

Neues digitales BOS-Netz für Deutschland: Analyse der Probleme und mögliche Betriebskonzepte²

Dennis Bode³ und Michael H. Breitner⁴



¹ Ausdrücke oder eine PDF-Datei sind auf Anfrage erhältlich: Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität Hannover, Königsworther Platz 1, 30167 Hannover, <http://www.iwi.uni-hannover.de>.

² Dieser Aufsatz ist eingereicht für die „7. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik 2005“, 23. – 25.2.2005, in Bamberg, vgl. <http://www.wi2005.de>.

³ Diplom-Ökonom (bode@iwi.uni-hannover.de).

⁴ Professor für Wirtschaftsinformatik und Betriebswirtschaftslehre (breitner@iwi.uni-hannover.de).

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Stand der Forschung	2
2.1 Analoges Funknetz in Deutschland, dessen Mängel und Anforderungen an ein digitales Funknetz	2
2.2 Zur Verfügung stehende digitale Technik.....	4
2.2.1 Tetra 25	5
2.2.2 Tetrapol.....	5
2.2.3 GSM-ASCI	6
2.2.4 Vergleich der Technologien.....	7
2.3 Internationaler Vergleich	8
3 Problemstellung	9
3.1 Technische Probleme	9
3.2 Organisatorische und betriebswirtschaftliche Probleme	10
4 Problemlösungsansätze für Deutschland 2004	13
4.1 Rentabilität des BOS-Netzes.....	13
4.2 Ausgestaltung der Betreibergesellschaft und des Finanzierungsmodells...	15
5 Fazit	18
Literatur- und Quellenverzeichnis	19

Neues digitales BOS-Netz für Deutschland: Analyse der Probleme und mögliche Betriebskonzepte

Dennis Bode

Hardwareluxx, Hannover

Michael H. Breitner

Universität Hannover

Zusammenfassung: Organisatorische und betriebswirtschaftliche Probleme werden analysiert, die sich bei der Planung, der Einführung und dem Betrieb des neuen, digitalen BOS-Netzes (Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben) in Deutschland heute und in der Zukunft ergeben werden. Hierfür wird ein kurzer Vergleich der drei alternativen Technologien präsentiert, die angeboten werden. Auf Grund der Schlusslichtposition im europäischen Vergleich bietet sich für Deutschland die Möglichkeit aus den Fehlern der Nachbarstaaten zu lernen. Auf Basis der heute vorliegenden Informationen und Trendanalysen werden Lösungsvorschläge erarbeitet, um wirtschaftliche Schäden und eine mangelhafte technische oder organisatorische Umsetzung zu vermeiden. Insbesondere wird ein mögliches Geschäftsmodell für eine Betreibergesellschaft des BOS-Netzes vorgestellt.

Schlüsselworte: BOS-Netz, GSM-ASCI, Tetra, Tetrapol, BMI, Finanzierung, Geschäftsmodell

1 Einleitung

Im November 2000 beschloss das Innenministerium den Aufbau eines Digitalfunknetzes für die deutschen BOS¹ [BMI01a, BMI01b]. Dieses BOS-Netz sollte das bisherige analoge Funknetz für Polizei, Feuerwehren und andere Einrichtungen ersetzen und sollte bis 2006 einsatzbereit sein. Eine Umrüstung auf

¹ Zu den polizeilichen BOS gehören Polizei, Bundesgrenzschutz, Zoll, Verfassungsschutz, und Steuerfahndung. Nicht-polizeiliche BOS-Organisationen sind Feuerwehren, das Technische Hilfswerk und Rettungsdienste. Diese und weitere Organisationen kommen als Nutzer des BOS-Netzes in Frage.

digitale Technik ist aufgrund der vielen Unzulänglichkeiten des analogen Systems notwendig. Deutschland ist im europäischen Vergleich zusammen mit Albanien Schlusslicht. In fast allen europäischen Ländern laufen bereits flächendeckend digitale Funknetze für Sicherheitsorganisationen oder der Aufbau der Netze wurde bereits begonnen. In Deutschland steht nun zwar der Wille des Aufbaus auf dem Papier, es gibt jedoch vielfältige Probleme, die eine schnelle Einführung weiter verzögern [BMI03]. Jedoch gerade die aktuelle, akute Terrorgefahr und die Sicherheitsprobleme, die aufgrund einer landesweiten Großveranstaltung wie der Fußball-WM 2006 anstehen, lassen jedoch die Dringlichkeit der Umsetzung deutlich werden. Gestritten wird in vielen Bereichen, um die einzusetzende Technik oder um die föderale Kostenverteilung.

Ziel dieses Aufsatzes ist es, die Probleme des digitalen BOS-Netzes in Deutschland aufzuzeigen, zu analysieren und entsprechende Lösungsansätze zu liefern. Notwendig ist hierbei eine Darstellung der zur Verfügung stehenden Techniken sowie eine Analyse des internationalen Vergleichs. Da Deutschland im Fall des digitalen BOS-Netzes nicht als Vorreiter, sondern als Nachzügler fungiert, kann versucht werden, in Europa beobachtete Fehler bei der nationalen Einführung zu vermeiden.

2 Stand der Forschung

2.1 Analoges Funknetz in Deutschland, dessen Mängel und Anforderungen an ein digitales Funknetz

Das aktuelle analoge Funknetz, welches die BOS immer noch verwenden, wurde im Jahr 1951 eingeführt. Einen Überblick über die Funktionen bietet Linde [Lind02, S. 55]. Es handelt sich hierbei um ein Sprechfunknetz, d.h. es können zwar über Erweiterungen auch Daten übertragen werden, allerdings schränken diese die Leistungsfähigkeit des Netzes sehr ein. Funktionen, wie man sie aus dem öffentlichen Mobilfunknetz kennt, beispielsweise Datenversand über GPRS² oder SMS³, unterstützt ein analoges System nicht. Problematisch ist dies bei der Überprüfung von Personendaten, bei Fahrzeugkontrollen oder Ähnlichem. Mit einem digitalen Funknetz wären die Daten schneller und übersichtlicher verfügbar. Die Einwahl von einem Funkgerät in ein anderes Netz, beispielsweise in das normale Telefon-Festnetz, ist bei dem aktuellen System nur über die Leitstelle möglich. Weiterhin ist bei überregionalen Einsätzen ein regelmäßiger Wechsel von einem Funknetz in das benachbarte nicht möglich. Ein „Roaming“, wie dies

² General Packet Radio Service.

³ Short Message Services.

bei digitalen Funkzellen Standard ist, existiert nicht. Eine Verschlüsselung der übertragenen Sprache ist auch nicht möglich, aus diesem Grund wurden in kritischen Bereichen Codebücher verwendet – die jedoch in keinem Fall den heutigen Sicherheitsstandards entsprechen. Praktisch ist der Aufwand, den man betreiben muss, um BOS-Gespräche abzuhören, gering. Entsprechende Geräte gibt es im Versandhandel zu kaufen und auch wenn das Abhören gesetzlich verboten ist, hält dies Straftäter und Terroristen nicht davon ab, sich gewünschte Informationen zu beschaffen. Zuletzt ist die Einbindung der Funkgeräte problematisch. Ein Funkkanal muss manuell vorgegeben werden, auch die Umschaltung der Geräte auf den entsprechenden Kanal. Wird ein Funkgerät gestohlen, kann dies nicht deaktiviert werden und es ist theoretisch möglich, dass der Funkverkehr mit dem gestohlenen Endgerät abgehört wird.

Die Mängel machen deutlich, dass der Bedarf für ein digitales BOS-Netz in Deutschland dringend vorhanden ist, da gerade die Sicherheitsstandards des analogen BOS-Netzes hinter dem Rest Europas zurück bleiben. Entsprechend sind folgende Anforderungen an ein digitales BOS-Netz zu stellen, die auch von der GAN⁴ [GAN02] als zwingende Leistungsmerkmale erarbeitet wurden⁵:

- Bereitstellung von ausreichender Kapazität an Kanälen und Übertragungsraten, auch in der Zukunft bei steigendem Bedarf;
- Abhörsicherheit des Netzes, entsprechend Verschlüsselungsmechanismen etc.;
- Sprach- und Datenkommunikation muss mit guter Qualität und Performance ermöglicht werden;
- Übergang in bestehende Funk- und Festnetze, automatische Kanalzuweisung sowie überregionale, nationale und internationale Betriebsmöglichkeit;
- Identifikation jedes Endgerätes im Netz bei Einwahl und im Betrieb, sowie Deaktivierung gestohlener Endgeräte;
- Flächendeckende Verfügbarkeit, auch in Gebäuden;
- Ähnliche Funktionalität wie das bisherige BOS-System in Punkto Gespräche (Gruppenruf etc.), Alarmierung (Paging) und Rufaufbauzeit.

Ursprünglich gefordert wurde 1990 durch das Schengener Durchführungsabkommens ein auf europäischer Ebene kompatibles System. Allerdings ist dies heute durch den unterschiedlichen Technologieeinsatz im internationalen Vergleich nicht mehr ohne Hindernisse zu verwirklichen. So

⁴ Gruppe Anforderungen an das Netz, eine Expertengruppe von Bund und Ländern der Zentralstelle zur Vorbereitung der Einführung eines bundesweit einheitlichen digitalen Sprech- und Datenfunksystems –Digitalfunk- (ZED).

⁵ Gute Übersichten finden sich in [Lind02, S. 53ff.; GAN02].

verwenden bereits viele europäische Staaten Tetra⁶ oder Tetrapol-Netze⁷, die teils auch in Unternehmen im Einsatz sind. Ein GSM basiertes BOS-Netz, welches als dritte Alternative für Deutschland in Frage kommt, ist bislang weltweit nicht im Einsatz. Aufgrund der akuten Haushaltslage wurden die ursprünglichen Anforderungen an das BOS-Netz aus dem ersten Interessenbekundungsverfahren [IBV02] wiederholt korrigiert. Die letzten Anforderungen der ZED⁸ im Oktober 2003 sehen eine geringere Flächenversorgung vor, um über eine geringere Anzahl an Funkstationen die Kosten für das Netz zu drücken [GeWa04, S. 35ff.]. Ob diese Versorgung auf längere Sicht ausreicht, ist zu überprüfen. Fraglich ist auch, ob die vorhergesehene Verfügbarkeit des Netzes von 99% sinnvoll ist, denn ein Ausfall von entsprechend 3,65 Tagen / Jahr ist nicht akzeptabel. Konkret gab die ZED im Oktober 2003 folgende Anforderungen an das Netz als Mindeststandard vor, die bezüglich GSM als Option weiter reduziert werden müssen [GeWa04]:

1. Grundanforderungen	2. Dienste
1.1 Funkversorgung für Sprach- und Datenübertragung 1.2 Möglichkeit eines Zellwechsels/Operation in Bewegung 1.3 Ausreichende Kapazität 1.4 Gute Sprachqualität 1.5 Bevorrechtigungsoptionen 1.6 Anbindung von Leitstellen 1.7 Technische Sicherheit von Anlagen / Verfügbarkeit des Netzes 1.8 Ausreichender Adressraum 1.9 Operativ-taktische Adressen	2.1 Gruppenkommunikation 2.2 Einzelkommunikation 2.3 Notruf 2.4 Alarmierung 2.5 Datenübertragung 2.6 Verschlüsselung
3. Übergänge zu anderen Netzen	4. Organisatorische Anforderungen
3.1 mit gleicher Systemtechnik 3.2 mit unterschiedlicher Systemtechnik 3.3 in öffentliche Telefonnetze und TK-Anlagen 3.4 Verknüpfung mit Datennetzen 3.5 in bisherige analoge Systeme in Deutschland	4.1 Bundesweit einheitliches Netz 4.2 Eigenständiges Netz 4.3 Betriebsgesellschaft 4.4 Eigentümerstruktur und rechtliche Ausgestaltung 4.5 Kontroll-, Weisungs-, Eingriffs- und Steuerungsbefugnisse 4.6 Frequenzen 4.7 Nutzereigenes Management

Tabelle 1: Anforderungen an das BOS-Netz in Anlehnung an [GeWa04, S. 14].

2.2 Zur Verfügung stehende digitale Technik

Im bevorstehenden Ausschreibungsverfahren werden Angebote von vier Firmenkonsortien mit drei verschiedenen Technologien erwartet. Die Tetra-

⁶ Terrestrial Trunked Radio, Informationen im Internet unter [TETR04] oder angeschlossenen Verbänden [PMEV04], Herstellern [MOTO04], und deren Magazinen [Profit, M-Puls].

⁷ Informationen zu Tetrapol finden sich unter [TTPL04] und bei den Herstellern [EADS04].

⁸ Zentralstelle zur Vorbereitung der Einführung eines bundesweit einheitlichen digitalen Sprech- und Datenfunksystems Digitalfunk.

Technologie wird angeboten von T-Systems und Motorola gemeinschaftlich angeboten, die Tetrapol-Technologie von der EADS Telecom, GSM-ASCI-Technologie⁹ von T-Mobile¹⁰ und Vodafone unabhängig voneinander. In einem Interessenbekundungsverfahren [Emes02, IBV02] wurde bereits für alle drei Technologien Angebote abgegeben. Hinzu gekommen ist später eine Bestätigung von T-Mobile, ebenfalls ein GSM-BOS-Netz anzubieten.

2.2.1 Tetra 25

Tetra 25 ist ein professionelles Bündelfunksystem, welches vom ETSI¹¹ standardisiert wurde, es ist der offizielle europäische Standard. Die Firmen Motorola und Nokia sind führend, in Deutschland werden T-Systems und Motorola das System für die speziellen Anforderungen weiterentwickeln [GeWa04, S. 7f.]. Tetra wurde mit der Zielsetzung entwickelt, einen Funkstandard mit hohem Sicherheitsstandard für den PAMR-Bereich (Public Access Mobile Radio) zu etablieren. Referenzen sind für dieses System bereits großflächig vorhanden, da viele Netze sind bereits im Aufbau, im Testbetrieb oder schon in der Nutzphase [Lind02, S. 96ff.; GeWa04, S. 7f.] sind. Eine umfassende Charakterisierung der Tetra-Technologie wurde in der Schweiz zur Einführung des Dienstes Polycom erstellt [Bako01a]. Problematisch bei Tetra 25 ist zum einen die Alarmierung der Sicherheitskräfte, weiterhin sind keine hohen Übertragungsraten bei der Datenübertragung möglich. Über mögliche Gesundheitsgefährdungen durch Tetra-Funkverkehr gibt es eine Reihe von Berichten, vgl. z. B. [Futu02].

2.2.2 Tetrapol

Tetrapol ist ebenfalls ein professionelles Bündelfunksystem, welches ursprünglich von Matra für die französischen Sicherheitskräfte entwickelt wurde. Nach dem Einsatz in Frankreich wurde es auch für andere Interessenten, z. B. Spanien, vermarktet. Trotz der Einführung Tetras als europäischer Standard verbreitet sich Tetrapol weiter am Markt. Anbietende Firmen in Deutschland werden die EADS zusammen mit Siemens sein. Referenzen sind vielfältig vorhanden: In Betrieb sind Netze beispielsweise in der Schweiz, Frankreich und Rumänien, bei der Bundeswehr, KFOR-Truppen, bei den Berliner Verkehrsbetrieben und am Frankfurter Flughafen [Lind02, S. 113ff.; GeWa04, S. 7f.]. Auch hier wurde im Rahmen der Analyse für ein Schweizer BOS-Netz eine umfassende Charakterisierung von Tetrapol erstellt [Bako01b].

⁹ GSM-Standard mit ASCI-Erweiterungen (Advanced Speech Call Items) ist für den BOS-Funk geeignet. Als Synonym wird auch GSM-BOS verwendet.

¹⁰ Während Vodaphone unter [VODA04] ein breites Informationsangebot zum GSM-BOS anbietet, sind bislang von T-Mobile nur wenige Informationen erhältlich.

¹¹ Informationen zur ETSI Standardisierung siehe [Conr01, S. 74.; ETSI04].

Für Tetra und Tetrapol existieren unter anderem auch Sicherheitskonzepte bezüglich dem Zugangsschutz zu Sendemasten, der bei GSM-ASCI nicht gewährleistet ist [GeWa04, S. 47]. Tetrapol hat wie Tetra einen eigenen Frequenzbereich (380-400 Mhz). Die Erhöhung der Kapazität ist teuer und Tetrapol hat wie Tetra eine geringe Übertragungskapazität für den Datenverkehr. Die Übertragungsrate ist im Vergleich aber noch ausreichend für die Übertragung von polizeilichen Funktionen und Biometrie-Daten. Die künftige Eignung bei bandbreitenextensive Anwendungen ist aber fraglich. Hier existieren mit Tetrapol2004.IP heute Techniken zur Lösung der Probleme. Als Weiterentwicklung bietet es auch neue Dienstmerkmale und Qualitätsverbesserungen. Es ist als wahrscheinlich zu erachten, dass der Tetrapol2004.IP-Standard für das deutsche BOS-Netz sehr viel besser geeignet wäre [EADS04] als der ursprüngliche Tetrapol-Standard.

2.2.3 GSM-ASCI

GSM¹² für ein BOS-Netz nicht geeignet, jedoch wurden auf Basis des GSM-R¹³ Standards zusätzliche Funktionen integriert, die in der Form erweitert werden können, dass GSM als Alternative in Betracht kommt. Dieser GSM-ASCI- (Advanced Speech Call Items) oder GSM-BOS-Standard besitzt zusätzlich Sicherheitsfunktionen sowie polizeispezifische Möglichkeiten, z. B. den Gruppenruf. GSM-ASCI bietet offensichtlich einen zeitlichen Vorteil, denn aufgrund der vorhandenen GSM-Netze in Deutschland lässt sich das Netz durch ein Software-Update und geringe Hardware-Modifikationen aufbauen. Ein kompletter und teurer Roll-Out entfällt, das bisherige Netz wird nur stärker ausgelastet. Aus diesem Grund könnte GSM-ASCI eine Alternative darstellen, die sogar bis zur Fußball WM 2006 bereitstehen könnte [Voda04]. Weltweit sind jedoch keine Referenzen vorhanden, was gerade für den sensiblen BOS-Digitalfunk problematisch ist. Zudem wäre Deutschland eine „Insellösung“, da keine weiteren BOS-Netze in Europa auf GSM-Basis geplant sind und insbesondere sich schon alle Nachbarstaaten für den Tetra- und Tetrapol-Standard entschieden haben.

GSM-ASCI wird wahrscheinlich unabhängig von T-Mobile Deutschland und Vodafone angeboten. Vodafone bietet vielfältige Informationen über das eigene Angebot im Internet [Voda04]. Allerdings gibt es vielfältige Probleme technischer Art [GeWa04, S. 7ff.], beispielsweise die Leitstellenanbindung, in der Vergangenheit beobachtete Netzausfälle, fehlender Zugangsschutz für Funkantennen und Vermittlungsstationen, die Alarmierung der Einheiten, Übergänge zu anderen Funknetzen und sonstige Behinderungen für die BOS-

¹² GSM steht für „Global System for Mobile Communication“, weitere Informationen zum Standard-GSM-900-Netz siehe [Conr01, S. 355ff.; GSMW].

¹³ GSM-R wurde für Eisenbahn-Kommunikationsnetze entwickelt, das Kürzel „-R“ steht für Railroad. Weitere Informationen zum GSM-R-Standard siehe [BAHN04].

Arbeit, die für das konkrete BOS-Netz noch gelöst werden müssen. Für die Zukunft ergeben sich weitere Probleme: Durch die Migration auf UMTS für private Kunden wird zwar das GSM-Netz entlastet, aber nicht flächendeckend, da UMTS mittelfristig nur eine Flächendeckung von 11% erreichen wird. Auf der anderen Seite wird das Verhältnis von BOS-Nutzern zu privaten Nutzern sich verschieben und daher der Betrieb des GSM-Netzes teurer. Zudem ist die rechtliche Weiterführung nach Ablauf der GSM-Lizenzen 2009 unklar [GeWa04].

2.2.4 Vergleich der Technologien¹⁴

In einer Studie zur „operativen und finanziellen Bewertung von Tetra-, Tetrapol- und GSM-900-Plattformen für ein digitales BOS-Mobilfunknetz“ [GeWa04] werden die drei Technologien bezüglich der oben unter 2.1 dargestellten vier Teilfelder analysiert. Im Ergebnis werden Tetra und Tetrapol mit leichten Schwächen im Bereich der Dienste am besten bewertet (Note 4.7 von 5.0), GSM besitzt gemäß der obigen Darstellung einige Schwächen und wird mit 3.7 benotet. Generell werden die genannten Dienste bei allen drei Systemen noch nicht vollständig zufriedenstellend unterstützt. Tetra und Tetrapol sind aber eher auf BOS-Anforderungen ausgelegt als GSM-ASCI.

Für die finanzielle Bewertung ist unklar, wie viele Tetra/Tetrapol-Zellen benötigt werden. Je nach Anforderungsprofil ergeben sich unterschiedliche Zellenzahlen und daraus folgend unterschiedliche Kosten. Wie Gerpott und Walter zeigen, können Szenarien erstellt werden, die Tetrapol oder GSM als günstigste Lösung darstellen, auch wenn für Tetrapol ein komplett neues Netz errichtet werden muß, je nach Szenario zwischen 2,225 und 5,493 Mrd. Euro Kosten [GeWa04, S. 40].



Abbildung 1: GSM-ASCI-Endgerät (links), zwei Tetra-Endgeräte (Mitte), zwei Tetrapol-Endgeräte, davon eines mit KFZ-Adapter (rechts)

Nicht berücksichtigt in derartigen Vergleichen wurde bislang eine Bewertung des Risikos, ein GSM-ASCI-Netz einzusetzen. Aufgrund der fehlenden Erfahrungen

¹⁴ Eine grobe Übersicht gibt [Lind02, S. 94ff.], wobei GSM ohne die ASCII-Erweiterungen betrachtet wird. Ein Vergleich mit GSM findet sich bei Voda04.

und Referenzen mit der Technik ergeben sich bei der GSM-ASCI-Lösung höhere Risiken bezüglich des Scheiterns im Vergleich zu einer etablierten Tetra/Tetrapol-Lösung. Als Chance könnte sich allerdings die Möglichkeit ergeben, die GSM-ASCI-Technik nach einer erfolgreichen Einführung in Deutschland ins Ausland zu exportieren. Gerade in Ländern mit eingeschränkten finanziellen Möglichkeiten, die jedoch schon ein GSM-basiertes privates Netz besitzen, ließe sich über GSM-ASCI ein Netz für die Behörden mit Sicherheitsaufgaben verwirklichen.

2.3 Internationaler Vergleich

Im internationalen Vergleich ist Deutschland einer der letzten Nachzügler. In Europa sind bislang Tetra und Tetrapol-Netzwerke in Betrieb oder im Aufbau. Ein europaeinheitliches BOS-Netz, wie im Schengener Abkommen 1990 gefordert, ist nicht mehr durchführbar.



Abbildung 2: Verbreitung von Tetrapol (blau) und Tetra (gelb) in Europa¹⁵

In Frankreich, Spanien und der Schweiz sind Tetrapol-Netze im Einsatz, ebenso in der Tschechischen Republik, Bosnien-Herzegowina, der Slowakei und Rumänien. Der Rest Europas setzt auf Tetra-Netze. Eine deutsche GSM-ASCI-Lösung wäre eine Insellösung. Auf beiden Seiten der bereits betriebenen Technologien

¹⁵ eigene Darstellung, vgl. auch [SAUP04].

existieren großflächige Netze z. B. Frankreich für Tetrapol und England für Tetra, die bereits voll ausgebaut und fast vollständig betriebsfähig sind. Als „Pannen“ sind Inkompatibilitäten, teilweise innerhalb eines Landes, und Finanzierungsprobleme zu nennen. In Frankreich sind beispielsweise zwei Tetrapol-Netze in Betrieb, die zueinander inkompatibel sind. Eine Kommunikation zwischen Gendarmerie und Polizei ist dadurch nicht möglich. Analoges findet sich in der Schweiz mit unterschiedlichen Systemen auf Kantonsebene, die auch inkompatibel zum französischen System sind, und in Spanien mit unterschiedliche Systeme für Rettungsdienste und Gendarmerie. In Österreich ist das geplante Tetra-Netz (ADONIS) mittlerweile aufgrund der Insolvenz der Betreibergesellschaft vorerst gescheitert, hier wird neu ausgeschrieben, auch wenn sicher scheint, dass ein Tetra-Netz eingesetzt werden soll [Futu04]. Auch das Schweizer Polycom-System wurde kurz vor der Einführung in einigen Kantonen gestoppt, da die Finanzierung noch nicht sicher ist [Swis04]. Das niederländische C2000-Netz ist nach mehreren Jahren in der Testphase noch immer nicht übergeben worden [Hare04]. In Tschechien wird über einen Wechsel zu Tetra nachgedacht, da die Arbeit am Tetrapol-Projekt nur langsam vorangeht [SAUP04].

Positive Beispiele sind jedoch auch zu finden, beispielsweise der sequentielle Ausbau des norwegischen oder finnischen BOS-Netzes, des englischen Airwave-Netzes oder des belgischen ASTRID-Netzes.

Für das deutsche BOS-Netz ergeben sich z. B. folgende Risiken:

- Aufgrund der aktuellen Haushaltssituation ist die Finanzierung des Aufbaus und des zwangsläufig großen Netzes unsicher;
- Wird nicht schnell genug ein bundesweites Netz aufgebaut, droht die Einführung von Teilnetzen auf Länderebene oder in einzelnen Städten und auf Seiten unabhängiger Rettungsdienste, die schon seit längerem auf eine zügige Einführung drängen;
- Grenznahe und überschreitende Kommunikation zu Tetra- und Tetrapol-Netzen muß durch Brückentechnologien ermöglicht werden.

3 Problemstellung

3.1 Technische Probleme

Die Entscheidung für eine Technologie durch Abwägung der technischen Vor- und Nachteile kann aufgrund der technischen Spezifikationen und der Anpassung der Anforderungen an das BOS-Netz relativ einfach getroffen werden. Für die

GSM-ASCI-Lösung müssen die Anforderungen an das Netz weiter aufgeweicht werden. Auch ist die maximale Ausfallzeit zu überdenken, denn eine nur 99%ige Erreichbarkeit ist für den BOS-Einsatz problematisch.

Für das BMI¹⁶ ist eine klare Definition der Anforderungen heute vordringlich. Die Umsetzung ist aber nicht Aufgabe des Bundes, sondern die der Firmen, die für das BOS-Netz anbieten. Eine klare, detaillierte und lückenlose Beschreibung muß hohe Priorität erhalten, um eine vertragliche Grundlage zu schaffen, die sich zu einem späteren Zeitpunkt bei Problemsituationen auszahlt. Die Überwindung bestehender Mängel der drei Technologien ist jedoch nicht Thema dieser Arbeit und wird deshalb nicht weiter bearbeitet.

Allerdings ist die Entscheidung für eine Technologie auch aus finanziellem Blickwinkel unter dem Aspekt immer knapperen Haushaltsmittel zu treffen [GeWa04, Walk03]. Deshalb beeinflusst gerade der Bereich der Finanzierung die zu erwartenden technischen Probleme. Der Versorgungsgrad, die Abdeckung auch in ländlichen Regionen, die Verfügbarkeit, Leitstellen- und Nutzeradressenanzahl sowie die Inhouse-Versorgung sind Kostentreiber [Gerp03, S. 7]. Der Verzicht auf notwendige Leistungsmerkmale unter Rücksichtnahme auf begrenzte Haushaltsmittel erscheint aber aufgrund der Bedeutung des BOS-Netzes als sehr fragwürdig, eher sind alternative Finanzierungsmodelle zu überlegen.

3.2 Organisatorische und betriebswirtschaftliche Probleme

Das zukünftige digitale BOS-Netz soll nach Vorgaben des BMI über eine Betreibergesellschaft geführt werden [GAN02]. Hierbei ist die organisatorische Ausgestaltung jedoch noch nicht weiter bestimmt. Aufgrund der Haushaltslage bietet es sich an, potentielle Anbieter des BOS-Netzes unter Verwendung eines PPP-Modells (Public-Private-Partnership) in die Betreibergesellschaft und insbesondere in die Finanzierung einzubinden. Diskutiert wird dabei, in wie weit der Bund Kompetenzen, Befugnisse und Verantwortlichkeiten eines Sicherheitsnetzes abgeben kann und darf.

- Bei hoheitlichem Betrieb ohne PPP-Modell trägt letztendlich die öffentliche Hand die finanziellen Risiken in voller Höhe, hat aber auch den vollen Zugriff auf das BOS-Netz. In vielen kritischen Bereichen des öffentlichen Lebens ist eine derartige hoheitliche Gewalt notwendig und praktikabel, z. B. für den Bundesgrenzschutz und die Geheimdienste. Das bisherige analoge Netz wird zudem auch von öffentlicher Seite geführt.

¹⁶ Bundesministerium des Inneren, welches die Federführung in der Planung des BOS-Netzes übernommen hat [BMI04] und der Arbeitsgruppe netzwerk-BOS unterstellt hat.

- Bei einem vollständigen privaten Betrieb des Netzes – beispielsweise bei der Entscheidung für eines der angebotenen GSM-ASCI-Netze – muss dem Bund rechtlich und organisatorisch ein volles Zugriffsrecht auf das Netz ermöglicht werden. Fragwürdig ist dabei, wie eine Verdrängung der privaten Nutzer der Netze im GSM-ASCI-Fall geregelt werden kann. Für den privaten Betrieb des Netzes ist generell zu klären, wie eine Heimfallregelung¹⁷ auszusehen hat und wie die finanziellen Risiken des Betreibers abgegolten werden können, falls der Betreiber, wie in Österreich insolvent wird. Zudem ist zu klären, in welchem Maße der Bund eigenes Personal, Know-How und andere Ressourcen einbringen kann, um dadurch die Kosten zu senken (PPP-Konzepte).
- Entsprechend sind auch Mischformen denkbar, beispielsweise eine Aufspaltung von operativem Betrieb des BOS-Netzes und dem Eigentum am Netzwerk. Das Risiko für die anbietenden Parteien könnte so vermindert werden und die Kompetenzen und Stärken der Partner können entsprechend eingesetzt werden.

Kritik an einer privatwirtschaftlichen Lösung kann damit begegnet werden, dass die Bundesrepublik Deutschland auch in vielen anderen Bereichen nicht das Eigentum besitzt, aber durch entsprechende rechtsverbindliche Vereinbarungen und Verträge hoheitlichen Zugriff besitzt. Klar zu definieren ist also neben den hierarchischen Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten auch die rechtliche Ausgestaltung für das BOS-Netz.

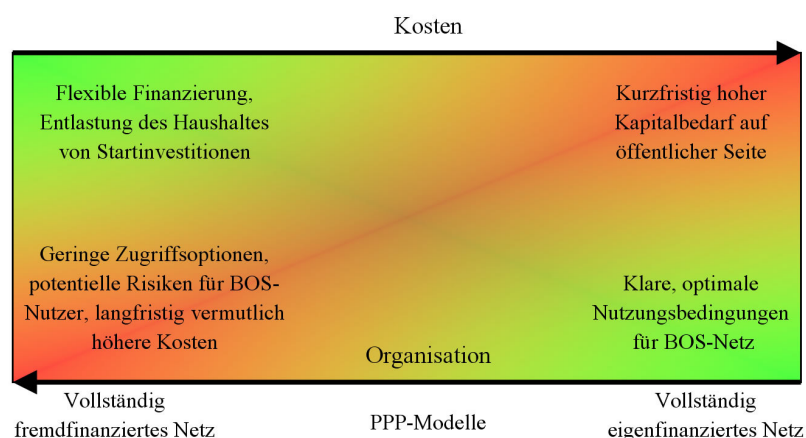


Abbildung 3: Vor- und Nachteile der Eigen- und Fremdfinanzierung

¹⁷ Rechtliche Konstruktion, in der das Eigentum am Netz der Betreibergesellschaft entzogen wird und an die Bundesrepublik Deutschland übergeht.

Neben der organisatorischen und rechtlichen Ausgestaltung der Betreibergesellschaft sind vor allen Dingen die Kosten für den Aufbau des BOS-Netzes ein Streitthema. Bei vermuteten Startinvestitionen von mindestens 1,5 Milliarden Euro¹⁸ und hohen Betriebskosten ist fraglich, welchen Anteil der Kosten der Bund als Initiator des bundeseinheitlichen BOS-Netzes und Nutzer, z. B. Verfassungsschutz und BGS, übernimmt, welchen Anteil die Länder aufgrund ihrer grundrechtlichen Zuständigkeit für die Polizei als Hauptnutzer übernehmen und welchen Anteil die sonstigen Nutzer des BOS-Netzes, z. B. Kommunen, Feuerwehren, aber auch Rettungsdienste, Rotes Kreuz, am Netz übernehmen können und wollen.

Neben der Aufteilung der hohen Investitionskosten zum Aufbau des BOS-Netzes ist zu fragen, wie die Nutzung des Netzes entgeltlich gelöst werden kann. Ein Modell ähnlich den privatwirtschaftlichen Handygebühren wird z. B. aufgrund der vielen Gruppengespräche kaum ohne Veränderungen übertragbar sein. Weiterhin muss darauf geachtet werden, dass über entsprechende Anreizsysteme möglichst viele der nicht zu verpflichteten Organisationen das BOS-Netz von Beginn an mitnutzen. Hierfür müssen die Gebühren so gestaltet werden, dass die frühzeitig Investition in entsprechende Endgeräte lohnenswert ist. Weiterhin ist eine Quersubventionierung von Regionen mit hoher Einwohnerdichte (Ballungsräume) zugunsten gering besiedelter, ländlicher Regionen zu überlegen.

Gerade für die Betreibergesellschaft wird sich dabei ein wirtschaftlicher Erfolg nur dann einstellen, wenn gewährleistet ist, dass durch ein gut durchdachtes und faires Tarifmodell sehr schnell eine hohe Teilnehmerzahl erreicht wird. Ein Negativbeispiel ist hier das österreichische ADONIS-Netz, welches durch die Insolvenz des Betreibers master-talk mittlerweile eingestellt wurde [Futu03c]. Ursprünglich für 80.000 Teilnehmer im BOS-Netz kalkuliert, konnte der Betreiber durch eine unattraktive Preisgestaltung nur 40.000 Nutzer akquirieren [Futu03a]. Zudem konnten durch überhöhte Preise für Endgeräte (ca. 1000 Euro) Dritte teils nicht integriert werden. Großen Organisationen wie dem Rote Kreuz mit 8000 potentiellen Endgeräten konnten keine Preise für die Nutzung des Netzes garantiert werden [Futu03b].

¹⁸ Nach einem Abschlußbericht der ZED Okt. 2002, sog. GAN-Papier [GAN02].

4 Problemlösungsansätze für Deutschland 2004

4.1 Rentabilität des BOS-Netzes

Um den langfristigen Bestand des BOS-Netzes zu sichern und eine Insolvenz der Betreibergesellschaft, ähnlich dem österreichischen Negativbeispiel, zu vermeiden, muß kalkuliert werden, wie die laufenden Kosten des Netzes getragen werden können und wie sich die Investitionen in das Netz über die Betriebszeit amortisieren können. Ein BOS-Netz kann nicht nach typischen wettbewerbstechnischen Merkmalen betrachtet werden, denn es liegt eine atypische Marktsituation vor. Die Betreibergesellschaft sieht sich als einziger Anbieter praktisch einem einzigen Kundensegment gegenüber und bietet auch nur ein einzelnes Produkt an.

Als Lösung kann hier ein Wertschöpfungsmodell für ein BOS-Netz erstellt werden. Abgeleitet wird dies aus einem klassischen Wertschöpfungsmodell für den TK-Markt¹⁹:

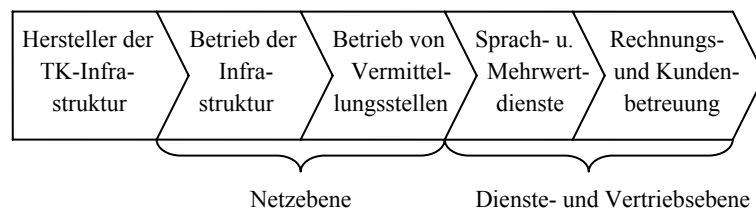


Abbildung 4: Wertschöpfungskette für TK-Unternehmen [vgl. Mell03, S. 153]

Die Infrastrukturhersteller sind in diesem Fall als Anbieter des BOS-Netzes in die Wertschöpfungskette mit einzubeziehen. Der Betrieb der Basisinfrastruktur setzt sich zusammen aus der Planung, Errichtung und dem Betrieb der Übertragungswege (Glasfaserkabel, Kupferkabel etc.). Der Betrieb der Vermittlungsstellen beinhaltet die Planung, Errichtung und den Betrieb der Netzknoten. Die Aufgaben einer Betreibergesellschaft beziehen sich dabei auf die Aufgabenteile der beiden Teilmärkte. In einem Erlösmodell lassen sich vor allen Dingen Einkommen aus der Vermarktung der Dienste, der Kundenbetreuung sowie der Sprachdienste generieren. Für eine BOS-Betreibergesellschaft wird der Betrieb der Netzknoten und der Übertragungswege hingegen nicht vermarktungsfähig sein, um keine Sicherheitsrisiken zu schaffen. Während der Hersteller als Zulieferer der TK-Infrastruktur ebenso aussen vor bleibt, kann über

¹⁹ Telekommunikations-Markt.

eine Integration der Anbieter in die Betreibergesellschaft aber hier das Know-How genutzt werden und so zumindest ein Kostensenkungspotential genutzt werden.

Im Sonderfall der GSM-Mitbenutzung fällt hierbei der komplette Bereich TK-Infrastruktur, Basisinfrastruktur und der Betrieb der Vermittlungsstellen in den Aufgabenbereich der Anbieter. Abgerechnet wird nur für die entsprechenden Dienste. Bezüglich der Wertschöpfungskette ändert sich also nichts, sondern nur die Ausgestaltung der Betreibergesellschaft.

Um möglichst schnell ein Netz rentabel zu betreiben, hat sich im europäischen Vergleich gezeigt, dass möglichst viele potentielle Kunden schnell integriert werden müssen. In Deutschland trifft dies für alle Organisationen zu, die zur Nutzung des Netzes gezwungen werden können. Vor allen Dingen der nicht unerheblich große Bereich der freiwilligen Feuerwehren und privaten Rettungsorganisationen sind hier zu nennen. Weiterhin ist es auch sinnvoll, Länder für eine zügige Einführung der BOS-Netze zu belohnen. Aus diesem Grund empfiehlt sich ein gestaffeltes Gebühren-Modell, welches sich aus einer Grundgebühr pro Endgerät und Nutzungstarifen zusammensetzt.

Ein exemplarisches Beispiel für die Staffelung der Grundgebühren zeigt Abb. 4.

Folgende Anreize sollen vermittelt werden:

- Es lohnt sich früher einzusteigen, da in den Folgejahren die Einstiegspreise für die monatlichen Beiträge höher sind.
- Es lohnt sich, früher einzusteigen, da früher die festzusetzende minimale Grundgebühr erreicht wird.
- Die Einsparungen für ein früheres Teilnehmen am digitalen BOS-Netz müssen dabei die Einsparungen für den Verzicht auf ein weiteres Jahr bei Nutzung des analogen Netzes übersteigen.

Zusätzlich zu der Grundgebühr werden gesondert Dienstmerkmale abgerechnet, z. B. für Datentransfer, Alarmierung, Verbindungen in andere Netze, z. B. das Telefonnetz.

Hierdurch wird vor allen Dingen eine stärkere Nutzung des Netzes in Ballungsräumen und eine niedrigere Nutzung in ländlichen Gebieten bewertet. Zudem sollte sichergestellt sein, dass zu einem Fixpreis Verbindungen aufgebaut werden können, wenn von den Dienstmerkmalen keinen Gebrauch gemacht wird. Die Kosten sind so überschaubar und innerhalb des Budgets der Teilnehmer fest planbar.

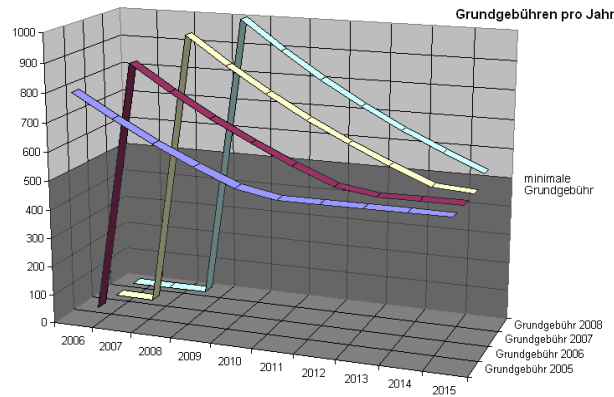


Abbildung 5: Staffelung der Grundgebühren pro Jahr.

Denkbar ist auch eine Art Leasing-Modell für Endgeräte mit einer analogen Anreizstruktur.

Aus dem GAN-Papier [GAN02, S. 74ff.] geht hervor, dass zu Beginn 700.000 potentielle Nutzer zu erwarten sind und sich diese Anzahl bis 2012 auf 1.300.000 erhöht. Andere Schätzungen gehen von 800.000 BOS-Nutzern aus [Lohm04, S. 6], wohingegen knapp 440.000 Beschäftigte im Aufgabenfeld öffentliche Sicherheit und Ordnung arbeiten [Gerp03, S.1]. Für den Betreiber ergeben sich damit auch die Möglichkeiten

1. bei bereits rentabler Betriebsführung mit dem Nutzerzuwachs die Gebühren zu senken, um weitere Nutzer in das Netz zu integrieren und
2. bei nicht rentabler Betriebsführung die Gebühren weiter auf konstantem Niveau zu lassen, um durch den Nutzerzustrom bis spätestens 2012 eine rentable Betriebsführung zu ermöglichen.

Zu beachten ist, dass der nutzungsabhängige Anteil der Kosten nicht zu hoch angesetzt wird, weil hierdurch der Anreiz besteht, das BOS-Netz am Monatsende nicht mehr zu nutzen, wenn ein Planbudget bei der jeweiligen Behörde überschritten wurde. Dies würde jedoch für die Betreibergesellschaft große Probleme hervorrufen.

4.2 Ausgestaltung der Betreibergesellschaft und des Finanzierungsmodells

Im europäischen Vergleich existieren verschiedene Möglichkeiten zum Betrieb eines Digitalfunknetzes für Sicherheitskräfte. In England wurde ein vollständig privates Modell gewählt, in den Niederlanden hingegen ein reines hoheitliches. Als Beispiel für eine Kooperation zwischen öffentlicher Hand und privaten

Gesellschaften ist Finnland zu nennen [Roch04, S.8]. Die Ausgestaltung des Betreibermodells richtet sich nach der verwendeten Technologie. Im Fall eines GSM-ASCI-Netzes kommt hier nur ein gemeinschaftlicher Betrieb des Netzes in Frage. Auch für die beiden anderen Netze erscheint aber eine Kooperation aus öffentlicher Hand und privaten Unternehmen als sinnvoll (PPP-Konzept):

- Knappe öffentliche Mittel ermöglichen nicht ohne weiteres eine Finanzierung des kompletten BOS-Netzes.
- Durch eine Übernahme der Investitionskosten durch Private ergeben sich weniger Möglichkeiten für die Länder, das BOS-Netz aus Kostengründen abzulehnen oder zeitlich zurückzustellen, sodaß dieses schneller realisiert werden kann.
- Über Public Private Partnerships kann das Risiko verteilt werden und Bund und Länder können eigene Ressourcen mit einbringen.
- Das Know-How des/der Telekommunikationsunternehmen kann positiv für die Betreibergesellschaft genutzt werden.

Die vertragliche Ausgestaltung ist dabei so zu wählen, dass der Bundesrepublik Deutschland der Zugriff auf das BOS-Netz und die Infrastruktur bestmöglich gewährleistet ist. Dies ist vor allen Dingen bei einem GSM-ASCI-Netz zu berücksichtigen, das nicht in eine Betreibergesellschaft eingebracht wird. Hier ist zusätzlich eine möglichst befriedigende Heimfallregelung zu definieren und es sind entsprechende rechtliche Rahmenbedingungen für den Fortbestand der GSM-Lizenzen nach dem Jahre 2009 zu schaffen.

Sollten die Total Cost of Ownership für das BOS-Netz sich nach dem Angebot der Konsortien ohne Beteiligung niedriger sein, kann sich auch entgegen der oben dargestellten Lösung ein hoheitlicher Betrieb empfehlen. Dies kann vor allen Dingen der Fall sein, wenn die Unternehmen für die Übernahme von Risiken einen hohen Aufschlag fordern. In der Regel ist die Finanzierung von risikobehafteten Projekten über Bundeskredite für anbietende Parteien günstig. Die Probleme des deutschen Mautsystems haben auch gezeigt, daß Konsortien, deren kein oder nur ein geringes Risiko überlassen wurde, oftmals weniger engagiert agieren.

Im konkreten Fall bietet es sich für Bund und Länder an, mit dem zukünftigen Anbieter der Technik einen zivilrechtlichen Kooperationsvertrag über die Gründung einer Betreibergesellschaft zu schließen. Diese kann, beispielsweise über Gesellschaftsanteile, so ausgestaltet sein, dass Bund, Länder und der Partner gemäß ihrer Übernahme der Startinvestitionen in das BOS-Netz anteilig an der Betreibergesellschaft beteiligt werden. Eine Beteiligung sonstiger, potentieller Nutzer, z. B. von Rettungsdiensten, erscheint nicht sinnvoll.

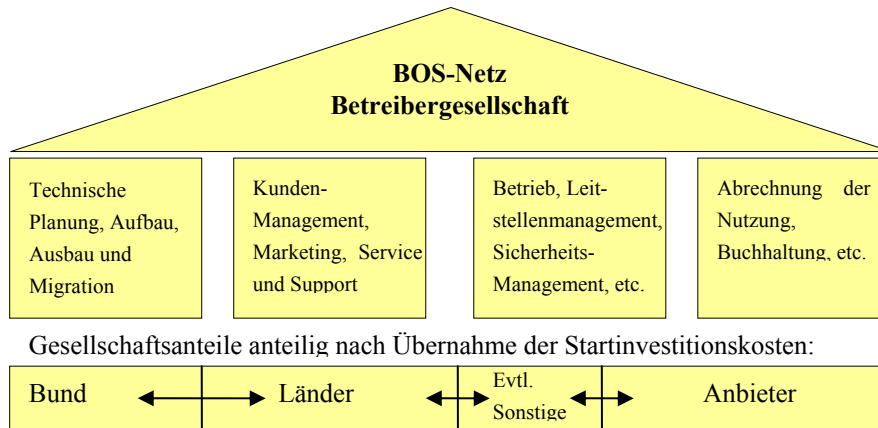


Abbildung 6: Ausgestaltung einer BOS-Netz-Betreibergesellschaft mit Organisationsbezügen

Da 16% der an den Betreiber gezahlten Gesamtsumme wieder über die Mehrwertsteuer an den Bund zurückfließt, ist zu erwarten, dass der Bund einen Anteil von $16\%+X$ übernehmen wird, obwohl nur 9,8% der im öffentlichen BOS-Dienst Beschäftigten zum Bund gehören [Gerp03, S. 1]²⁰, wahrscheinlich ist also ein Prozentsatz von knapp 26%. Auch werden sich die Kommunen aufgrund der aktuellen finanziellen Notlage in den Gemeinden nicht anteilig mit 24,5% beteiligen können. Aufgrund des föderalen Systems existiert hier ein extremes Spannungsverhältnis. Zudem ist zu erwarten, dass zunächst die finanziell stärker situierten Länder Bayern, Baden-Württemberg, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Hamburg, Berlin und evtl. Brandenburg (um den Großraum Berlin abzudecken) das BOS-Netz einführen werden und die restlichen Länder als Nachzügler erst später umrüsten werden.

Der Streit um die Finanzierung des BOS-Netzes zwischen Bund und Ländern wird dabei entschärft durch die Einsparungen, die sich durch eine schnelle Einführung des digitalen BOS-Netzes erzielen ließen. Gerpott zeigte, dass eine weitere Verzögerung des BOS-Netzes größere Kosten verursachen kann [Gerp03]:

- Es entstehen durch das digitale Netz im Vergleich zum bisherigen analogen Netz Effizienzverbesserungen bei BOS-Abläufen, die im Zeitraum 2006 bis 2010 mit über 7 Mrd. Euro zu bewerten sind [Gerp03, S. 10]. Beispielsweise führen Polizeibeamten im Aussendienst ihre privaten Mobiltelefone mit, um bei den häufigen Ausfällen der analogen BOS-Funkgeräte ihre Einsatzzentrale anrufen zu können.

²⁰ zum Vergleich: 65,6% Länder und 24,5% Gemeinden

- Weiterhin ergeben sich Kosteneinsparungen, da das analoge Netz höhere Betriebskosten besitzt, beispielsweise durch teure Ersatzteile. Das digitale Netz wird mit nur 0,15 Mrd. Euro laufende Kosten weitere Einsparungspotentiale ermöglichen [Gerp03, S. 11].

Gerpott kalkuliert, dass die Investitionskosten für den Bau eines neuen Netzes bereits nach drei Jahren Betrieb amortisiert sind, und dies alleine durch die Einsparungen im Vergleich zum analogen Netz. Entsprechend ist es nicht nur technisch und organisatorisch, sondern auch ökonomisch empfehlenswert, auf einen einfachen, üblichen Finanzierungsschlüssel zu setzen, und die Einführung eines digitalen BOS-Netzes nicht weiter zu verzögern.

5 Fazit

Deutschland steht mit dem digitalen BOS-Netz vor einer Investition in ähnlicher Höhe wie bei dem LKW-Maut-Projekt. Die LKW-Maut hat jedoch den Vorteil, dass nach der Inbetriebnahme hohe Erlöse generiert werden, die die Startinvestitionen nach kurzer Zeit wieder ausgleichen. Das BOS-Netz ist wesentlich schwerer zu vermitteln, da nur ein immaterieller Sicherheitsgewinn erreicht wird. Zudem drängt die Zeit, denn es ist davon auszugehen, dass ein digitales BOS-Netz zur Fussball-WM 2006 bereits jetzt nur in den Ballungsräumen verfügbar sein könnte, wenn keine weiteren Verzögerungen auftreten. Es ist bereits zu hören, dass Innenminister Schily bereits nicht mehr mit einer Verfügbarkeit von Teilnetzen zur Fußball WM rechnet [Klar04]. Grund ist eine Vorphase, in der bis Ende 2004 in einem Teilnehmerwettbewerb aus den teilnehmenden Unternehmen und Konsortien „leistungsstarke und zuverlässige Unternehmen“ ausgewählt werden sollen, die dann erst zum eigentlichen Vergabeverfahren zugelassen werden [Klar04].

Es wird gezeigt, dass zunächst klar definiert werden muss, welche Anforderungen an das Netz gestellt werden, um technische Fragen aus dem Weg zu räumen. Hier ist bezüglich der aktuellen Daten noch nachzubessern. Bei der Finanzierung des BOS-Netzes ist voraussichtlich ein PPP-Modell empfehlenswert. Wichtig ist weiterhin eine Anreizgestaltung für die BOS-Nutzer, möglichst früh auf das digitale BOS-Netz umzusteigen, um einen wirtschaftlichen Bestand der Bestreiber-Gesellschaft sicherzustellen.

Während ein BOS-Netz durchaus finanzierbar ist, da ein digitales BOS-Netz auch finanzielle Vorteile bringt und ein wirtschaftliches Desaster im Betrieb zu vermeiden ist, muß nun zunächst der Wille zur Einführung in Politik und Gesellschaft herbeigeführt werden.

Literatur- und Quellenverzeichnis

- [BAHN04] GSM-R - Digitaler Mobilfunk für grenzenlose Bahnkommunikation. http://www.bahn.de/konzern/holding/db_telematik/dbag_gsmr.shtml, letzter Abruf am 24.6.2004
- [Bako01a] BAKOM: Faktenblatt Tetra. <http://www.bakom.ch/imperia/md/content/deutsch/telecomdienste/factsheets/1.pdf>, 18.4.2001, letzter Abruf am 1. Juni 2004. [Bako01b] BAKOM: Faktenblatt Tetra. <http://www.bakom.ch/imperia/md/content/deutsch/telecomdienste/factsheets/2.pdf>, 26.3.2001, letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [BMI01a] BMI: Beschluß der Innenministerkonferenz vom 23./24. November 2000 zur Einführung eines digitalen Sprech- und Datenfunksystems. http://www.bmi.bund.de/dokumente/Pressemitteilung/ix_49970.htm?printView=y,2000, 24.11.2000, letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [BMI01b] BMI: Errichtung und Betriebsaufnahme eines digitalen Sprech- und Datenfunksystems für alle Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben - Digitalfunk – BOS. http://www.bmi.bund.de/dokumente/Artikel/ix_49959.htm, 26.7.2001, letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [BMI03] BMI: Einführung des digitalen Polizeifunks scheitert weiter am Geld - Treffen bei Schily ohne Einigung zu abhörsicherer Technik, <http://www.bmi.bund.de/dokumente/Rede/ix93530.htm>, 24.11.2003, letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [BMI04] BMI: Digitalfunk der BOS (Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben). http://www.bmi.bund.de/dokumente/Lexikon-Modul/ix_94588.htm, 31.3.2004, letzter Abruf am 24.6.2004.
- [Conr01] Conrads, D.: Telekommunikation – Grundlagen. Vieweg: Wiesbaden, 2001.
- [EADS04] EADS Telecom Webseite. <http://www.eads-telecom.de>, letzter Abruf am 24.6.2004
- [EADS03] EADS Telecom Tetrapol 2004.IP: Die Vorteile. <http://www.eads-telecom.de/index.html?page=231>. letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [Emes02] Emesage: Aufruf zur Teilnahme an einem Interessenbekundungsverfahren (IBV). http://www.emesage-europe.ch/de/bos/auftrag_interessen.html, letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [ETSI04] Webseite der ETSI. <http://www.etsi.org>, letzter Aufruf am 24.6.2004
- [Futu02] Futurezone: Tetra-Geräte gefährden Patienten. <http://futurezone.orf.at/futurezone.orf?read=detail&id=136963&tmp=92163>, 25.11.2002, letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [Futu03a] Futurezone: Immer weniger Nutzer wollen „Adonis“. <http://futurezone.orf.at/futurezone.orf?read=detail&id=152426&tmp=45577>, 28.3.2003, letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [Futu03b] Futurezone: Adonis bringt Rotes Kreuz in die Bredouille. <http://futurezone.orf.at/futurezone.orf?read=detail&id=165069>, 16.6.2003, letzter Abruf am 1.6.2004.

- [Futu03c] Futurezone: Wer am Adonis-Scheitern Schuld ist. <http://futurezone.orf.at/futurezone.orf?read=detail&id=167049>, letzter Aufruf am 24.6.2004.
- [Futu04] Futurezone: Vorentscheidung für Adonis neu. <http://futurezone.orf.at/futurezone.orf?read=detail&id=220338&channel=1>, 11.3.2004, letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [GAN02] ZED: 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. <http://www.pilotprojekt-digitalfunk-aachen.de/GAN.pdf>, 23.10.2002, letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [Gerp03] Gerpott, T. J.: Wirtschaftliche Auswirkungen von Verzögerungen bei der Nutzung eines bundeseinheitlichen BOS-Digitalfunknetzes in Deutschland. <http://www.pmev.de/download/gerpott2810.pdf>, 28.10.2003, letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [GeWa04] Gerpott, T. J.; Walter, A.: Operative und finanzielle Bewertung von TETRA-, Tetrapol- und GSM-900-Plattformen für ein digitales BOS-Mobilfunknetzwerk. Studie, Dialog Consult, Duisburg, 2004.
- [GSMW04] GSMWorld. <http://www.gsm.org>, letzter Aufruf am 24.6.2004
- [Hare04] van Haren, H.: Beispiel Niederlande: Eine nationale Lösung für die Alarmierung. http://www.emessage.de/de/bos/kongress_04_2.html, 26.1.2004, letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [IBV02] Bundesbeschaffungsamt: Aufruf zur Teilnahme an einem Interessenbekundungsverfahren. http://www.bescha.bund.de/aufruf_zur_teiln_interessen.html, 1.3.2002, letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [Klar04] Klarmann, M.: Kein Digitalfunk für die Sicherheitskräfte zur Fußball-WM. <http://www.heise.de/newsticker/meldung/47771>, 28.5.2004, letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [Lind02] Linde, Chr.: Alles über den neuen digitalen BOS-Funk. Franzis, Poing, 2002.
- [Lohm04] Lohmann, O.: Ist eine GSM Lösung eine Alternative für den digitalen BOS-Funk?. http://www.ifkom.de/download/cebit_2004/lohm.pdf, 19.3.2004, letzter Abruf am 29.6.2004.
- [M-Puls04] m-puls Ausgabe Nr. 7 – Die Motorola Kundenzeitschrift für Digitalfunk-Anwender. http://www.motorola.com/cgiss/emea/bos/docs/m_puls_7.pdf, letzter Aufruf am 24.6.2004
- [MOTO04] Motorola Webseite zu Lösungen für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben. <http://www.motorola.com/cgiss/emea/bos/home.html>, letzter Abruf am 24.6.2004.
- [PMEV04] Professioneller Mobilfunk. <http://www.pmev.de>, letzter Abruf am 24.6.2004.
- [Profit04] Profit mit funk – Das Magazin des Verbandes Professioneller Mobilfunk e.V. http://www.pmev.de/04_archiv/4-4_profit/4-4-1_inhalt.htm, letzter Abruf am 24.6.2004.
- [Roch04] Roche, H.: Betrieb des neuen Digitalfunknetzes: Anforderungen und Betreibermodelle. http://www.emessage.de/de/bos/kongress_04_2.html, 26.1.2004, letzter Abruf am 1. Juni 2004.

- [Same96] Sametinger, J.: Classification of Composition and Interoperation. Poster Presentation at OOPSLA '96. <http://sydney.swe.uni-linz.ac.at/Staff/JohannesSametinger/papers/96.oopsla.long.pdf>, 1996, letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [Saup04] Saupp, H.: Digitalfunk der BOS. http://www.argedon.de/sicherheit/presse/digitalfunk_bos.htm, letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [Swis04] Swissinfo: Der Nidwaldner Landrat will vorerst kein Polycom. <http://www.swissinfo.org/sde/Swissinfo.html?siteSect=105&sid=4915981>, 5.5.2004, letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [Tetr04] Tetra Webseite, <http://www.tetra.de>, letzter Abruf am 24.6.2004.
- [Ttp104] Tetrapol Webseite, <http://www.tetrapol.com>, letzter Aufruf am 24.06.2004
- [Voda04] Vodafone: GSM-BOS – Funknetz für Behörden. <http://www.vodafone.de/bos/38057.html>, letzter Abruf am 1. Juni 2004.
- [Walk03] Walke, B.: Gutachten zur Eignung des um ASCI- und Zusatzfunktionen erweiterten Vodafone D2 GSM-Mobilfunknetzes zur Erbringung der Dienste für das Digitalfunknetz für die Behörden und Organsationen mit Sicherheitsaufgaben. <http://www.Vodafone.de/bos/32152.html>, 24.2.2003, letzter Abruf am 1. Juni 2004.

IWI Discussion Paper Series

ISSN 1612-3646

Michael H. Breitner, *Rufus Philip Isaacs and the Early Years of Differential Games*, 36 p., #1, January 22, 2003.

Gabriela Hoppe and Michael H. Breitner, *Classification and Sustainability Analysis of E-Learning Applications*, 26 p., # 2, February 13, 2003.

Tobias Brüggemann and Michael H. Breitner, *Preisvergleichsdienste: Alternative Konzepte und Geschäftsmodelle*, 22 p., # 3, February 14, 2003.

Patrick Bartels and Michael H. Breitner, *Automatic Extraction of Derivative Prices from Webpages using a Software Agent*, 32 p., # 4, May 20, 2003.

Michael H. Breitner and Oliver Kubertin, *WARRANT-PRO-2: A GUI-Software for Easy Evaluation, Design and Visualization of European Double-Barrier Options*, 35 p., #5, September 12, 2003.

Dorothee Bott, Gabriela Hoppe and Michael H. Breitner, *Nutzenanalyse im Rahmen der Evaluation von E-Learning Szenarien*, 14 p., #6, October 21, 2003.

Gabriela Hoppe and Michael H. Breitner, *Sustainable Business Models for E-Learning*, 20 p., #7, January 5, 2004.

Heiko Genath, Tobias Brüggemann and Michael H. Breitner, *Preisvergleichsdienste im internationalen Vergleich*, 40 p., #8, June 21, 2004.

Dennis Bode and Michael H. Breitner, *Neues digitales BOS-Netz für Deutschland: Analyse der Probleme und mögliche Betriebskonzepte*, 21 p., #9, July 5, 2004.

