gruppenbildung): Die Leitstelle muss neben ihren festen Gruppenverbindungen mit vordefiniertem Teilnehmerkreis ereignisabhängig auch Gruppen mit frei wählbarem Teilnehmerkreis einrichten, umgruppieren und abbauen können

- Festlegung des geographischen Versorgungsgebietes für Gruppen: Die geographischen Versorgungsgebiete für die einzelnen Gruppen müssen festgelegt werden können. Die Festlegung des maximalen Versorgungsgebietes für aktive und passive Alarmierung muss möglich sein
- Die Nichterreichbarkeit eines Teilnehmers muss in der Leitstelle angezeigt werden können
- Verbindungen zu einzelnen Teilnehmern, unabhängig von ihrer Gruppenzugehörigkeit, müssen möglich sein
- Die Leitstelle muss Einzelgespräche von ihr zugeordneten Teilnehmern unterbinden können
- Teilnahme an den Verkehrsbeziehungen mit vorrangiger Sendeerlaubnis
- Gleichzeitiges Senden von Verbalinformationen an Gruppen- bzw. Einzelteilnehmer
- Datenverbindungen aller Art (z.B. Senden und Empfangen von Kurzdaten)
- Annahme, Anzeige (im Klartext) und Auswertung von Statusmeldungen
- Alarmierung aktiver Geräte (im Netz eingebucht) und passiver Geräte (nicht im Netz eingebucht)
- Dokumentation aller Gespräche, an denen die Leitstelle teilnimmt

1.6.2 Die dynamische Anbindung von zusätzlichen, mobilen Leitstellen mit ausgewählten, dem Bedarf entsprechenden Funktionalitäten an das Funknetz muss möglich sein.

## **1.7 Technische Sicherheit von Anlagen/Verfügbarkeit des Netzes**

### Derzeitiger Stand:

Die derzeitigen Funkanlagen des analogen Funksystems wurden unter der Voraussetzung der alleinigen Nutzung durch die BOS installiert. Dementsprechend wurde die technische Sicherheit der Anlagen im Einzelfall entschieden.

### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

- 1.7.1 Die Standorte der Funkanlagen und deren technische Sicherheit müssen den Sicherheitsansprüchen der BOS gerecht werden und im Einzelfall objektorientiert entsprechend beurteilt und gesichert werden.
- 1.7.2 Das BOS-Netz soll, bezogen auf jede einzelne Zelle, im Jahresmittel in mehr als 99% der Zeit zur Verfügung stehen.

## 1.8 Adressraum

### Derzeitiger Stand:

Bei den bisherigen analogen Funknetzen wird eine Verbindung durch einige Festlegungen (z.B. Kanaleinstellung) und eine verbale Rufprozedur aufgebaut. Da die Funkrufnamen verbal übermittelt werden, ist deren Anzahl nicht systembedingt begrenzt. Eine Vermittlung im technischen Sinne findet nicht statt.

### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

Alle modernen Systeme sind vermittlungsorientiert; d.h. für den Verbindungsaufbau benötigt das Funksystem die Adresse des Teilnehmers, von dem der Ruf ausgeht, und die Adresse der(des) Teilnehmer(s), zu denen(dem) die Verbindung geschaltet werden soll.

1.8.1 Im Netz werden folgende Adressarten benötigt:

- Einzeladresse (auch für Alarmempfänger)
- Gruppenadresse (auch BOS-übergreifend und für Alarmierungsgruppen)
- Leitstellenadresse
- Gateway-Adresse (Adresse des Gerätes, das eine Verbindung zu Kommunikationseinheiten außerhalb des Netzes schaltet z.B. Datenbanken, Nebenstellenanlagen, öffentliches Telefonnetz, Direktverkehr)
- Ggf. Datenadresse

1.8.2 Der Adressraum für das bundeseinheitliche Digitalfunknetz muss 2 Millionen Nutzeradressen zulassen (vgl. Anlage 3). Der Adressraum muss darüber hinaus prinzipiell technisch erweiterbar sein.

1.8.3 Wird dieser Adressraum auf Teilnetze aufgeteilt (in Analogie zu Ortsnetzen) wird gefordert, dass alle Leistungsmerkmale ohne Einbuße auch teilnetzübergreifend funktionieren.

## 1.9 Operativ-taktische Adressen

### Derzeitiger Stand:

Funkteilnehmer haben einen Funkrufnamen, der eine taktische und organisatorische Identifizierung des Funkteilnehmers erlaubt. Diese kann an die Leitstelle übertragen werden. Dieses Prinzip hat sich bewährt und soll beibehalten werden.

### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

Für den Verbindungsaufbau von allen Systemen werden lediglich Nummern verwendet, die in den Endgeräten zur Anzeige gebracht werden können. Diese Nummern sind aber für den Nutzer, der Funkrufnamen gewöhnt ist, ohne Bedeutung. Deshalb wird eine Prozedur gefordert, die die Übertragung der  $\alpha$ -numerischen Funkrufnamen ermöglicht, damit diese in Schriftform angezeigt werden können.

- 1.9.1 Die taktische und organisatorische Zuordnung des Funkteilnehmers durch eine operativ-taktische Adresse ist vorzusehen.
- 1.9.2 Die operativ-taktische Adresse ist in der Leitstelle und auf dem Display aller empfangenden Funkgeräte der jeweiligen Gruppe oder des Einzelteilnehmers im Klartext darzustellen.
- 1.9.3 Das Funksystem soll die Übertragung von mindestens 17 bytes ermöglichen. Damit sollen 24 Zeichen im Klartext dargestellt werden können. Die 24 Zeichen sollen beispielsweise folgende Informationen beinhalten können:
  - BOS-Organisation
  - Bundesland
  - Ortsname
  - Wache/Einheit
  - Fahrzeugtyp
  - Fahrzeug
  - Funktion des Teilnehmers

## **Themenkomplex 2: Dienste**

### **2.1 Gruppenkommunikation**

#### Derzeitiger Stand:

Gruppenkommunikation ist die am häufigsten eingesetzte Verkehrsbeziehung und hat sich einsatztaktisch bewährt. Jeder Funkteilnehmer hört jeden sendenden Funkteilnehmer. Dies gilt jedoch nur innerhalb eines Funkverkehrskreises. Eine direkte Funkverbindung über einen Funkverkehrskreis hinweg ist nicht möglich. Somit ist eine direkte, gemeinsame Führung von Einsatzkräften, die sich in verschiedenen Funkverkehrskreisen befinden, nicht möglich.

Mit einem Tastendruck ist Senden in einer Gruppe möglich. Nach wenigen Millisekunden steht eine Verbindung zur Verfügung.

#### Anforderung an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

- 2.1.1 Jeder Funkteilnehmer muss an jedem beliebigen Standort innerhalb der gesamten Bundesrepublik Deutschland im Rahmen seiner Berechtigungen Mitglied einer oder mehrerer Gruppen sein können. Er darf jedoch zur gleichen Zeit immer nur in einer aktiv werden können.
- 2.1.2 In einer Gruppe müssen alle Funkteilnehmer (einschließlich der Leitstelle) den sendenden Funkeilnehmer hören können. Dies muss unabhängig von der Zelle möglich sein, in der die Funkteilnehmer sich befinden, damit Einsatzkräfte unabhängig von ihrem Standort gemeinsam geführt werden können.
- 2.1.3 Der Aufbau einer Verbindung muss am Endgerät mit nur einem Tastendruck auf die Sprechaste zu bewerkstelligen sein.
- 2.1.4 Zwischen der Betätigung der Sprechaste und dem Verbindungsaufbau darf unabhängig vom Standort keine merkliche Verzögerung entstehen (keine Silbe verloren gehen, 500 Millisekunden nicht überschritten werden).
- 2.1.5 Funkteilnehmer, deren Geräte im Netz angemeldet sind, sollen auch nachträglich in eine aktive Verkehrsbeziehung eintreten können. Innerhalb von 2 Sekunden sollten sie mithören können und die Möglichkeit haben, die Sendeerlaubnis anzufordern.

## 2.2 Einzelkommunikation

### Derzeitiger Stand:

Es ist derzeit keine Einzelverbindung von einem Funkteilnehmer zu einem anderen Funkteilnehmer möglich. Eine Funk-Draht-Verbindung ist nur mit Hilfe der Leitstelle aufzubauen. Der Disponent muss dazu den Funkteilnehmer anrufen und nach erfolgter Telefonverbindung die Funkverbindung mit dem Leitungsnetz herstellen. Das ist für einen schnellen Einsatz zu zeitaufwendig. Das Gespräch kann von den Funkteilnehmern mitgehört werden. Für die Dauer der Einzelkommunikation ist die Gruppenkommunikation unterbrochen. Das entspricht nicht mehr dem heutigen Sicherheitsstandard.

### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

Bei Einzelkommunikation muss sichergestellt sein, dass nur die beiden Gesprächspartner beteiligt sind. Durch Selbstwahl muss jeder berechnigte Funkteilnehmer im Netz mit jedem anderen Funkteilnehmer im Wechselsprechen (semi-duplex) und darüber hinaus mit Teilnehmern im öffentlichen Netz im Gegensprechen (voll-duplex) einzeln kommunizieren können.

## 2.3 Notruf

### Derzeitiger Stand:

Derzeit ist die Funktionalität des Notrufs durch das Funkmeldesystem (FMS) möglich.

### Anforderung an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

2.3.1 Die Funktion des Notrufs ist im Netz erforderlich.

2.3.2 Jeder Notruf, unabhängig von der Teilnahme an einer Einzel- oder Gruppenverbindung, muss ohne merkliche Verzögerung (spätestens nach 500 Millisekunden) von allen Gruppenmitgliedern der eingestellten Gruppe erkannt werden können. Alle Mitglieder der Gruppe müssen den Notruf optisch und akustisch angezeigt bekommen. Mit dem Notruf muss die operativ-taktische Adresse des Notrufers an alle empfangenden Endgeräte übertragen und dort auf dem Display angezeigt werden.

2.3.3 Eine Sprachverbindung muss über eine Freisprechfunktion (ohne Drücken der Sprechtaaste) automatisch aufgebaut werden.

2.3.4 In der Leitstelle muss der Notruf solange optisch und akustisch angezeigt werden, bis er manuell bestätigt worden ist.

2.3.5 Nur die Leitstelle oder ein besonders dazu berechtigtes Endgerät dürfen den Notrufzustand beenden können.

## 2.4 Verschlüsselung

### Derzeitiger Stand:

Im Analogfunk ist eine Verschlüsselung nicht vorhanden. Die Funkgespräche können ohne großen Aufwand und ohne besondere Kenntnisse von Unbefugten mitgehört werden. Außerdem kann die Kommunikation leicht gestört und verfälscht werden.

### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

- 2.4.1 Neben der permanenten Verschlüsselung von Sprache und Daten sind auch die sicherheitskritischen Teile der Organisationsinformationen zu verschlüsseln, um Verkehrsanalysen, z.B. Konzentration von Einsatzkräften, und unbefugte Eingriffe, z.B. böswilliges Auslösen von Pagern, zu verhindern.
- 2.4.2 Eine das gesamte Netz umfassende Ende-zu-Ende-Verschlüsselung ist erforderlich. Das Verschlüsselungskonzept des Bundesamtes für die Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) wird befürwortet.
- 2.4.3 Klarbetrieb muss möglich und unverzüglich bis zum Endteilnehmer erkennbar sein. Im verschlüsselten Betrieb müssen auch unverschlüsselte Übertragungen empfangen werden können (plain override).

## 2.5 Datenübertragung

### Derzeitiger Stand:

Der Analogfunk ist grundsätzlich für die Übertragung von Sprache und nicht von Daten ausgelegt. Derzeit sind im Wesentlichen lediglich einfache Statusmeldungen vorgesehen. Die Übermittlung selbst einfacher Daten (z.B. Autokennzeichen, Eigennamen, Bezeichnungen von chemischen Stoffen) oder Datenbankabfragen muss per Sprache erfolgen. Dabei treten naturgemäß häufig Übermittlungsfehler auf. Außerdem ist die Übermittlung von Daten per Sprache für die Funkteilnehmer sehr zeitraubend und blockiert Ressourcen für wichtige einsatztaktische Meldungen.

### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

- 2.5.1 Eine gesicherte, leistungsfähige und kontinuierliche (z.B. Telemetriedaten von Patienten oder von Angriffstrupps unter Atemschutz) Datenübertragung muss vorhanden sein. Dies umfasst auch die Abfrage von Datenbanken (z.B. Gefahrgutdatenbanken), die Übertragung von Datentelegrammen (z.B. Senden von Kurztelegrammen, Befehlen, Rückmeldungen, Messwerten, Reichweitenüberwachung), die Übermittlung von Statusmeldungen und die Übermittlung von Standorten (z.B. GPS-Daten).
- 2.5.2 Die Datenübertragungsrate des Funksystems muss erhöht werden können, sobald in der Zukunft zusätzliche Anwendungen realisiert werden sollen. Das Funksystem muss eine wechselseitige Datenübertragung (Option: vollduplex) mit einer Nutzbitrate von mindestens 4,8 kbit/s (niedrige Fehlerkorrektur) ermöglichen.
- 2.5.3 Die Datenübertragung darf die Sprachübertragung nicht beeinträchtigen.

## 2.6 Alarmierung

### Derzeitiger Stand:

Die Funkalarmierung im Analogfunk wird derzeit im Wesentlichen von den nicht-polizeilichen BOS genutzt. Es werden damit Sirenen und Meldeempfänger ausgelöst. Es ist nur eine passive Alarmierung ohne Rückmeldemöglichkeit möglich. Die Leitstelle weiß daher nicht, ob die Alarmierung tatsächlich angekommen ist und wer der Alarmierung Folge leisten wird.

### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

2.6.1 Grundsätzlich muss das Digitalfunksystem sowohl passive (nichtsendende Endgeräte) als auch aktive (sendende Endgeräte) Alarmierung zulassen\*.

2.6.2 Ob die Alarmierung durch das Digitalfunksystem genutzt werden soll und ob dies passiv und/oder aktiv erfolgen soll, entscheidet das jeweilige Land bzw. die jeweilige BOS in eigener Zuständigkeit. Dies bezieht sich auch auf den dann entsprechend erforderlichen Ausbau des Netzes.

2.6.3 Eine Alarmierung muss in Gruppen und einzeln erfolgen können.

Im Bedarfsfall muss es möglich sein, dass im Bereich einer Leitstelle 200 Gruppen zu je 10 Meldeempfängern innerhalb von höchstens 15 Minuten alarmiert werden können (z.B. bei Großschadensereignissen wie Sturmflut). Die Geschwindigkeit der Alarmierung darf durch Sprech- und Datenfunk (z.B. bei einem Großschadensereignis) nicht beeinflusst werden.

Der zu übertragende alphanumerische Alarmierungstext (vordefiniert oder individuell) muss bis zu 256 Zeichen beinhalten können.

Die Leitstelle muss festlegen können, in welchem geographischen Gebiet alarmiert werden soll.

Bei der aktiven Alarmierung muss in der Leitstelle erkennbar sein, welche Endgeräte durch die Alarmierung erreicht werden können. Der technische Empfang der Alarmierung ist vom Endgerät automatisch zu quittieren. Eine manuell auszulösende Rückmeldung der Einsatzkraft zu dieser Alarmierung muss erfolgen können („Ich komme in meiner Funktion / komme nicht“). Die Sendefunktion muss am Endgerät abgeschaltet werden können (z.B. in sensiblen Bereichen wie Krankenhäusern).

\* Protokollnotiz von Baden-Württemberg: Das Land Baden-Württemberg (nicht-polizeiliche BOS) unterstützt die Forderung nach passiver Alarmierung nicht.

## **Themenkomplex 3: Übergänge zu anderen Netzen**

### **3.1 Übergänge in andere Funknetze gleicher Systemtechnik**

#### 3.1.1 Bundesrepublik Deutschland

##### Derzeitiger Stand:

Übergänge im Sinne einer Verknüpfung zweier Netze sind derzeit zwischen analogen Netzen nicht realisiert.

Bei den Endgeräten sind die „Übergänge“ dadurch gewährleistet, dass der Teilnehmer anhand der Frequenztabelle in der Lage ist, jeden fremden Verkehrskreis einzustellen.

Um auf Leitstellenebene zu gewährleisten, dass man sich an der Kommunikation mit anderen BOS beteiligen kann, werden zusätzliche Funkgeräte installiert, sogenannte „Unterbandgeräte“. Damit ist dann die Leitstelle, z.B. der Polizei, ein Funkteilnehmer im Verkehrskreis der Feuerwehr. Für jede Verbindung ist dann ein eigenes Funkgerät vorzusehen.

##### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

Alle BOS sollen prinzipiell wie bisher in der Lage sein, an allen Verkehrskreisen teilzunehmen. Aus Sicherheitsgründen soll der bisherige, freie Zugang zu „fremden“ Verkehrskreisen verhindert werden. Stattdessen wird dieser möglichst zentral administriert (sowohl durch vorheriges Programmieren der Endgeräte in einer „Werkstatt“ als auch mittels Fernprogrammierung durch eine Leitstelle über die Luftschnittstelle (dynamische Gruppenbildung)).

#### 3.1.2 Europa

##### Derzeitiger Stand:

Die Netze im Bereich „public safety“ sind in Europa nicht miteinander verknüpft. Auch die Endgeräte lassen sich in der Regel nicht so einstellen, dass sie in einem ausländischen Netz arbeiten können.

Derzeit hilft man sich mit der Vorhaltung von Geräten aus dem jeweiligen Nachbarland, die dann bei entsprechendem Bedarf eingesetzt werden, wobei der administrative Aufwand für die Genehmigung zur Benutzung sehr unterschiedlich ist.

Leitstellen haben in der Regel keine Möglichkeit die eigenen Kräfte jenseits der Grenze zu führen (von der Möglichkeit bei entsprechender Reichweite des eigenen Netzes einmal abgesehen).

Unabhängig von der funktechnischen Verknüpfung ist auch heute schon eine drahtmäßige Verknüpfung von Leitstellen über Grenzen hinweg realisiert.

Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

Bei gleicher Technik auf beiden Seiten der Staatsgrenze soll technisch eine Verknüpfung der Netze sicherstellen, dass folgende minimalen Leistungsmerkmale erfüllt sind:

- Verbindung der Leitstelle zu eigenen Kräften im fremden Land
- Punkt-zu-Punkt Verbindung zwischen Endgeräten auf beiden Seiten der Grenze
- Austausch von Kurzdaten in beiden Richtungen
- Gruppenkommunikation von Kräften innerhalb des fremden Landes
- Gruppenkommunikation von eigenen Kräften mit fremden Kräften im fremden Land
- Verbindung von Kräften im fremden Land zur fremden Leitstelle
- Punkt-zu-Punkt Verbindung zwischen eigenen und fremden Kräften im fremden Land
- Austausch von Kurzdaten zwischen eigenen Kräften zu fremden Endgeräten
- Notruf von eigenen Kräften im fremden Land zu eigenen Kräften dort oder zur fremden Leitstelle

Die konkrete Nutzung dieser technischen Möglichkeiten muss entsprechend den jeweiligen bilateralen Kooperationsvereinbarungen erfolgen.

### **3.2 Übergänge in andere Funknetze unterschiedlicher Systemtechnik**

#### 3.2.1 Bundesrepublik Deutschland

Derzeitiger Stand:

Bisher nicht relevant.

Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

Diese Anforderung ist in einem bundesweit einheitlichen Digitalfunksystem innerhalb der Bundesrepublik Deutschland nicht relevant.

#### 3.2.2 Europa

Derzeitiger Stand:

Wie unter 3.1.2 beschrieben. Im Übrigen wird darauf hingewiesen, dass in Europa bereits unterschiedliche Digitalfunksysteme eingeführt wurden bzw. werden. Diese unterschiedlichen Funkssysteme sind an der Luftschnittstelle nicht kompatibel.

Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

Unter Verwendung der Telefonüberleitung soll die Möglichkeit eröffnet werden, von einem Netz in das andere zu „wählen“. Die Ausgestaltung dieser Möglichkeit bleibt der bilateralen Absprache überlassen (z.B. nur „handvermittelt“ über die Leitstelle, wegen Ende-zu-Ende Verschlüsselung Zugang zur „fremden“ Leitstelle nur unverschlüsselt).

### 3.3 Übergänge zu öffentlichen Telefonnetzen und zu TK-Anlagen

#### Derzeitiger Stand:

Die bestehenden analogen 4m-Funknetze können nur mittels „Handvermittlung“ durch die Leitstelle mit den Drahtnetzen verbunden werden. Da die Betriebsart der analogen Funknetze Gegensprechen (semi-duplex) ist, muss die Funktion der Sendetaste auf der Drahtseite durch eine Sprachsteuerung (Sprechen am Telefon bedeutet Drücken der Sendetaste des Telefonteilnehmers) nachgebildet werden. Diese Schaltung führt einerseits dazu, dass die erste Silbe des Telefonteilnehmers häufig verschluckt wird, und andererseits, dass bei Nebengeräuschen beim Telefonteilnehmer dieser den Funkkanal für sein Gegenüber gar nicht mehr frei geben kann.

Für den 2-m Bereich gibt es in der Regel nicht einmal die Möglichkeit, ein Drahtnetz –sei es die Nebenstellenanlage des Amtes oder das öffentliche Telefonnetz- zu erreichen. Beim Einsatzstellenfunk ist man von drahtgebundenen Netzen abgeschnitten.

#### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

Das Funknetz soll sich wie eine zusätzliche Nebenstellenanlage gegenüber dem drahtgebundenen Netz verhalten. Technisch sollen folgende Verbindungsmöglichkeiten unterstützt werden:

- Handvermittlung durch die Leitstelle zwischen Funk und Draht
  - Einwahl vom Funk- zum Telefonteilnehmer sowohl in Nebenstellenanlagen als auch in öffentliche Telefonnetze
  - Einwahl von Nebenstellen oder Telefonnetzen zum Funkteilnehmer
  - Punkt-zu-Punkt-Verbindungen Funk-Draht sollen voll-duplex sein
  - Konferenz von mindestens drei Teilnehmern unter Einschluss mindestens eines Drahtteilnehmers (alle Teilnehmer voll-duplex)
  - Hinzuziehen (include) eines Drahtteilnehmers zu einem Punkt-zu-Punkt Funkgespräch (voll-duplex)
  - Einschluss eines Telefonteilnehmers in ein Gruppengespräch (semi-duplex, eine Sprachschaltung ist erforderlich)
  - Einrichtung eines Abrechnungssystems zur nutzungsabhängigen Zuordnung der Kosten, die durch den Übergang zu öffentlichen Telefonnetzen entstehen.
- Anmerkung: Das Abrechnungssystem kann bei Bedarf auch zur Zuordnung anderer, nutzungsabhängiger Kosten genutzt werden.*

Alle Leistungsmerkmale müssen durch ein nutzereigenes Management (vgl. Nr. 4.7) administrierbar sein, so dass für jeden Funkteilnehmer ein individuelles Berechtigungsprofil eingerichtet werden kann.

### **3.4 Verknüpfung mit Datennetzen**

#### Derzeitiger Stand:

Die analogen Sprechfunknetze sind generell nicht mit Datennetzen verbunden. Lediglich die Anbindung der Einsatzleitreehner an Funkmeldesystem-Geber-Auswerter, die ihrerseits mit dem Sprechfunknetz verbunden sind, kann als eine solche Verbindung angesehen werden.

Eigenständige, analoge Netze für Datenabfragen (mit niedriger Datenrate) sind gegebenenfalls temporär mit Datennetzen verknüpft. Meistens behilft man sich mit dem Einsatz von GSM.

#### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

Das zukünftige digitale Funknetz soll ohne zusätzlichen Geräteaufwand oder die Einrichtung gesonderter Netze oder Subnetze vom Funk aus Datenverkehr mit Festnetzen ermöglichen.

### **3.5 Verknüpfung des analogen mit dem zukünftigen digitalen System**

#### Derzeitiger Stand:

Für die analogen Sprechfunknetze nicht relevant.

#### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

Um den Grundsatz "Jeder BOS-Funkteilnehmer kann an jedem Ort der Bundesrepublik Deutschland am Funkverkehr jeder BOS teilnehmen" erfüllen zu können, muss es möglich sein, dass auf Leitstellenebene die analogen Funknetze mit dem digitalen Funknetz während der Migrationsphase so verknüpft sind, dass Gruppenkommunikation netzübergreifend möglich ist.

Es muss möglich sein, dass dem Einsatzleitnehmer während des Parallelbetriebes von analogem und digitalem Funksystem Informationen aus beiden Funksystemen zur Verfügung gestellt werden können.

Für den Direktverkehr (Einsatzstellenfunk) wird in Kauf genommen, dass unterschiedlich ausgerüstete Einsatzkräfte nicht miteinander kommunizieren können; lediglich der zeitweilige Gerätetausch wäre hier eine Lösung.

## **Themenkomplex 4: Organisatorische Anforderungen**

### **4.1 Bundesweit einheitliches Netz**

**Fragestellung:** Wird ein bundesweit einheitliches System für alle BOS benötigt?

#### Derzeitiger Stand:

In der Bundesrepublik Deutschland existiert eine Vielzahl von analogen Funknetzen in direkter Verantwortung einzelner BOS. Mit der Erarbeitung der Technischen Richtlinien BOS in den 70er Jahren wurde eine BOS-übergreifende, analoge Funktechnik eingeführt, die zur damaligen Zeit im europäischen Vergleich führend war. Mit dieser Richtlinie wurden nicht nur die Geräte selbst vereinheitlicht – was auch eine einheitliche Bedienoberfläche mit sich brachte - sondern auch (nach heutigem Sprachgebrauch) eine einheitliche Luftschnittstelle festgelegt. Damit wurde erreicht, dass an jedem Ort der Bundesrepublik Deutschland BOS-Geräte miteinander kommunizieren können. Diese „Errungenschaft“ des BOS-übergreifenden Kommunikationsangebotes ist einzigartig. Sie ist die Grundlage für eine effektive Einsatzführung und Aufgabenerfüllung bei Lagen, in denen Kräfte verschiedener Bundesländer und/oder verschiedener BOS zusammenwirken müssen.

Jede Veränderung der Kommunikationsstruktur, die diese Grundlage infrage stellt, berührt fundamental Sicherheitsinteressen der Bundesrepublik Deutschland.

Deshalb hat sich die Ständige Konferenz der Innenminister und –senatoren (IMK) bereits mehrfach für die Einführung eines bundesweit einheitlichen Digitalfunksystems ausgesprochen. Im jüngsten Beschluss vom 6. Juni 2002 hat die IMK erneut bekräftigt: „Die Innenminister und –senatoren von Bund und Ländern unterstreichen die Notwendigkeit der schnellstmöglichen Einführung des digitalen Sprech- und Datenfunks für die BOS und der dazu erforderlichen Errichtung eines bundesweit einheitlichen BOS-Digitalfunknetzes.“

#### Anforderung an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

Für die BOS wird ein bundesweit einheitliches Digitalfunksystem eingeführt.

Ein bundesweit einheitliches Netz ist durch folgende Kriterien charakterisiert:

- Eine einheitliche technische Spezifikation
- Eine bundesweit einheitliche und abgestimmte Netzplanung
- Eine zentral überwachte und gesteuerte Aufbauphase
- Die Nutzung des Netzes nach bundesweit einheitlichen Betriebsgrundsätzen

- Ein einheitliches Kryptomanagement
- Ein zentrales Netzwerkmanagement
- Endgeräte sind bundesweit einsetzbar
- Das Netz stellt prinzipiell alle Dienste bundesweit zur Verfügung

Die Forderung nach einem bundesweit einheitlichen Funksystem für alle BOS impliziert nicht die Festlegung auf einen einzigen Hersteller.

**Begründung:**

- wirtschaftlichste Lösung:
  - zentrale Komponenten müssen so nur einmal aufgebaut, betrieben und erhalten werden
  - technisch hoch komplexe und teure Anpassungen verschiedener technischer Systeme sind innerhalb der Bundesrepublik Deutschland nicht erforderlich
  - Nutzung der positiven Effekte von hohen Stückzahlen
  - Nutzung von Erfahrungsgewinnen
  - Höhere Zukunftsfähigkeit durch Sicherstellung der kritischen Menge
- Zweckmäßigste Möglichkeit, eine angemessene Interoperabilität zwischen allen BOS auch länderübergreifend zu garantieren
- Frequenzökonomie
- Bessere Koordinierbarkeit des Einsatzgeschehens verschiedener BOS auch außerhalb ihrer regionalen Zuständigkeit
- Führung weit auseinander gezogener Lagen ist über eine Infrastruktur möglich

## 4.2 Eigenständiges Netz

**Fragestellung:** Wird ein eigenständiges Netz benötigt oder ist die (Mit-)Nutzung öffentlicher Netze möglich?

### Derzeitiger Stand:

In der Bundesrepublik Deutschland existiert eine Vielzahl von analogen Funknetzen in direkter Verantwortung einzelner BOS.

### Anforderung an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

Das Digitalfunknetz für die BOS wird als eigenständiges Netz eingerichtet.

Unter einem eigenständigen Netz wird ein Netz verstanden, das ausschließlich für die Funkkommunikation der BOS genutzt wird. Ein Infrastruktursharing (z.B. Mitnutzung von Standorten, Anmietung von Leitungen) ist grundsätzlich möglich, beschränkt sich aber immer auf klar abtrennbare Bereiche. Ein Kapazitätsssharing erfolgt nicht.

### **Begründung:**

- Sicherheitsanforderungen:
  - Notwendigkeit von technischer Sicherheit von Anlagen (vgl. 1.7)
  - Notwendigkeit einer höheren Ausfallsicherheit im Vergleich zu öffentlichen Netzen
- Die Kapazitäten eines eigenständigen Netzes stehen den BOS in jedem Fall in jeder Situation zur Verfügung. Fälle von Kapazitätskonkurrenz können nur zwischen BOS, nicht jedoch mit dritten (privaten) Nutzern auftreten.
- Vermeidung von unkalkulierbaren, rechtlichen und tatsächlichen Schwierigkeiten, die sich bei der Verdrängung von privaten Nutzern durch die BOS, z.B. bei Großschadensfällen, ergeben könnten, z.B. Schadensersatzforderungen.
- Die Konfiguration und Ausgestaltung des Netzes orientiert sich nur an den Bedürfnissen und Erfordernissen der BOS. Bei der (Mit-)Nutzung eines öffentlichen Netzes müssen auch die Bedürfnisse der anderen Nutzer berücksichtigt werden. Insofern kann ein solches Netz nicht ausschließlich entsprechend den Bedürfnissen der BOS ausgestaltet werden.

### 4.3 Organisation des Netzbetriebs

**Fragestellung:** Welche Organisationen werden benötigt und wer erfüllt welche Aufgaben?

Derzeitiger Stand:

Bisher existiert für die BOS kein gemeinsames Netz. Insofern bestand bisher nicht die Notwendigkeit, eine zwischen Bund und Ländern abgestimmte Organisationsstruktur festzulegen und einzurichten.

Anforderung an ein zukünftiges Digitalfunksystem \*:

- Das BOS-Digitalfunknetz wird durch einen zentralen Netzbetreiber geplant, aufgebaut und betrieben.
- Sollten Bund und Länder nicht (Mehrheits-)Eigentümer des zentralen Netzbetreibers sein (vgl. 4.4), wird eine Bund-Länder-Institution gegründet, die alle zentralen hoheitlichen Aufgaben sowie die Kontroll-, Weisungs-, Eingriffs- und Steuerungsrechte von Bund und Ländern gegenüber dem zentralen Netzbetreiber wahrnimmt (vgl. 4.5).
- Bei der Aufgabenverteilung wird eine optimale Risikoverteilung angestrebt, d.h. es gilt der Grundsatz: „Risiken werden von dem getragen, der sie beeinflussen kann“.
- Zentrales Beurteilungskriterium zur Bestimmung einer optimalen Risikoanordnung ist die Kostenminimierung.
- Aufgaben, die einen unmittelbaren Bezug zur Fachaufgabe haben, verbleiben zwingend bei den BOS. Hierzu gehören insbesondere von der Leitstelle wahrzunehmende Aufgaben.

Darüber hinaus verbleibt auch die Beschaffung von Endgeräten und das Teilnehmermanagement in der Zuständigkeit der BOS.

---

\*Zur Begründung vgl. auch auf die Kapitel 3 und 4 des Berichtes der ZED Berichtes an die IMK vom Mai 2002.

#### 4.4 Eigentümerstruktur und rechtliche Ausgestaltung des Netzbetreibers

**Fragestellung:** Müssen Bund/Länder Eigentümerrechte haben oder reichen rein vertragliche Rechte?

Derzeitiger Stand:

Die bestehenden analogen Funkssysteme befinden sich im Eigentum der jeweiligen BOS.

Anforderung an ein zukünftiges Digitalfunksystem :

- Der Netzbetreiber ist eine eigenständige rechtsfähige juristische Person (kein integrierter Bestandteil eines (Mutter-)Unternehmens).
- Bund und Länder müssen nicht (Mit-)Eigentümer des Netzbetreibers sein. Es ist aber sicherzustellen, dass Bund und Ländern das Recht eingeräumt wird,
  - während der Vertragslaufzeit gegen entsprechende Zahlung (Mit-) Eigentümer am Netzbetreiber zu werden,
  - bei Vertragsablauf den Netzbetreiber unentgeltlich zu übernehmen. Alternativ könnte eine Restwertzahlung vereinbart werden. Dieser Betrag wäre in den bisherigen Kostendaten bereits enthalten.

**Begründung:**

Die Rechtsfähigkeit des Netzbetreibers ist erforderlich, weil nur so

- eine Heimfallregelung greifen kann
- eine effektive und effiziente Aufsicht und Kontrolle durch die zentrale Projektorganisation möglich ist.

Bei einer (Mit-)Eigentümerschaft von Bund und Ländern wäre eine klare Abgrenzung der zu tragenden Risiken nicht mehr möglich. Wenn der Auftragnehmer Eigentümer des Netzbetreibers ist, ist es besser möglich, die Betriebsrisiken (Leistungsbeeinträchtigungen z.B. durch Ressourcenmangel, Ausfall von Betriebstechnik oder organisatorische Mängel) eindeutig dem Auftragnehmer zuzuordnen.

#### 4.5 Kontroll-, Weisungs-, Eingriffs- und Steuerungsrechte

**Fragestellungen:** Welche Rechte müssen bei Bund und Ländern bzw. den BOS verbleiben?

Müssen Bund und Länder bzw. die BOS jederzeit Eingriffsmöglichkeiten haben?

Ist eine Heimfallregelung eine Mindestanforderung?

##### Derzeitiger Stand:

Eine Regelung über Kontroll-, Weisungs-, Eingriffs- und Steuerungsrechte war bisher nicht erforderlich, da die jeweiligen analogen Netze Eigentum der jeweiligen BOS sind und von dieser geplant, errichtet, erhalten und betrieben werden. Alle Aufgaben werden daher in einer Hand bzw. in einer Organisation wahrgenommen.

##### Anforderung an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

Durch Kontroll-, Weisungs-, Eingriffs- und Steuerungsrechte von Bund und Ländern ist sicherzustellen, dass Bund und Länder bzw. die BOS die notwendigen Einwirkungsmöglichkeiten haben, um die sachgerechte Wahrnehmung der hoheitlichen Aufgabe „Innere Sicherheit“ zu gewährleisten.

Bund und Länder müssen mindestens folgende Kontroll-, Weisungs-, Eingriffs- und Steuerungsrechte haben:

- Beantragung der Frequenzen des Frequenzbandes 380 bis 400 MHz und Wahrnehmung der Funktionsherrschaft im Sinne des Telekommunikationsgesetzes (TKG)
- Abnahme von Teilnetzen und des Gesamtnetzes
- Kontrolle des Netzbetreibers:
  - Einsichtnahme in betriebliche Unterlagen und Daten
  - Prüfung der Einhaltung der vereinbarten Service Levels
  - Prüfung der Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen
  - Prüfung der Gebrauchsfähigkeit und Betriebssicherheit in technischer und personeller Hinsicht
  - ggf. auch Betretungsrechte
- Entscheidung über Ausbau und Weiterentwicklung des Netzes und des daraus resultierenden eventuell veränderten Kostenrahmens
- Aufnahme weiterer Nutzer in das Netz
- Errichtung und Aufgabe von Betriebsstätten und/oder Zweigniederlassungen des Netzbetreibers mit Bezug zu den BOS
- Ausübung des Rechts zur Übernahme des Netzes (Heimfallregelung)

## 4.6 Frequenzen

**Fragestellung:** Welche Frequenzen werden für den BOS-Digitalfunk genutzt?

Derzeitiger Stand:

Im gegenwärtigen analogen Funksystem besitzt jede BOS exklusiv die ihr für ihr Netz zur Verfügung gestellten Frequenzen.

Anforderung an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

- Für den BOS-Digitalfunk wird der Frequenzbereich 380 bis 400 MHz exklusiv und kostenfrei zur Verfügung gestellt\*.
- Dieser Frequenzbereich wird nicht einzelnen BOS zugeteilt, sondern von allen BOS gemeinsam genutzt und die Funktionsherrschaft über die genutzten Frequenzen verbleibt bei Bund und Ländern bzw. einer Bund-Länder-Institution, um die Verfügbarkeit dieses Frequenzbereiches exklusiv für die BOS sicherzustellen.

**Begründung:**

- Die Möglichkeit einer grenzüberschreitenden Kommunikation entsprechend dem Schengener Durchführungsübereinkommen bleibt nur erhalten, wenn der Digitalfunk für die BOS im Frequenzbereich 380 – 400 MHz erfolgt.
- Nur in diesem Frequenzbereich besteht das exklusive Nutzungsrecht durch die BOS.
- Nur die gemeinsame Nutzung der Frequenzen sichert das von der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (RegTP) bzw. dem Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) geforderte, frequenzökonomische Verhalten (z.B. „Bündelgewinn“).

\* Protokollnotiz von Bayern und Brandenburg: Dies schließt andere technische Lösungen in anderen Frequenzbereichen grundsätzlich nicht aus.

## 4.7. Nutzereigenes Management

### 4.7.1 Endgeräteverwaltung

#### Derzeitiger Stand:

Im Analogfunk wird eine funknetzbezogene Administration der Teilnehmerendgeräte oder der Leitstellen im Netz nicht benötigt, da eine entsprechende Netzsteuerung nicht vorhanden ist.

#### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

Das Netz muss es gestatten, dass die Zulassung der einzelnen Endgeräte im Netz dezentral in Verantwortung der einzelnen BOS erfolgen kann. Die individuelle Zulassung jedes Endgeräts ermöglicht, dass über das Netz ein Endgerät funktionsunfähig geschaltet werden kann (z.B. bei Verlust oder Diebstahl).

### 4.7.2 Teilnehmermanagement

#### Derzeitiger Stand:

Eine gewisse Administration ist bei den Analogfunknetzen da anzutreffen, wo eine Zuordnung der Funkmeldesystem-Adresse zu einem Funktionsträger erfolgt.

#### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

Das Netz muss es ermöglichen, dass das nutzereigene Management (in der Regel in der Leitstelle) einem Funkteilnehmer ein Teilnehmerprofil zuordnet. Die folgenden Parameter und Zuordnungen sollen über das Teilnehmerprofil administrierbar sein:

- Teilnehmernummer einrichten (Individuelle Adresse); Zuordnung zu einem Funkrufnamen
- Gruppenadressen (Verkehrskreise, die der Teilnehmer einstellen kann)
- Notrufadressen
- Verfügbarkeit von Diensten (z.B. Einzelruf, Gruppenruf, Telefonruf, Kurzdaten, Paketdaten)
- Priorität der Teilnehmernummer hinsichtlich Zugriff auf Ressource und Vorrang bzw. Unterbrechung anderer Gesprächsteilnehmer
- Regionale Begrenzung der Berechtigung
- Temporäre Sperrung des Funkteilnehmers

In gleicher Weise werden von der jeweils zuständigen Stelle auch die Gruppenadressen (Verkehrskreise) administriert:

- Gruppenadresse einrichten (entspricht einem Verkehrskreis); Zuordnung zu einem Funkrufnamen
- Priorität der Gruppe (Zugriff auf Ressource)
- Regionale Begrenzung
- Zuordnung zu einer Leitstelle / zu Leitstellenarbeitsplätzen

Alle Maßnahmen sollen ohne Störung des laufenden Betriebes durchgeführt werden können. Das System soll die administrierenden Stellen durch eine Plausibilitätsprüfung unterstützen.

#### 4.7.3 Netzbeobachtung

##### Derzeitiger Stand:

Vereinzelt haben Leitstellen die Möglichkeit:

- zur Überwachung auf Störer und ggf. Sperrung des Relais oder der Gleichwellenstation
- Fernkodierung der Frequenz des Relais (Kanals)
- Zusammenschalten von mehreren "Kanälen" zu einem Verkehrskreis
- manuelles Schalten zu höheren Netzebenen (Kreis → Regierungsbezirk → Land)

##### Anforderungen an ein zukünftiges Digitalfunksystem:

Den Leitstellen ist die Beobachtung des Netzes hinsichtlich Störungen, Netzauslastung und anderer Parameter und Zustände, die für die Einsatzleitung relevant sind, zu ermöglichen.

*Anmerkung: Da die einzelnen Nutzerorganisationen nicht mehr über eine eigene Funkinfrastruktur verfügen werden, müssen diese Aufgaben zentralisiert werden. Es ist zu regeln, wer die zentrale Stelle ist, welche Rechte sie hat, und wie Meldewege und Anweisungsrechte der Leitstellen geregelt werden. Dies betrifft insbesondere:*

- *Störungsmeldung und Information über Stand der durchgeführten Arbeiten*
- *Meldung über Netzbeeinträchtigung durch Wartungsmaßnahmen*
- *Anweisung zum Einsatz von mobilen Basisstationen*
- *Anweisung zur temporären Kapazitätserhöhung*
- *Anweisung zur temporären Änderung genereller Netzparameter (z.B. Prioritäten von Diensten)*

**Anlage 2****Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung**

Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2001; Angaben in ha

|     | <b>Gesamtfläche</b> | <b>Siedlungs- und Verkehrsfläche (*)</b> | <b>%</b> | <b>übrige Fläche (**)</b> | <b>%</b> |
|-----|---------------------|--|----------|---------------------------|----------|
| BRD | 35.702.791          | 4.205.169                                | 11,8%    | 31.497.622                | 88,2%    |
| SH  | 1.577.055           | 169.992                                  | 10,8%    | 1.407.063                 | 89,2%    |
| HH  | 75.533              | 42.725                                   | 56,6%    | 32.808                    | 43,4%    |
| NI  | 4.761.227           | 578.349                                  | 12,1%    | 4.182.878                 | 87,9%    |
| HB  | 40.428              | 21.801                                   | 53,9%    | 18.627                    | 46,1%    |
| NW  | 3.407.872           | 690.689                                  | 20,3%    | 2.717.183                 | 79,7%    |
| HE  | 2.111.477           | 306.792                                  | 14,5%    | 1.804.685                 | 85,5%    |
| RP  | 1.985.303           | 257.716                                  | 13,0%    | 1.727.587                 | 87,0%    |
| BW  | 3.575.188           | 454.287                                  | 12,7%    | 3.120.901                 | 87,3%    |
| BY  | 7.054.757           | 692.922                                  | 9,8%     | 6.361.835                 | 90,2%    |
| SL  | 257.045             | 49.610                                   | 19,3%    | 207.435                   | 80,7%    |
| BE  | 89.167              | 59.436                                   | 66,7%    | 29.731                    | 33,3%    |
| BB  | 2.947.584           | 227.992                                  | 7,7%     | 2.719.592                 | 92,3%    |
| MV  | 2.317.011           | 144.057                                  | 6,2%     | 2.172.954                 | 93,8%    |
| SN  | 1.841.265           | 195.255                                  | 10,6%    | 1.646.010                 | 89,4%    |
| ST  | 2.044.727           | 177.028                                  | 8,7%     | 1.867.699                 | 91,3%    |
| TH  | 1.617.150           | 136.512                                  | 8,4%     | 1.480.638                 | 91,6%    |

\* Gebäude- und Freifläche (Wohnen, Gewerbe, Industrie), Betriebsfläche ohne Abbauland, Erholungsfläche, Friedhofsflächen, Verkehrsflächen (Straßen, Wege, Plätze),

\*\* Landwirtschaftsfläche (einschließlich Moor, Heide), Waldflächen, Wasserflächen, Abbauland, Flächen anderer Nutzung

**zum Vergleich****Interessenbekundungsverfahren:**

Landnutzungsdatenbestand 05/2000 des Statistischen Bundesamtes  
nach Morphoklassen; Angaben in qkm

|     | <b>Gesamtfläche</b> | <b>Urban 1,2,3 /<br/>Suburban</b> | <b>%</b> | <b>Rural</b> | <b>%</b> |
|-----|---------------------|-----------------------------------|----------|--------------|----------|
| BRD | 357.021             | 21.352                            | 6,0%     | 335.669      | 94,0%    |

Fundstelle:

[http://www.brandenburg.de/statreg/daten\\_10/449-01.htm](http://www.brandenburg.de/statreg/daten_10/449-01.htm)

**Anlage 3:****Adressraum**

Nach derzeitigem Stand ergibt sich folgendes Volumen an Adressen:

| <b>Adressart</b>                   | <b>Anzahl</b>  |
|------------------------------------|----------------|
| Teilnehmereinzeladressen           | 500.000        |
| Gruppenadressen (Verkehrskreise)   | 5.000          |
| BOS-übergreifende Gruppen          | 2.000          |
| Leitstellenarbeitsplätze           | 10.000         |
| Datenadresse                       | -----          |
| Gateways (Telefon)                 | 1.000          |
| Gateways (Daten)                   | 1.000          |
| Vorhaltung an "Besuchsadressen"    | 10.000         |
| <b>Adressraum Sprech/Datenfunk</b> | <b>529.000</b> |
| Einzeladressen Alarmempfänger      | 400.000        |
| Alarmgruppen                       | 30.000         |
| <b>Adressraum Alarmierung</b>      | <b>430.000</b> |
| <b>Gesamter Adressraum</b>         | <b>959.000</b> |

### III. Technische Systembewertung

#### 1. Abgrenzung der bewerteten Systeme

Anhand der zuvor definierten Mindestanforderungen waren alternative technische Lösungen zu bewerten.

Es wurden alle derzeit auf dem Markt befindlichen Systeme in die Prüfung einbezogen. Wegen der hohen Innovationsgeschwindigkeit kann nur der gegenwärtige Stand der Technik bewertet werden.

In einem **ersten Schritt** wurden die ungeeigneten oder unrealistischen technischen Lösungen ausgeschieden. Eine umfangreiche Bewertung erübrigt sich damit.

#### Öffentliche Mobilfunknetze

Nachfolgend sind die Systeme der öffentlichen Mobilfunknetze mit dem größten Verbreitungsgrad aufgeführt:

|                 |   |
|-----------------|---|
| GSM             | Europäisches Mobilfunksystem (2 G)*               |
| GPRS            | Erweiterung der Leistungsmerkmale von GSM (2.5 G) |
| HSCSD           | Erweiterung der Leistungsmerkmale von GSM (2.5 G) |
| PDC             | Japanisches Mobilfunksystem (2 G)                 |
| D-AMPS, IS 95 A | Amerikanische Mobilfunksysteme (2 G)              |
| IS 95 B         | Amerikanisches Mobilfunksystem (2.5 G)            |
| UMTS            | Europäisches Mobilfunksystem (3 G)                |
| UWC             | Amerikanische Mobilfunksysteme (3 G)              |

Allen öffentlichen Mobilfunknetzen ist gemeinsam, dass sie auf die Punkt-zu-Punkt Kommunikation hin optimiert sind. Fundamentale Leistungsmerkmale wie Gruppenkommunikation, Anbindung von Leitstellen oder Kommunikation ohne Netz (Direktverkehr) sind in den Systemen nicht vorgesehen.

**Ohne eine Erweiterung der Standards und die entsprechende Anpassungsentwicklung seitens der Industrie sind diese Systeme als Ersatz für den bisherigen analogen Funk der BOS nicht geeignet.**

\* 2te Generation (second generation)

Bei Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) gilt es, weitere Rahmenbedingungen zu berücksichtigen:

- UMTS ist hinsichtlich seiner System- und Marktstruktur auf den mobilen Multimediaeinsatz und den effizienten Zugang zum Internet/Intranet optimiert. Sprachkommunikation ist ein ergänzendes Merkmal.
- Das Versorgungsgebiet einer UMTS-Basisstation in einem öffentlichen Netz wird einen Radius von ca. 1 km besitzen (Reg TP News 03/2002). Dies liegt hauptsächlich an einer Netzarchitektur, die hohe Datenübertragungskapazitäten in Siedlungsgebieten sicherstellen muss.
- Die Lizenzbedingungen für UMTS-Betreiber legen einen Versorgungsgrad von 50 % der Bevölkerung bis zum 31.12.2005 fest (Dies entspricht einer bundesweiten Flächenabdeckung von weit unter 50 %). Diese Festlegung der Präsidialkammer der Reg TP vom 18.02.2000 berücksichtigt dabei insbesondere Rahmenvorgaben, die es einem UMTS-Lizenznehmer auch ermöglichen, ein solches Netz wirtschaftlich zu errichten und langfristig (2020) zu betreiben. Zur Zeit diskutierte Fragen der Ressourcenteilung unter den zukünftigen UMTS-Betreibern sowie von Öffnungsklauseln hinsichtlich des geforderten Versorgungsgrades von 25 % zum 31.12.2003 unterstreichen die Problematik.

Die o.g. Gründe machen neben notwendigen UMTS-Standardfortschreibungen insbesondere deutlich, dass durch die wirtschaftlich auszuschließende und auch langfristig nicht zu erwartende bundesweite flächendeckende Versorgung, eine elementare Grundforderung an ein BOS-Netz nicht erfüllt werden kann.

### **Nach Ansicht der Expertengruppe stellt UMTS keine Alternative für den BOS-Digitalfunk dar.**

Für das GSM-System hat es eine Erweiterung des Standards und erste Entwicklungen seitens der Industrie unter dem Namen GSM+ASCI gegeben. ASCI steht für "advanced speech call items" und wurde speziell für den Bedarf der Eisenbahnen konzipiert; sie umfassen im Wesentlichen die Gruppenkommunikation, regional begrenzt auf 25 Zellen, die Verdrängung (anderer Teilnehmer) und den Ansageruf (broadcast call). Es werden erste, allerdings eigenständige Netze bei den europäischen Bahnen implementiert; die Einbettung der Leistungsmerkmale in ein öffentliches Mobilfunknetz ist bisher noch nicht erfolgt.

Die ZED hat nur GSM+ASCI in den Vergleich der Systeme mit einbezogen, da Entwicklungen dieser Art für andere Systeme nicht bekannt sind.

### WLAN (wireless local area network)

WLANs wurden zur drahtlosen Übertragung hoher Datenraten für Multimediaanwendungen (z. B. Videokonferenzen) entwickelt. Derzeit stehen eine Reihe von Standards (z.B. Hiperlan, Hiperlan/2, IEEE 802.11a, IEEE 802.11b u.a.m) im Wettbewerb. Übertragungsverfahren und Protokolle sind ausschließlich für die Datenübertragung optimiert und in keiner Weise für Sprachkommunikation ausgelegt. Den Anforderungen der BOS an Verbalkommunikation (Gruppen- und Einzelkommunikation, kurze Rufaufbauzeiten usw.) genügen sie deshalb nicht.

Diese Technik ist für die drahtlose Rechnerkommunikation, für den mobilen Einsatz von Notebooks als Netzwerk bzw. Netzwerkzugang (letzte Meile) innerhalb einer Liegenschaft – Börsen, Messegelände etc. - konzipiert und mit ihrem speziellen Übertragungsverfahren (Spreizbandtechnik) insbesondere auf die Anwendung innerhalb von Gebäuden optimiert. Eine andere Art von Endgeräten ist nicht vorgesehen.

Die Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (Reg TP) äußert sich hinsichtlich der Marktausrichtung von WLANs dahingehend, dass WLANs nicht als flächendeckende zellulare Netze, sondern bestenfalls als punktuelle Lösungen konzipiert sind und daher bei hohen Übertragungsraten nur vergleichsweise kleine Gebiete funktechnisch versorgen; Mobilität ist dabei allerdings kaum gegeben (Reg TP News Nr. 03/2002).

Erreichbare Bandbreiten sind abhängig vom gewählten Frequenzbereich (2,4 oder 5 GHz, in jedem Falle über 2,4 GHz). I.V. mit den sehr geringen Sendeleistungen (in Europa max. 100 mW) werden im Freien unter günstigen Umständen maximale Reichweiten von ca. 500 m, in Gebäuden je nach Bauart 10 bis 50 m erzielt, da bei diesen hohen Frequenzen keine Durchdringung von Hindernissen erfolgt – die Funkwellen werden ausschließlich reflektiert (Mehrwegeausbreitung).

Weil Frequenzbänder genutzt werden, die bis zu einer bestimmten Sendeleistung für jeden freigegeben sind (ISM\*-Bänder, unlicenzierte Funkanwendungen), besteht die Gefahr gegenseitiger Störung bzw. von Breitbandstörungen durch andere Funksysteme (Störpotential im 2,4-GHz-Band z. B. durch Bluetooth, Amateurfunk). Das für den BOS Digitalfunk vorgesehene Band (380 MHz – 400MHz) kommt nicht infrage, da dieses Spektrum von 20 MHz gerade einem WLAN-Kanal entspricht. Ferner stellen die verwendeten Übertragungsprotokolle ein erhebliches Sicherheitsrisiko dar, weil sie relativ schwach sind und der Datenaustausch mit geringem Aufwand abge-

\* ISM: industry, science, medical

hört werden kann.

Die o. g. Gründe, insbesondere die erzielbaren Reichweiten, machen deutlich, dass diese Technik für eine flächendeckende Versorgung ungeeignet ist.

Darüber hinaus müssen Verfahren zur optimalen Unterstützung des Zellwechsels (Handover) zwischen Basisstationen innerhalb des Standards noch entwickelt werden.

**Nach Ansicht der Expertengruppe stellen WLANs keine Alternative für den BOS-Digitalfunk dar.**

### Bluetooth

Die unter dem Namen "bluetooth" bekannte Technik ist als drahtlose Anbindung von Peripheriegeräten wie Drucker, Telefonhörer, Lautsprecher, Tastatur usw. vorgesehen. Die zu überbrückende Entfernung ist mit < 10m angesetzt. Der vorgesehene Frequenzbereich ist ebenfalls das ISM-Band (wie bei WLAN). Dieses Band ist frei zugänglich. Von der Nutzung durch die BOS im Rahmen eines Ersatzes des analogen Funknetzes ist daher abzuraten. Da eine entsprechende strikte Regulierung hinsichtlich der Frequenznutzung fehlt, gibt es kaum einen Schutz gegen Funkstörungen.

Das Spektrum der Leistungsmerkmale liegt im Vergleich zu den BOS-Anforderungen auf einem völlig anderen Gebiet. Deswegen erübrigt sich eine tiefergehende Betrachtung der Unterschiede. Als ergänzende Technik für den Einsatz im Kraftfahrzeug ist "bluetooth" allerdings geeignet; diese Technik ist daher als Leistungsmerkmal der Endgeräte anzusehen.

**Nach Ansicht der Expertengruppe stellt Bluetooth keine Alternative für den BOS-Digitalfunk dar.**

## **2. Grundsätzlich geeignete Lösungen**

In einem **zweiten Schritt** wurden die technischen Lösungen, die nach Auffassung der Expertengruppe ernsthaft in Betracht zu ziehen waren, einer detaillierten Untersuchung unterzogen.

Dabei wurden folgende technische Lösungen bewertet:

TETRA

TETRAPOL

GSM+ASCI eigenständiges Netz

GSM+ASCI Mitbenutzung öffentliches Netz

Um einen Vergleich mit der heutigen Situation zu ermöglichen, ist auch eine Spalte zur Bewertung der Leistungsfähigkeit der analogen BOS-Netze aufgenommen.

Die Aussagen betreffen weitestgehend die Leistungsfähigkeit der Protokolle an der Luftschnittstelle. In Anbetracht der Tatsache, dass ein Kommunikationssystem wie das geplante BOS Digitalfunknetz in seiner Leistungsfähigkeit auch von der Art der Vernetzung (backbone), den Endgeräten und den Applikationen bestimmt wird, sind diese Komponenten, soweit erforderlich, auch in die Bewertung einbezogen worden.

### 3. Diskussion der Eignung von technischen Lösungen als Ersatz für den analogen BOS-Funk

| Nr. | Anforderung gemäß GAN   | Analogfunk (Ist-Stand)   | TETRA  | TETRAPOL   | GSM+ASCI<br>Eigenständiges Netz  | GSM+ASCI<br>Mitbenutzung öffentliches Netz  |
|-----|---|--|--|--|--|---|
| 1   | Grundanforderungen  |  |  |  |  |   |
| 1.1 | Funkversorgung für Sprach- und Datenfunk  |  |  |  |  |   |
|     | <i>flächendeckende Funkversorgung der Siedlungs- und Verkehrsflächen (siehe Anlage 2) für Handfunkgeräte außerhalb von Gebäuden<br/><br/>in den übrigen Gebieten flächendeckende Funkversorgung für Fahrzeugfunkgeräte.</i> | Fahrzeugfunkversorgung weitestgehend gewährleistet, Handfunkversorgung in der generell geforderten Güte ist nur teilweise in geringerem Umfang sicher gestellt | Versorgungsgüte kann nach Anforderung geplant und realisiert werden (Kosten)                             | Versorgungsgüte kann nach Anforderung geplant und realisiert werden (Kosten)                             | Versorgungsgüte kann nach Anforderung geplant und realisiert werden (Kosten)   | <b>Gegenwärtige Versorgungsgüte im besiedelten Bereich besser als BOS-Forderung, für übrige Gebiete nicht erfüllt, Anpassung möglich (Kosten)</b>                   |
|     | <i>Versorgung funktechnisch unterversorgter Gebäude und Einsatzstellen</i>  | Teilweise existieren Gebäude und Tunnelfunkanlagen; mobile Relaisstellen werden bedarfsweise eingesetzt  | Gebäude- und Tunnelfunkanlagen sowie mobile BS, Gateway und Repeater werden unterstützt. DMO realisiert. | Gebäude- und Tunnelfunkanlagen sowie mobile BS, Gateway und Repeater werden unterstützt. DMO realisiert. | Gebäude- und Tunnelfunkanlagen sowie mobile Basisstationen werden unterstützt. DMO im Standard nicht vorgesehen. Muss entwickelt werden. | Teilweise existieren Gebäude und Tunnelfunkanlagen; mobile Basisstationen werden bedarfsweise eingesetzt. DMO im Standard nicht vorgesehen. Muss entwickelt werden. |
|     | <i>Versorgung von Luftfahrzeugen</i>  | <i>Weitestgehend flächendeckend gewährleistet</i>  | <i>Angeboten durch "overlay-Netz"</i>  | <i>derzeit durch Kommunikation im "Direktmodus" , "overlay-Netz" realisierbar</i>                        | <i>Sicherstellung durch "overlay-Netz" möglich</i>   | Gegenwärtige Netzstruktur unterstützt keine Kommunikation zu Luftfahrzeugen. Anpassung durch Errichtung eines zusätzlichen overlay-Netzes möglich                   |

| Nr. | Anforderung gemäß GAN                           | Analogfunk (Ist-Stand)   | TETRA                                    | TETRAPOL  | GSM+ASCI<br>Eigenständiges Netz  | GSM+ASCI<br>Mitbenutzung öffentliches Netz   |
|-----|---|--|--|---|--|--|
| 1.2 | <i>Zellwechsel/Operation in der Bewegung</i>    |  |  |   |  |  |
|     | <b>Netzweite Verfügbarkeit der Dienste</b>      | Sprechfunk ist mit Kraftfahrzeug-funkgeräten bundesweit möglich durch Einstellen der örtlich gültigen Frequenz | Wird von den Systemlieferanten angeboten | Nach gegenwärtigem Stand sind einzelne Dienste auf Teilnetze beschränkt beziehungsweise es müssen spezielle netzweite Dienste eingerichtet werden: Mit Einführung von Tetrapol 2004 IP wird dies voraussichtlich gelöst | <b>Der für die BOS notwendige Gruppenruf ist regional begrenzt auf 25 Zellen.</b>  | <b>Der für die BOS notwendige Gruppenruf ist regional begrenzt auf 25 Zellen.</b>  |
|     | <b>Zellwechselzeit <math>\leq 500</math> ms</b> | entfällt   | Wird von den Systemlieferanten angeboten | Derzeit wird der Zellwechsel durch erneuten Verbindungsaufbau realisiert, die zeitliche Vorgabe wird überschritten. Mit Einführung von Tetrapol 2004 IP wird dies voraussichtlich gelöst                                | Für das sendende Gerät Standard-GSM-Leistungsmerkmal, für das empfangende Gerät Abbruch und Neuaufbau (cell reselection) | Für das sendende Gerät Standard-GSM-Leistungsmerkmal, für das empfangende Gerät Abbruch und Neuaufbau (cell reselection) |

| Nr. | Anforderung gemäß GAN                             | Analogfunk (Ist-Stand)  | TETRA                                     | TETRAPOL   | GSM+ASCI<br>Eigenständiges Netz   | GSM+ASCI<br>Mitbenutzung öffentliches Netz  |
|-----|---|---|---|--|---|---|
|     | <b>Leitstellenanbindung netzweit</b>              | Nicht gegeben   | Wird von den Systemlieferanten angeboten. | Derzeit ist Leitstellenanbindung nur im Bereich eines Teilnetzes realisiert. Bei Betrieb außerhalb des Teilnetzes muss hilfsweise ein allgemeine, netzweit gültige Adresse verwendet werden um mit der "örtlichen" Leitstelle zu kommunizieren; ein Kontakt zur "eigenen" Leitstelle ist nicht über das System herstellbar | <b>Leitstellenanbindung noch nicht realisiert, die vorgesehene Komponente muss noch entwickelt werden</b> | <b>Leitstellenanbindung noch nicht realisiert; die vorgesehene Komponente muss noch entwickelt werden</b>   |
| 1.3 | <i>Kapazität</i>                                  |   |   |  |   |   |
|     | <b>Siedlungsgebiet 15 Kanäle / sonst 7 Kanäle</b> | Wegen der den einzelnen BOS zugeordneten Netze kaum vergleichbar; das Kapazitätsangebot wird wegen der festen Zuordnung von Frequenzen generell als zu gering angesehen | Stand der ausgelieferten Technik          | Stand der ausgelieferten Technik   | Stand der Technik   | Stand der ausgelieferten Technik; inwieweit die Kapazität der BOS zur Verfügung steht, muss vertraglich geregelt werden; ggf. müssen alle privaten Nutzer verdrängt werden (Realisierung fraglich). |
|     | <b>Kapazitätskontrolle</b>                        | Nicht vorhanden   | Stand der ausgelieferten Technik          | Stand der ausgelieferten Technik   | Stand der Technik   | Stand der ausgelieferten Technik; (für ein öffentliches Netz ohnehin vorhanden)   |

| Nr. | Anforderung gemäß GAN  | Analogfunk (Ist-Stand)   | TETRA   | TETRAPOL   | GSM+ASCI<br>Eigenständiges Netz  | GSM+ASCI<br>Mitbenutzung öffentliches Netz   |
|-----|--|--|---|--|--|--|
|     | <b>Mobile Erweiterungskapazität</b>                            | Wird vorgehalten, allerdings ist die zusätzlich verfügbare Kapazität sehr begrenzt | Stand der ausgelieferten Technik (mobile Basisstation)  | Stand der ausgelieferten Technik (mobile Basisstation)   | Stand der Technik (mobile BS); unklar ist, inwieweit sich ASCI-Leistungsmerkmale temporär einbinden lassen                                   | Stand der Technik (mobile BS); unklar ist, inwieweit sich ASCI-Leistungsmerkmale temporär einbinden lassen                                   |
| 1.4 | <i>Sprachqualität</i><br><b>Ziel 100% Satzverständlichkeit</b> | Häufig nicht zufriedenstellend, Hintergrundgeräusche können erheblich stören       | Stand der ausgelieferten Technik, gut; gegen Hintergrundgeräusche resistent   | Stand der ausgelieferten Technik, gut; gegen Hintergrundgeräusche resistent  | Stand der ausgelieferten Technik, gut; gegen Hintergrundgeräusche resistent  | Stand der ausgelieferten Technik, gut; gegen Hintergrundgeräusche resistent  |
| 1.5 | <i>Bevorrechtigung</i>   |  |   |  |  |  |
|     | <b>Nur ein Gruppenteilnehmer sendet</b>                        | Wird durch die Technik nicht unterstützt, kann nicht sichergestellt werden         | Stand der ausgelieferten Technik  | Stand der ausgelieferten Technik   | Im „downlink“ wird das Sprachsignal des gerade sendenden Mobilteilnehmers sowie das von bis zu 5 Leitstellen aufaddiert.                     | Im „downlink“ wird das Sprachsignal des gerade sendenden Mobilteilnehmers sowie das von bis zu 5 Leitstellen aufaddiert.                     |
|     | <b>Bevorrechtigung (frei konfigurierbar)</b>                   | Nicht vorhanden  | Stand der ausgelieferten Technik  | Stand der ausgelieferten Technik   | Leistungsmerkmal von ASCI  | Leistungsmerkmal von ASCI  |
| 1.6 | <i>Anbindung von Leitstellen</i>                               | realisiert   | Leitstellenanbindung wird angeboten; geforderte Leistungsmerkmale werden von der Systemtechnik unterstützt; Herstellerübergreifende Schnittstelle nicht definiert | Leitstellenanbindung wird angeboten; geforderte Leistungsmerkmale werden von der Systemtechnik unterstützt; Herstellerübergreifende Schnittstelle nicht definiert (derzeit nur ein Hersteller bekannt) | <b>Schnittstelle in ASCI nicht definiert; Schnittstellen-Komponente (Connectivity Server) muss erst definiert und dann entwickelt werden</b> | <b>Schnittstelle in ASCI nicht definiert; Schnittstellen-Komponente (Connectivity Server) muss erst definiert und dann entwickelt werden</b> |

| Nr. | Anforderung gemäß GAN   | Analogfunk (Ist-Stand)   | TETRA   | TETRAPOL  | GSM+ASCI<br>Eigenständiges Netz                                 | GSM+ASCI<br>Mitbenutzung öffentliches Netz  |
|-----|---|--|---|---|---|---|
| 1.7 | <i>Technische Sicherheit von Anlagen / Verfügbarkeit des Netzes</i> |  |   |   |   |   |
|     | <b>Sicherheit von Anlagen</b>                                       | Wird im Bedarfsfall durch jeweilige BOS geregelt                               | Muss beim Neuaufbau des Netzes berücksichtigt werden        | Muss beim Neuaufbau des Netzes berücksichtigt werden            | Muss beim Neuaufbau des Netzes berücksichtigt werden            | Keine Informationen. Muss für jede Anlage geprüft werden. Ggf. Anpassung erforderlich   |
|     | <b>99% Verfügbarkeit einer Zelle</b>                                | Wird im Bedarfsfall durch jeweilige BOS geregelt                               | Muss beim Neuaufbau des Netzes berücksichtigt werden        | Muss beim Neuaufbau des Netzes berücksichtigt werden            | Muss beim Neuaufbau des Netzes berücksichtigt werden            | Keine Informationen. Muss für jede Anlage geprüft werden. Ggf. Anpassung erforderlich   |
| 1.8 | <i>Adressraum</i>   |  |   |   |   |   |
|     | <b>2 Mio Nutzeradressen</b>   | Nicht relevant   | vorhanden   | vorhanden   | vorhanden   | vorhanden (keine Information, wie der gegenwärtig genutzte Adressraum ausgelastet ist). |
| 1.9 | <i>Operativ-taktische Adressen</i>                                  | a) Verbale Übermittlung des Funkrufnamens<br>b) Zuordnung zu einer FMS Adresse | Kein Merkmal des Standards;<br>Entwicklung im Netz begonnen | Kein Merkmal des Standards;<br>Entwicklung im Netz erforderlich | Kein Merkmal des Standards;<br>Entwicklung im Netz erforderlich | Kein Merkmal des Standards;<br>Entwicklung im Netz erforderlich                         |
| 2   | <i>Dienste</i>  |  |   |   |   |   |
| 2.1 | <i>Gruppenkommunikation</i>   |  |   |   |   |   |
|     | <b>Gruppenzugehörigkeit im gesamten Bundesgebiet</b>                | nicht möglich  | Netzweit gewährleistet                                      | Gewährleistet im Bereich eines MSC                              | Gewährleistet, allerdings beschränkt auf 25 Zellen.             | Gewährleistet, allerdings beschränkt auf 25 Zellen.                                     |

| Nr. | Anforderung gemäß GAN  | Analogfunk (Ist-Stand)  | TETRA  | TETRAPOL   | GSM+ASCI<br>Eigenständiges Netz  | GSM+ASCI<br>Mitbenutzung öffentliches Netz   |
|-----|--|---|--|--|--|--|
|     | <i>Rufaufbau mit einem Tastendruck</i>   | <i>Entsprechende Endgeräte<br/>vorhanden</i>  | <i>Entsprechende Endgeräte<br/>vorhanden</i>   | <i>Entsprechende Endgeräte<br/>vorhanden</i>   | <i>Entsprechende Endgeräte nicht<br/>vorhanden</i>   | <i>Entsprechende Endgeräte nicht<br/>vorhanden</i>   |
|     | <i>Rufaufbau &lt;= 500 msec</i>  | <i>Gewährleistet</i>  | <i>Im Bereich eines MSC gewähr-<br/>leistet, darüber hinaus trans-<br/>portnetzabhängig</i>  | <i>Im Bereich eines MSC gewähr-<br/>leistet, darüber hinaus trans-<br/>portnetzabhängig</i>  | <i>Systembedingt nicht &lt; 3 sec beim<br/>Rufaufbau, mögliche Hilfskonstruk-<br/>tion unwirtschaftlich und nicht<br/>frequenzökonomisch</i> | <i>Systembedingt nicht &lt; 3 sec beim<br/>Rufaufbau, Hilfskonstruktion<br/>erforderlich</i> |
|     | <i>Nachträgliche Verbindungsaufnahme (late entry)</i>                          | <i>gewährleistet</i>  | <i>gewährleistet</i>   | <i>gewährleistet</i>   | <i>gewährleistet</i>   | <i>gewährleistet</i>   |
| 2.2 | <i>Einzelkommunikation (Punkt-zu-Punkt-Kommunikation)</i>                      |   |  |  |  |  |
|     | <i>Funk-Funk (semi-duplex)</i>   | <i>nicht möglich</i>  | <i>gewährleistet</i>   | <i>gewährleistet</i>   | <i>gewährleistet</i>   | <i>gewährleistet</i>   |
|     | <i>Funk-Telefon (voll duplex)</i>  | <i>nicht möglich</i>  | <i>gewährleistet</i>   | <i>Derzeit nicht möglich</i>   | <i>gewährleistet</i>   | <i>gewährleistet</i>   |
| 2.3 | <i>Notruf</i>  |   |  |  |  |  |
|     | <i>Netz und Direktverkehr</i>  | <i>ohne Prioritätssteuerung ge-<br/>währleistet</i>   | <i>gewährleistet</i>   | <i>gewährleistet</i>   | <i>nur im Netz gewährleistet</i>   | <i>nur im Netz gewährleistet</i>   |
|     | <i>Übertragung der operativ-taktischen Adresse an empfan-<br/>gende Geräte</i> | <i>Nur Anzeige in der Leitstelle</i>  | <i>Nur Anzeige in der Leitstelle;<br/>Übertragungsprozedur zu den<br/>mobilen Endgeräten muss noch<br/>definiert und entwickelt werden</i> | <i>Nur Anzeige in der Leitstelle;<br/>Übertragungsprozedur zu den<br/>mobilen Endgeräten muss noch<br/>definiert und entwickelt werden</i> | <i>nicht realisiert</i>  | <i>nicht realisiert</i>  |
|     | <i>Beendigung durch Leitstelle oder besonderes Endgerät</i>                    | <i>Keine Steuerungsmöglichkeit</i>  | <i>gewährleistet</i>   | <i>gewährleistet</i>   | <i>nicht bekannt</i>   | <i>nicht bekannt</i>   |
| 2.4 | <i>Verschlüsselung</i>   |   |  |  |  |  |
|     | <i>Verschlüsselung der Organisationsinformation</i>                            | <i>Bisher eingeführte Verfahren<br/>erwiesen sich als nicht praxis-<br/>tauglich für einen generellen<br/>Einsatz bei den BOS.<br/>Einsatz nur in Spezialfällen mit<br/>dazu besonders geeigneten<br/>Geräten – Lösung vermehrt<br/>durch GSM-Einsatz</i> | <i>gewährleistet</i>   | <i>nicht realisiert</i>  | <i>gewährleistet</i>   | <i>gewährleistet</i>   |
|     | <i>Ende zu Ende Verschlüsselung</i>  |   | <i>Mittels Zusatzmodul (erste Tests<br/>des BSI-Verfahrens erfolgreich)</i>  | <i>Gewährleistet (BSI Verfahren<br/>kann lt. Hersteller implementiert<br/>werden)</i>  | <i>Proprietäres Verfahren (Endge-<br/>räte sehr teuer)</i>   | <i>Proprietäres Verfahren (Endge-<br/>räte sehr teuer)</i>                                   |

| Nr. | Anforderung gemäß GAN                                       | Analogfunk (Ist-Stand)   | TETRA   | TETRAPOL  | GSM+ASCI<br>Eigenständiges Netz  | GSM+ASCI<br>Mitbenutzung öffentliches Netz   |
|-----|---|--|---|---|--|--|
|     | <i>Klarbetrieb (plain override)</i>                         |  | <i>nicht vorgeführt</i>   | <i>nicht vorgeführt</i>   | <i>nicht bekannt</i>   | <i>nicht bekannt</i>   |
| 2.5 | <i>Datenübertragung</i>                                     |  |   |   |  |  |
|     | <i>mindestens bis 4,8 kbit/s (niedrige Fehlerkorrektur)</i> | <i>nicht realisierbar</i>  | <i>wird vom System her unter-<br/>stützt;<br/>Datenrate durch Kanalbündelung<br/>bis 28.8 kbit/s (ungeschützt)<br/>definiert</i>                            | <i>Wird vom System her unter-<br/>stützt; Datenrate ist bis ca 8<br/>kbit/s (ungeschützt) definiert</i>   | <i>GSM bietet 9,6 kbit/s<br/>GPRS und HSCSD wesentlich<br/>höhere Raten (nur Punkt zu<br/>Punkt)</i> | <i>GSM bietet 9,6 kbit/s<br/>GPRS und HSCSD wesentlich<br/>höhere Raten (nur Punkt zu<br/>Punkt)</i> |
| 2.6 | <i>Alarmierung</i>  |  |   |   |  |  |
|     | <i>Passive Alarmierung</i>                                  | <i>realisiert durch Mitbenutzung<br/>des 4m Sprechfunknetzes oder<br/>durch eigenes 2m Funknetz<br/>(digitale Alarmierung)</i> | <i>Im Standard nicht als eigenständiges Leistungsmerkmal vorgesehen; Realisierbarkeit wurde im Versuch nachgewiesen, Endgeräte derzeit nicht verfügbar.</i> | <i>Im Standard nicht als eigenständiges Leistungsmerkmal vorgesehen; Realisierbarkeit wurde im Versuch nachgewiesen, Endgeräte derzeit nicht verfügbar.</i> | <i>Im Standard nicht vorgesehen, wird auch nicht als Weiterentwicklung angeboten.</i>                | <i>Im Standard nicht vorgesehen, wird auch nicht als Weiterentwicklung angeboten.</i>                |

| Nr. | Anforderung gemäß GAN                             | Analogfunk (Ist-Stand)   | TETRA   | TETRAPOL   | GSM+ASCI<br>Eigenständiges Netz   | GSM+ASCI<br>Mitbenutzung öffentliches Netz  |
|-----|---|--|---|--|---|---|
|     | <i>Aktive Alarmierung</i>                         | <i>nicht vorhanden</i>   | <i>Im Standard nicht als eigenständiges Leistungsmerkmal vorgesehen; als Applikation realisiert als unter Verwendung der Kurzdaten; Endgerät: jedes TETRA-Funkgerät</i>                         | <i>Im Standard nicht als eigenständiges Leistungsmerkmal vorgesehen; als Applikation realisiert als unter Verwendung der Kurzdaten; Endgerät: jedes TETRAPOL-Funkgerät</i> | <i>Im Standard nicht als eigenständiges Leistungsmerkmal vorgesehen; als Applikation realisierbar unter Verwendung der Kurzdaten (SMS); Endgerät: jedes GSM Gerät</i> | <i>Im Standard nicht als eigenständiges Leistungsmerkmal vorgesehen; als Applikation realisierbar unter Verwendung der Kurzdaten (SMS); Endgerät: jedes GSM Gerät</i> |
| 3   | <i>Übergänge zu anderen Netzen</i>                |  |   |  |   |   |
| 3.1 | <i>Übergänge in andere Netze gleicher Technik</i> | <i>In Einzelfällen durch hierarchische Verbindungen der Leitstellen realisiert</i> | <i>Unproblematisch, wenn beide Netze vom gleichen Hersteller sind. Für die Zusammenschaltung von Netzen unterschiedlicher Hersteller wird ein ISI benötigt, welches derzeit entwickelt wird</i> | <i>Nicht relevant, da nur ein Hersteller am Markt</i>  | <i>Möglich, ASCI kann derzeit jedoch nur in BS eines Herstellers implementiert werden</i>   | <i>Zur Zeit nicht realisiert:</i>   |

| Nr. | Anforderung gemäß GAN                               | Analogfunk (Ist-Stand)   | TETRA   | TETRAPOL  | GSM+ASCI<br>Eigenständiges Netz  | GSM+ASCI<br>Mitbenutzung öffentliches Netz   |
|-----|---|--|---|---|--|--|
|     | Teilnahme an allen Verkehrskreisen, freier Zugang   | Teilnahme an allen VK örtlich begrenzt und durch Kanalwahl möglich. Freier Zugang zu fremden VK ist möglich und kann nicht verhindert werden | Freier Zugang zu fremden VK ist möglich und kann verhindert werden                            | Freier Zugang zu fremden VK ist möglich und kann verhindert werden                                | Freier Zugang zu fremden VK ist möglich und kann verhindert werden, jedoch beschränkt auf 50 Gruppen pro Endgerät (=Endgeräteproblem); derzeit keine dynamische Gruppenbildung möglich | Freier Zugang zu fremden VK ist möglich und kann verhindert werden, jedoch beschränkt auf 50 Gruppen pro Endgerät (=Endgeräteproblem); derzeit keine dynamische Gruppenbildung möglich |
|     | Grenzüberschreitender Funkverkehr                   | Nur in besonderen Einzelfällen durch Eigeninitiative der BOS realisiert  | Gewährleistet für Nachbarstaaten mit TETRA-Netz, sofern derselbe Frequenzbereich genutzt wird | Gewährleistet für Nachbarstaaten mit TETRAPOL-Netz, sofern derselbe Frequenzbereich genutzt wird. | kein Nachbarstaat hat sich für GSM+ASCI entschieden  | kein Nachbarstaat hat sich für GSM+ASCI entschieden  |
| 3.2 | Übergänge in andere Netze unterschiedlicher Technik | Nicht relevant   | Nur auf Leitstellenebene  | Nur auf Leitstellenebene  | realisierbar, wenn sich der Nachbarstaat auch für GSM+ASCI entscheidet, andernfalls nur auf Leitstellenebene   | realisierbar, wenn sich der Nachbarstaat auch für GSM+ASCI entscheidet, andernfalls nur auf Leitstellenebene   |
| 3.3 | Übergänge zu TK-Anlagen                             | Nur in besonderen Einzelfällen durch Handvermittlung in den Leitstellen möglich.   | Gewährleistet   | Gewährleistet, jedoch nur semi-duplex   | Gewährleistet  | Gewährleistet  |
| 3.4 | Verknüpfung mit Datennetzen                         | In Einzelfällen realisiert   | Gewährleistet   | Gewährleistet   | Gewährleistet  | Gewährleistet  |
| 3.5 | Verknüpfungen analog / digital                      | Nicht relevant   | Gewährleistet unter Verlust der Verschlüsselung und Inkaufnahme erheblicher Qualitätseinbußen | Gewährleistet unter Verlust der Verschlüsselung und Inkaufnahme erheblicher Qualitätseinbußen     | Keine technische Lösung bekannt  | Keine technische Lösung bekannt  |

| Nr. | Anforderung gemäß GAN  | Analogfunk (Ist-Stand)  | TETRA  | TETRAPOL   | GSM+ASCI<br>Eigenständiges Netz  | GSM+ASCI<br>Mitbenutzung öffentliches Netz   |
|-----|--|---|--|--|--|--|
| 4   | <i>Organisatorische Anforderungen</i>                                |   |  |  |  |  |
| 4.1 | <b>Bundesweit einheitliches Netz</b>                                 | <i>Einheitliche Luftschnittstelle,<br/>aber voneinander unabhängige<br/>Netze</i> | <i>Realisierbar, angeboten</i>   | <i>Realisierbar, angeboten</i>   | <i>Realisierbar, nicht angeboten</i>   | <i>Realisierbar, angeboten</i>   |
| 4.2 | <b>Eigenständiges Netz</b>   | <i>Für jede BOS separat</i>   | <i>Realisierbar, angeboten</i>   | <i>Realisierbar, angeboten</i>   | <i>Realisierbar, nicht angeboten, It<br/>Aussage der Netzbetreiber<br/>unwirtschaftlich</i>              | <i>nicht möglich</i>   |
| 4.3 | <b>Organisation des Netzbetriebs</b>                                 | <i>Jede BOS plant selbst, baut<br/>selbst auf und betreibt selbst</i>             | <i>Zentraler Netzbetreiber realisier-<br/>bar, angeboten</i>                                       | <i>Zentraler Netzbetreiber realisier-<br/>bar, angeboten</i>                                       | <i>Zentraler Netzbetreiber realisier-<br/>bar, nicht angeboten</i>                                       | <i>Zentraler Netzbetreiber realisiert.<br/>Bund und Länder können nie (Mit-<br/>)Eigentümer am Betreiber eines<br/>öffentlichen Netzes werden. Eine<br/>Heimfallregelung kann nicht<br/>greifen.</i> |
| 4.4 | <b>Eigentümerstruktur, rechtliche Ausstattung des Netzbetreibers</b> | <i>BOS sind Eigentümer ihrer Netze</i>  | <i>Zentraler Netzbetreiber als<br/>rechtsfähige juristische Person<br/>realisierbar, angeboten</i> | <i>Zentraler Netzbetreiber als<br/>rechtsfähige juristische Person<br/>realisierbar, angeboten</i> | <i>Zentraler Netzbetreiber als<br/>rechtsfähige juristische Person<br/>realisierbar, nicht angeboten</i> | <i>Zentraler Netzbetreiber als rechts-<br/>fähige juristische Person nur für<br/>das Gesamtnetz einschliesslich<br/>privater Teilnehmer realisierbar</i>   |
| 4.5 | <b>Kontroll-, Weisungs-, Eingriffs- und Steuerungsrechte</b>         | <i>vorhanden</i>  | <i>Realisierbar, angeboten</i>   | <i>Realisierbar, angeboten</i>   | <i>Realisierbar, nicht angeboten</i>   | <i>nicht angeboten, Realisierbarkeit<br/>ist fraglich</i>  |
| 4.6 | <b>Frequenzen</b>  | <i>Frequenzen gem. TR BOS</i>   | <i>Frequenzen gem. Schengen<br/>(380-400 MHz) genutzt in NL, B,<br/>A, PL</i>                      | <i>Frequenzen gem. Schengen<br/>(380-400 MHz) genutzt in F, CH,<br/>CZ</i>                         | <i>Nicht realisiert, Entwicklung<br/>unwahrscheinlich</i>  | <i>ausschließlich GSM-Frequenzen<br/>(900/1800 MHz) möglich</i>  |

| Nr. | Anforderung gemäß GAN                            | Analogfunk (Ist-Stand)                            | TETRA   | TETRAPOL  | GSM+ASCI<br>Eigenständiges Netz   | GSM+ASCI<br>Mitbenutzung öffentliches Netz  |
|-----|--|---|---|---|---|---|
| 4.7 | <i>Nutzereigenes Management, Netzbeobachtung</i> | <i>Nicht erforderlich</i>                         | <i>Realisierbar, angeboten</i>  | <i>Realisierbar, angeboten</i>  | <i>Realisierbar, nicht angeboten</i>  | <i>Einflussnahme auf einige Netz-<br/>Steuermaßnahmen nur indirekt<br/>über den Netzbetreiber, eingeschränkte Möglichkeiten der<br/>Funkkontrolle</i>   |
|     | <i>Endgeräte</i>                                 | <i>Standard Endgeräte nach BOS<br/>Richtlinie</i> | <i>Fahrzeugfunkgeräte und Hand-<br/>funkgeräte auf dem Markt; sie<br/>entsprechen teilweise den BOS<br/>Forderungen.<br/>Es existieren mehrere Hersteller</i> | <i>Fahrzeugfunkgeräte und Hand-<br/>funkgeräte auf dem Markt; sie<br/>entsprechen teilweise den BOS<br/>Forderungen.<br/>Derzeit nur ein Hersteller be-<br/>kannt</i> | <i>ASCI-fähige Endgeräte derzeit<br/>nur von einem Hersteller; Gerät<br/>muss zur Erfüllung der BOS-<br/>Forderungen noch weiter entwi-<br/>ckelt werden;<br/>Derzeit kein Kraftfahrzeugfunk-<br/>gerät verfügbar</i> | <i>ASCI-fähige Endgeräte derzeit<br/>nur von einem Hersteller; Gerät<br/>muss zur Erfüllung der BOS-<br/>Forderungen noch weiter entwi-<br/>ckelt werden;<br/>Derzeit kein Kraftfahrzeugfunk-<br/>gerät verfügbar</i> |

| Nr. | Anforderung gemäß GAN | Analogfunk (Ist-Stand) | TETRA  | TETRAPOL  | GSM+ASCI<br>Eigenständiges Netz  | GSM+ASCI<br>Mitbenutzung öffentliches Netz  |
|-----|-----------------------|------------------------|--|---|--|---|
|     | Referenznetze         | Gegenwärtige BOS Netze | <p><i>Im Aufbau befindliche Netze für einzelne oder mehrere BOS (Auswahl):</i></p> <p><i>Belgien landesweit</i></p> <p><i>Holland landesweit</i></p> <p><i>England landesweit</i></p> <p><i>Finnland landesweit</i></p> <p><i>Österreich landesweit</i></p> <p><i>Deutschland</i></p> <p><i>Pilotnetz Aachen</i></p> <p><i>Gefechtsfeld-überwachungssystem</i></p> <p><i>Betriebsfunknetze (Auswahl)</i></p> <p><i>Flughafen Köln</i></p> <p><i>Berlin BVG</i></p> | <p><i>In Betrieb befindliche Netze für einzelne oder mehrere BOS:</i></p> <p><i>Frankreich landesweit 2 Netze</i></p> <p><i>Im Aufbau befindlich BOS Netze (Auswahl)</i></p> <p><i>Schweiz landesweit</i></p> <p><i>Spanien landesweit</i></p> <p><i>Tschechien landesweit</i></p> <p><i>Betriebsfunknetze (Auswahl)</i></p> <p><i>BMW</i></p> <p><i>Berlin BVG</i></p> <p><i>Eurocai</i></p> | <p><i>Bei den europäischen Bahnen sind eigenständige Netze geplant, in Deutschland wird erstes Versuchsnetz aufgebaut.</i></p> | <p><i>Kein öffentliches Netz mit der Erweiterung um ASCI-Leistungsmerkmale bekannt.</i></p> |

| Nr. | Anforderung gemäß GAN  | Analogfunk (Ist-Stand)   | TETRA  | TETRAPOL   | GSM+ASCI<br>Eigenständiges Netz  | GSM+ASCI<br>Mitbenutzung öffentliches Netz   |
|-----|------------------------|--|--|--|--|--|
|     | <i>Eignungsaussage</i> | <i>Die Anforderungen der BOS<br/>werden mit diesem System nicht<br/>mehr erfüllt</i> | <i>Dieses System erscheint geeig-<br/>net, die Anforderungen der BOS<br/>zu erfüllen</i> | <i>Dieses System erscheint geeig-<br/>net, die Anforderungen der BOS<br/>zu erfüllen</i> | <i>Es ist zweifelhaft, ob die Anfor-<br/>derungen der BOS mit diesem<br/>System erfüllt werden</i> | <i>Es ist zweifelhaft, ob die Anfor-<br/>derungen der BOS mit diesem<br/>System erfüllt werden</i> |

## **IV. Kosten unterschiedlicher technischer Lösungen -Grobkalkulation -**

### **1. Aufgabenstellung**

Die IMK hat am 06.06.2002 in Bremerhaven unter TOP 15.1 beschlossen, dass die Expertengruppe von Bund und Ländern (Gruppe „Anforderungen an das Netz“) auf der Grundlage der beschriebenen Leistungsmerkmale alle möglichen, einschließlich alternativer technischer Lösungen, insbesondere hinsichtlich der Kosten, bewerten soll.

Die Expertengruppe hat zunächst die Mindestanforderungen für ein BOS-Digitalfunk-system definiert und eine Bewertung der technischen Eignung alternativer technischer Lösungen vorgenommen. Diese Bewertung hat ergeben, dass für ein Funk-system für die BOS nur die Lösungen TETRA, TETRAPOL und (mit Einschränkungen) GSM+ASCI geeignet sind\*. Auf diese beschränken sich die weiteren Ausführungen.

Bei der kostenmäßigen Bewertung wurde deutlich, dass die Parameter für die Kosten weniger durch die gewählte technische Lösung, als vielmehr durch die operativ-taktischen Anforderungen und die konkrete rechtliche und organisatorische Ausgestaltung bestimmt werden.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist nicht zu erwarten, dass ein öffentliches TETRA- oder TETRAPOL-Netz (entsprechend den bestehenden öffentlichen GSM-Netzen, allen, auch privaten Nutzern zugänglich) errichtet wird.

Ebenso unwahrscheinlich ist es, dass ein eigenständiges BOS-Digitalfunksystem auf Basis von GSM-ASCI errichtet wird.

Dementsprechend werden im weiteren die Alternativen „Eigenständiges Netz auf Basis von TETRA oder TETRAPOL“ und „Mitnutzung eines öffentlichen Netzes auf Basis von GSM+ASCI“ dargestellt.

Grundlage für die folgenden Darstellungen sind die vorliegenden Informationen, die insbesondere aus dem Interessenbekundungsverfahren gewonnen wurden.

\* Detaillierte Darstellung und Begründung siehe unter Abschnitt III, technische Systembewertung

## 2. Ergebnisse der Kostenermittlung

### 2.1 Kosten eines eigenständigen Netzes auf Basis von TETRA oder TETRAPOL

**Der ZED liegen durch die Interessenbekundungen potentieller Anbieter, weitergehende Erhebungen und Analysen sowie die Arbeit der Gruppe Anforderungen an das Netz die notwendigen Informationen vor, um den Kostenrahmen für ein eigenständiges Digitalfunknetz für die BOS auf Basis von TETRA oder TETRAPOL hinreichend genau benennen zu können.**

**Eine Aussage, ob ein BOS Digitalnetz auf TETRA- oder TETRAPOL- Basis kostengünstiger ist, ist jedoch nicht möglich.**

Ursache hierfür ist, dass es sowohl Faktoren gibt, die dafür sprechen, dass TETRA geringere Kosten verursacht, als auch Faktoren, die dafür sprechen, dass TETRAPOL geringere Kosten verursacht.

So spricht für TETRA insbesondere, dass

- die Nachrüstungskosten bei erforderlichen Kapazitätserweiterungen geringer sind,
- die (Leistungs-)Anforderungen an den Festnetzteil geringer sind,
- die stärkere Wettbewerbssituation voraussichtlich zu geringeren Kosten bei neuen Applikationen, Endgeräten und Ersatzteilen führt.

Für TETRAPOL spricht insbesondere, dass

- weniger Basisstationen benötigt werden und
- dementsprechend geringere Betriebs-, Wartungs- und Instandhaltungskosten entstehen.

Eine belastbare Aussage, welche dieser Faktoren stärker wirken, ist erst im Rahmen eines Vergabeverfahrens auf der Basis verbindlicher Angebote möglich.

Daneben ist auch zu beachten, dass die Kosten für ein eigenständiges Netz nicht nur durch das technische System beeinflusst werden. Neben dem technischen System sind auch anbieterabhängige Kosten von ebenso großer Bedeutung. So ist z.B. denkbar, dass ein Anbieter kostengünstigere Standorte für Basisstationen oder einen

günstigeren Support anbietet und so trotz höherer Kosten durch das technische System, die Gesamtkosten bei diesem Anbieter am geringsten sind.

Die weiteren Ausführungen basieren auf Zahlen für ein TETRA-System. Diese Datengrundlage wurde gewählt, da im Interessenbekundungsverfahren komplette Interessenbekundungen, d.h. inklusive Kostendarstellungen auch für das notwendige Festnetz und die Betriebskosten, nur für TETRA vorgelegt wurden.

Interessenbekunden auf TETRAPOL-Basis enthielten demgegenüber nur Kostenaussagen zum Funknetzteil, der weniger als 50% der Gesamtkosten unmittelbar beeinflusst.

### 2.1.1 Zusammenfassende Darstellung der Kosten:

| Kosten   | Kosten nach<br>GAN<br>(in Mio. €) | Kosten nach<br>IBV<br>(in Mio. €) |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Investitionskosten                                     | 1.500                             | 2.750                             |
| Betriebskosten für 10 Jahre                            | 1.560                             | 2.650                             |
| <b>Gesamtkosten Netz ( ohne Steuern und Endgeräte)</b> | <b>3.060</b>                      | <b>5.400</b>                      |

#### Erläuterungen:

- Die Investitionskosten in Höhe von 1,5 Mrd.€ sind über einen Kostenverteilungsschlüssel gemeinschaftlich-solidarisch zu tragen.
- Die Betriebskosten in Höhe von 1,56 Mrd. € werden nach einem nutzungsabhängigen Tarifmodell verteilt. Soweit die notwendigen Grunddaten für das Tarifmodell in den ersten 2 bis 3 Betriebsjahren noch nicht vorliegen, sollten die Betriebskosten dieser Jahre auch über den Kostenverteilungsschlüssel verteilt werden.
- Die Kosten für länderspezifische Anforderungen, die über das Basisnetz hinausgehen, sind nicht enthalten. Ebenso sind die Kosten für Endgeräte, Leitstellen etc. nicht berücksichtigt.
- Die Höhe der Steuern ist vom Betriebsmodell abhängig und daher nicht in den Gesamtkosten Netz enthalten.
- Verbindlichere Zahlen sind nur im Rahmen eines Vergabeverfahrens zu ermitteln.

Aufgrund der bei der ZED vorliegenden Informationen, der mit den Anbietern ergänzend geführten Gespräche und der hinreichend belegbaren kalkulatorischen Sicherheitszuschläge der am IBV beteiligten Interessenten, steht für die ZED fest, dass die ermittelten Kosten von 3,06 Mrd.€ als absolute Obergrenze für die Verwirklichung des definierten Mindeststandards (Basisnetz) anzusehen ist. Insofern stellt die genannte Summe einen verlässlichen Kostendeckel dar, der grundsätzlich geeignet ist, als haushaltsrechtlich hinreichend gesicherte Planungsgrundlage (Obergrenze) für das nunmehr notwendige Vergabeverfahren zu dienen.

Die Expertengruppe (Gruppe „Anforderungen an das Netz“) schließt sich dieser Auffassung an.

## 2.1.2 Detaildarstellung für die Kosten nach GAN:

| <b>1. Investitionskosten</b>   |                            |               |
|--|----------------------------|---------------|
| <b>Alle Angaben in Mio. EURO</b>                                       | <b>Anzahl/<br/>Einheit</b> | <b>Kosten</b> |
| <b>1.1 Standortabhängige Investitionen</b>                             |                            |               |
| <b>Planung u. Errichtung Basisstationen</b>                            | 3.000*                     | 800           |
| Planung, Akquisition, Erschließung,<br>Bau- und Leitungsanschluss etc. |                            |               |
| <b>1.2 Standortunabhängige Investitionen</b>                           |                            |               |
| <b>Errichtung Festnetz / Backbone:</b>                                 |                            | 700           |
| Vermittlungstechnik  |                            |               |
| Zentrales u. regionales Netzwerkmanage-<br>ment                        |                            |               |
| Abrechnungssystem  |                            |               |
| Sonstige Netzwerkkosten  |                            |               |
| Mobile Basisstationen  |                            |               |
| <b>Gesamtsumme Investitionskosten</b>                                  |                            | <b>1.500</b>  |

\* zur Ermittlung der Anzahl der Basisstationen siehe Anlage 4

| <b>2. Betriebskosten</b>                         |                            |               |
|--|----------------------------|---------------|
| <b>Alle Angaben in Mio. EURO</b>                 | <b>Anzahl/<br/>Einheit</b> | <b>Kosten</b> |
| <b>2.1 Materialaufwand p. a.</b>                 |                            | <b>100</b>    |
| Betriebskosten                                   |                            |               |
| + Leitungsmieten                                 |                            |               |
| + Stromkosten                                    |                            |               |
| + unabhängige Stromversorgung                    |                            |               |
| Wartung und Instandhaltung                       |                            |               |
|  |                            |               |
| <b>2.2 Personalkosten p. a.</b>                  |                            | <b>48</b>     |
| Mitarbeiterzahl (2006)                           | 650                        |               |
| Betrieb, Optimierung, Leistungsüberwachung       |                            |               |
| Support, Wartung, Instandhaltung                 |                            |               |
| Bereitstellung neuer Dienste u. Applikationen    |                            |               |
| Sicherung von Datenbeständen, Dokumentation      |                            |               |
|  |                            |               |
| <b>2.3 Sonstiger betrieblicher Aufwand p. a.</b> |                            | <b>8</b>      |
| Finanzen, Personal, Organisation, Schulung       |                            |               |
| <b>Betriebskosten/Jahr</b>                       |                            | <b>156</b>    |
|  |                            |               |
| <b>Gesamtsumme Betriebskosten für 10 Jahre</b>   |                            | <b>1.560</b>  |

Soweit die Investitionskosten für das Netz privat vorfinanziert werden sollen, ergibt sich folgendes Bild:

| <b>3. Finanzierungskosten</b>   |       |               |
|---|-------|---------------|
| <b>Alle Angaben in Mio. EURO</b>  |       | <b>Kosten</b> |
| Zinsaufwand auf Basis der Investitionskosten u. sonstiger Finanzierungsaufwand in der Betriebsphase |       | 685           |
| Zinssatz*   | 8,00% |               |
| Sonstiger Finanzierungsaufwand in der Aufbauphase, insbesondere Zwischenfinanzierungskosten         |       | 210           |
| <b>Gesamtsumme Finanzierungskosten</b>  |       | <b>895</b>    |
| * bei 5%(Annahme: staatsnahe Konditionen): 640 Mio.€ Finanzierungskosten                            |       |               |

Damit ergeben sich bei einer privaten Vorfinanzierung der gesamten Investitionskosten Gesamtkosten in Höhe von 3.955 Mio.€, im Vergleich zu 7.080 Mio.€ im Interessenbekundungsverfahren.

### **Wichtige Hinweise und Anmerkungen zu der Grobkalkulation**

- Die Grobkalkulation basiert auf der Grobkalkulation nach dem IBV. Insofern gelten die dort gemachten Hinweise und Anmerkungen auch für diese Kalkulation\*.
- Die deutliche Verringerung der Gesamtkosten basiert auf der Verringerung der Anforderungen an die Funkversorgung. Aus diesem Grunde verringert sich die Anzahl der Basisstationen um ca. 47%.
- Die Kosten für standortunabhängige Investitionen verringern sich fast proportional.
- Die Betriebskosten verringern sich nur unterproportional, weil
  - nur so die (kurzfristigen) Erweiterungsmöglichkeiten erhalten werden können,
  - bei den Betriebskosten ein relativ großer Kostenblock vorhanden ist, der von der Funknetzinfrastruktur unabhängig ist,
  - ein Sicherheitsaufschlag notwendig ist, um die Auswahl und Ausgestaltung des Organisations- und Finanzierungsmodells offen zu halten.

\* vgl. hierzu Punkt 5.2 sowie die Anlage 1 zu 5.2 des Berichts der ZED an die IMK vom Mai 2002

## 2.2 Kosten bei der Mitnutzung eines bestehenden öffentlichen Netzes

### 2.2.1 Belastbare Kostenschätzung

**Eine belastbare Benennung der tatsächlichen Kosten der Mitnutzung eines öffentlichen Mobilfunknetzes durch die BOS ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich.**

Im Rahmen des Interessenbekundungsverfahrens, an dem zwei Betreiber öffentlicher GSM-Netze teilgenommen haben, wurden von beiden keine Aussagen zu den Gesamtkosten gemacht. Beide Interessenten haben sich darauf beschränkt, Tarifikalkulationen und Einzelpreise pro Endgerät vorzustellen.

Im Weiteren erfolgt nur eine Darstellung der finanziellen Annahmen des Vodafone-Angebotes. Auf eine weitere Betrachtung des Angebotes des zweiten Betreibers eines öffentlichen GSM-Netzes wird verzichtet. Grund hierfür ist, dass dessen Interessenbekundung ein allgemeines Angebot für einen Geschäftskunden ist. Eine Auseinandersetzung mit den Spezifika der BOS und deren besonderen Anforderungen erfolgt nicht und ist daher auch nicht in den Preisaussagen enthalten.

Die Zahl von 2,3 Mrd. € wurde von Vodafone erstmals im Mai 2002 auf Präsentationsveranstaltungen in den Ländern genannt.

Vodafone hat gegenüber der ZED am 15.6.2002 eingeräumt, dass ihre bisherigen Kalkulationen nicht den Vorgaben des Interessenbekundungsverfahrens entsprechen und ein Vergleich ihrer Zahl mit den von der ZED ermittelten Gesamtkosten eines eigenständigen Netzes nicht möglich ist („Vergleich Äpfel mit Birnen“).

Eine Zusage vom 19.06.02, eine neue Kalkulation auf Grundlage der Vorgaben des Interessenbekundungsverfahrens kurzfristig zu erstellen, wurde bisher durch Vodafone nicht realisiert.

### 2.2.2 Tendenzaussagen zur Kostenkalkulation

Eine belastbare Zahl für die Kosten der Nutzung eines öffentlichen GSM-Netzes kann, wie oben dargestellt, nicht genannt werden. Es ist allerdings möglich, Tendenzaussagen zu machen, wie sich einzelne Parameter auf die Kostenkalkulation auswirken:

a. Anwendung der Vorgaben des Interessenbekundungsverfahrens

aa) Anzahl der Nutzer

Vorgabe des IBV: 900.000 Nutzer ab 2006

Abweichend von dieser Vorgabe geht Vodafone in seiner Interessenbekundung von einer sukzessiven Steigerung der Zahl der Nutzer von 40.000 im Jahre 2004 bis auf **max. 700.000 Teilnehmer im Jahr 2012** aus. In der Interessenbekundung wird von Vodafone kein Gesamtpreis genannt.

Nach Auswertung des Interessenbekundungsverfahrens wurde im Mai 2002 von Vodafone ein Gesamtpreis von 2,3 Mrd.€ genannt. Aus dem Vortrag von Vodafone am 12.09.02 in Neu-Ulm wurde deutlich, dass sich dieser Gesamtpreis auf eine Teilnehmerzahl von 700.000 bezieht.

In einer Veranstaltung im Juli 2002 wurde von Vodafone ein Gesamtpreis von **3,3 Mrd. €** bei einer sukzessiven Steigerung der Zahl der Nutzer von 40.000 im Jahre 2004 auf **max. 1.300.000 Teilnehmern im Jahr 2012** genannt.

bb) Preis-/Kostenentwicklungen

Vorgabe des IBV: Berücksichtigung einer Preissteigerungsrate von 2% pro Jahr

Entgegen der Vorgaben des Interessenbekundungsverfahrens unterstellt Vodafone bei Grundgebühren und Nutzungsgebühren Preissenkungen von 1%-2% p.a.

Zu den von Vodafone vorzunehmenden Investitionen erklärt das Unternehmen:

„Die Investitionskosten werden gemäß den Erfahrungswerten vor allem bei den Netz- und IT-Investitionen mit einer moderaten Preisdegression (=Preissenkung – Anm. d. Verf.) von 0,5% bis 2% p.a. berechnet.“

Aus der Interessenbekundung von Vodafone geht nicht hervor, ob die Preissenkung allgemein für den IT/TK-Markt zutrifft, oder ob die Preissenkungen Vodafone-spezifisch sind.

### b. Planungssicherheit bei den Kosten (Stichwort „Kostendeckel“)

Bei der Mitnutzung eines öffentlichen Netzes können Synergieeffekte durch die vorhandene Infrastruktur genutzt werden. Zu beachten ist, dass die von den BOS verursachten Kosten nicht transparent sind und damit eine denkbare Quersubventionierung mit privaten Nutzern nicht erkennbar ist. Außerdem ist ein Eigentumserwerb nicht möglich.

Eine eventuell erforderliche Übernahme des Netzbetriebs (z.B. Katastrophenfall, Insolvenz) durch die BOS ist ausgeschlossen.

Bisher wurde von Vodafone keine umfassende Flatrate angeboten. Einzelne Dienste, wie z.B. SMS für Status- und Standortmeldungen, müssen nutzungsbezogen bezahlt werden. Die hierdurch entstehenden Gebühren sind daher nicht vorhersehbar.

Das für die Versorgung von Luftfahrzeugen erforderliche Overlay-Netz ist in der Kostenkalkulation von Vodafone nicht enthalten.

Das Tarifmodell von Vodafone ist neben der Teilnehmerzahl vom Nutzungsverhalten abhängig. Es ist jedoch nicht abschätzbar, wie sich das bisherige und zukünftige Nutzungsverhalten der BOS bei Anwendung dieses Tarifmodells auf die Kosten auswirkt (z.B. ist jede Statusmeldung eine SMS).

Vodafone nennt in seiner Interessenbekundung folgende Kostenrisiken:

- Vodafone behält sich vor, bezüglich der in 2009 auslaufenden Lizenzen zum Betrieb des GSM-Netzes die Tarife entsprechend den dann zu bezahlenden Lizenzgebühren anzupassen.
- Die Einrichtung einer eigenen Betreibergesellschaft wäre mit erheblichen Mehrkosten verbunden (für zusätzliches Personal, Betriebsausstattung, Administrationssystem etc.). Diese sind im Interessenbekundungsverfahren nicht beziffert worden.

### c. Quintessenz

**Die von Vodafone genannte Zahl von 2,3 Mrd. € ist daher keine geeignete Grundlage für eine belastbare Haushaltsplanung oder eine realistische Kostendeckelung.**

## Anlage 4:

### **Annahmen für die Abschätzung der benötigten Anzahl an Basisstationen**

Die Anzahl der notwendigen Basisstationen wird in zwei Schritten ermittelt. Zunächst wird der Pfadverlust festgelegt und daraus die Reichweite einer Basisstation berechnet.

#### ➤ **Pfadverlust**

Diese Zahl gibt an, wie hoch die maximalen Verluste zwischen Sender und Empfänger sein dürfen, damit am Empfänger noch ein verwertbares Signal vorliegt. Die relevanten Parameter sind teils systemabhängig und teils erfassen sie Eigenschaften der Funkgeräte, Basisstationen, Antennenparameter und Betriebsarten.

- Handfunkgerät wird hier charakterisiert durch folgende Werte:

Sendeleistung      1 W

Dieser Wert kann sich aufgrund des Entwicklungsfortschrittes zu höheren Werten verändern. Dabei ist neben der dann erzielbaren höheren Reichweite auch eine höhere Strahlenbelastung des Nutzers in Kauf zu nehmen. Der angenommene Wert stellt daher einen tragbaren Kompromiss dar.

Antennengewinn    -3 dB

Dieser Wert berücksichtigt die relativ ungünstigen Abstrahlbedingungen eines Handfunkgerätes bei einer kleinen Antenne (< 10 cm); werden größere eingesetzt, verbessert sich zwar der Wert, jedoch wird die Handhabbarkeit des Gerätes und damit die Akzeptanz des gesamten Systems schlechter.

- Fahrzeugfunkgerät wird hier charakterisiert durch folgende Werte:

Sendeleistung      3 W

Dies ist ein gängiger Wert, der aufgrund des Entwicklungsfortschrittes größer werden kann und dann auch zu größeren Reichweiten führt.

---

Antennengewinn 3 dB

Hier ist berücksichtigt, dass eine günstigere Antennenkonstruktion (in der Regel größer Länge) eingesetzt werden kann und die Montage auf dem Kraftfahrzeug zu besseren Abstrahlbedingungen führt.

- Die Betriebsweise des Handfunkgeräts geht mit folgenden Werten in die Berechnung ein:

Zuschlag für die dynamische Empfindlichkeit 0 dB

Dieser Wert berücksichtigt, dass die Geschwindigkeit, mit der sich ein Fußgänger mit Handfunkgerät bewegt, keinen Aufschlag erforderlich macht.

Zuschlag Gürteltrageweise 0 dB

Gemäß Mindestanforderungen wird vom Betrieb in der Hand vor dem Kopf gehalten und nicht von Gürteltrageweise ausgegangen – es ist kein Zuschlag erforderlich.

Zuschlag "inhouse" 0 dB

Gemäß Mindestanforderungen wird von einer Versorgung außerhalb von Gebäuden ausgegangen, ein Zuschlag für eine Gebäudedämpfung ist daher nicht erforderlich.

- Die Betriebsweise des Fahrzeugfunkgeräts geht mit folgenden Werten in die Berechnung ein:

Zuschlag für dynamische Empfindlichkeit 9 dB

Dieser Wert berücksichtigt, dass sich ein Fahrzeug mit Geschwindigkeiten über 50 km/h bewegt.

Zuschlag Gürteltrageweise 0 dB (entfällt)

Zuschlag "inhouse" 0 dB (entfällt)

- Weitere Parameter, die in die Berechnung eingehen:

Kennwerte des ortsfesten Antennensystems

Dieser Wert berücksichtigt die Qualität der Antenne, Verluste der Antennen-zuleitungen u.a.m. Diese sind systemunabhängig und es wurden allgemein anerkannte Mittelwerte berücksichtigt.

### Empfindlichkeit der Empfangseinrichtung (-115 dBm)

Die Empfindlichkeit ist das Maß für die Energie, die ein Empfänger für eine sichere Übertragung mindestens benötigt. Sie umfasst einerseits einen Systemwert und andererseits die Güte der technischen Umsetzung und ist daher bis zu einem gewissen Grad herstellerabhängig. Im Sinne einer systemneutralen Vorgehensweise wurde hier nicht der von allen Systemen günstigste Wert eingesetzt.

### ➤ **Reichweite**

Zur Berechnung der "Reichweite" eines Funksignals gibt es zwei prinzipiell unterschiedliche Berechnungsmethoden. Moderne Verfahren berechnen die Verluste, welche bei einem Funksignal entlang eines Strahles vom Sender zu einem Empfänger auftreten. Dabei werden topographische (Geländeform) und morphologische (Bebauung, Bewuchs) Daten entlang des Strahles berücksichtigt. Diese Berechnung gibt die Verhältnisse an einem Punkt im Versorgungsgebiet wieder; für eine Beurteilung der Funkversorgung in der Fläche benötigt man sehr viele Punkte und dafür dann auch die erforderlichen Daten (digitale Karten). Für eine Abschätzung ist diese Methode zu aufwendig und scheitert vor allem an den fehlenden konkreten Angaben für die Standorte der Basisstationen.

Die zweite Methode ist statistischer Natur und geht von einer gleichförmigen Oberfläche des zu versorgenden Gebietes aus, wobei unterschiedliche Gebietsklassen definiert werden können, denen jeweils eigene Werte für die Verluste pro km Entfernung von der Basisstation zugeordnet werden. Dieses Verfahren ist unter dem Namen der beiden Forscher "Okumura-Hata" bekannt. Es stehen drei Grundformeln zur Verfügung, die der Versorgungsfläche Bundesgebiet folgendermaßen zugeordnet wurden:

|                  |   |                       |
|------------------|---|-----------------------|
| Siedlungsflächen | ⇒ | Okumura-Hata urban    |
| Verkehrsflächen  | ⇒ | Okumura-Hata suburban |
| übrige Gebiete   | ⇒ | Okumura-Hata rural    |

In alle drei Formeln gehen folgende Parameter ein:

- Höhe der Basisstation (Antenne)

Siedlungsfläche                      30 m

Es wird davon ausgegangen, dass im Wesentlichen Gebäude mit aufgesetzten Masten infrage kommen. Dabei wird eine mittlere Gebäudehöhe von 20m angenommen; einzelne, besonders im Großstadtbereich anzutreffende höhere Gebäude können mit der statistischen Methode nicht berücksichtigt wer-

den. Insbesondere ist damit berücksichtigt, dass Gebäude im Besitz der öffentlichen Hand von der Standortplanung nicht ausgeschlossen werden.

Verkehrsfläche                      40 m

Es handelt sich im Wesentlichen um freie Flächen an denen ein alleinstehender Mast zum Einsatz kommt. Der angegebene Wert ist eine gängige Größe; diesen Wert generell signifikant zu vergrößern, bedeutet zwar eine Reduzierung der Anzahl an Basisstationen aber auch eine Kostensteigerung pro Mast – von den genehmigungsrechtlichen Problemen einmal abgesehen.

Übrige Gebiete                      40 m

Hier gilt das gleiche wie für die Verkehrsfläche.

- Höhe des Funkgerätes (Handfunkgerät und Fahrzeugfunkgerät)  
beides                      1,5 m  
Beim Handfunkgerät wird davon ausgegangen, dass das Gerät in der Regel in Mundhöhe gehalten wird.  
Für das Kraftfahrzeug wird der etwas ungünstigere Fall der Montage auf einem PKW angenommen.
- Pfadverlust  
Die Berechnungsformeln von Okumura-Hata machen eine Aussage darüber, dass die Feldstärke an einem Ort mit 50 % Wahrscheinlichkeit überschritten wird (Medianwert). Dies ist für den Einsatz anerkanntermaßen zu gering. Deswegen werden Zuschläge für eine Orts/Zeitwahrscheinlichkeit in den Pfadverlust eingerechnet. Für die analogen Funknetze hat sich der Wert von 95 %, bezogen auf die Versorgungsfläche einer Zelle, bewährt. Diese Vorgabe wird mit Hilfe von Kurven in Verlustzuschläge umgerechnet – die angegebenen Werte wurden einem Gutachten der RWTH Aachen entnommen:

|                  |         |
|------------------|---------|
| Siedlungsflächen | 15 dB   |
| Verkehrsflächen  | 12,6 dB |
| übrige Gebiete   | 12,6 dB |

Tabellarische Auflistung der Parameter zur Abschätzung der Anzahl an Basisstationen:

| Flächenart | Höhe BS | Zuschlag<br>95% | inhouse | Gürteltrage-<br>weise | Höhe Funk-<br>gerät | Sendeleist-<br>ung | Antennenge-<br>winn | Zuschlag<br>Dyn |
|------------|---------|-----------------|---------|-----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|-----------------|
|            | [m]     | [dB]            | [dB]    | [dB]                  | [m]                 | [W]                | [dB]                | [dB]            |
| Siedlung   | 30      | 15              | 0       | 0                     | 1,5                 | 1                  | -3                  | 0               |
| Verkehr    | 40      | 12,6            | 0       | 0                     | 1,5                 | 1                  | -3                  | 0               |
| übrige     | 40      | 12,6            | 0       | 0                     | 1,5                 | 3                  | 3                   | 9               |

Aus den Formeln von Okumura-Hata ergeben sich letztlich die für das jeweilige Gebiet repräsentativen Reichweiten. Diese Vorgehensweise wurde auch im Interessenbekundungsverfahren angewandt. Es wird idealer Weise angenommen, dass die einzelnen Funkzellen in Form von Sechsecken aneinander grenzen und sich so eine flächendeckende Funkversorgung für die jeweilige Gebietskategorie ergibt. Diese Methode berücksichtigt, dass eine Überlappung der Zellen notwendig ist, um sich in der Fläche ohne Unterbrechung frei bewegen zu können.

Die so ermittelte Anzahl von Zellen (Basisstationen) beträgt 2912.

Unter Berücksichtigung des statistischen Charakters der ermittelten Zahl an Basisstationen wird bei der weiteren kostenmäßigen Betrachtung von **3000** Basisstationen ausgegangen.

#### Anmerkung:

Dies ist eine statistische Methode, die die tatsächliche Beschaffenheit in der Umgebung einer Zelle nicht berücksichtigt. Das jeweilige Gebiet wird als homogen angenommen. Die Gebietskategorien lassen es nicht zu, dass die Reichweite einer Basisstation durch Geländeerhebungen begrenzt wird; je größer die errechnete Reichweite desto eher wird diese in der Realität z.B. durch einen Berg begrenzt. Die Methode berücksichtigt nicht, dass die Gebietskategorien nicht als drei Teile der Bundesrepublik vorliegen, sondern quasi gemischt sind. Dennoch wird sie von Funknetzplanern weltweit angewendet, um die Netzkosten abzuschätzen. Die Genauigkeit wird dabei als hinreichend angesehen, wenn das zu versorgende Gebiet groß genug ist (statistisches Problem). Das trifft sicher für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland zu. Je kleiner die Fläche ist, desto größer wird die Ungenauigkeit.

Eine genauere Zahl kann nur mittels leistungsfähiger Prädiktionswerkzeuge ermittelt werden. Die Genauigkeit des Ergebnisses ist dabei wesentlich von der Präzision der zur Verfügung stehenden Eingangsdaten, also insbesondere den Lage- und Höhen-

daten der Basisstationen, abhängig. Die Anwendung eines solchen Prädiktionswerkzeuges ist deshalb nur im Zusammenhang mit der Standortakquisition sinnvoll.

---