

## 1 Einführung

Seit der Einführung des öffentlichen beweglichen Landfunkdienstes (öbL) durch die Deutsche Bundespost im Jahre 1958 bietet auch die Deutsche Bundesbahn als besonderen Kundendienst einen öffentlichen Funkfernsprecher im Zug an. Die mit einer Zugsekretärin versehenen Intercity- und TEE-Züge und einige Spezialwagen sind mit diesem öffentlichen Zugfunk ausgestattet, zu dem TEKADE von Anfang an Geräte lieferte.

Bisher arbeitete dieser Dienst im öbL-Netz A mit der Anlage B95Y [1]. Dabei wurde die Verbindung der Gespräche vom ortsfesten zum beweglichen Teilnehmer und umgekehrt über eine Handvermittlung im Fernamt hergestellt.

Der Betrieb des Netzes A wurde Ende 1977 aus Rentabilitätsgründen von der Bundespost eingestellt. Alle noch in diesem Netz verbliebenen Teilnehmer mußten deshalb auf das automatisch vermittelte Netz B umsteigen, das seit 1972 aufgebaut wurde und dessen 150 Funkverkehrsbereiche jetzt mit etwa 400 Funkkanälen in Betrieb sind [2].

## 2 Der Zugfunk mit der Netz-B-Technik

Das besondere Merkmal des Netzes B ist die Selbstwahl der Teilnehmer in beiden Richtungen. Sie wird durch den automatischen Verbindungsaufbau ermöglicht.

### 2.1 Verbindungsaufbau Funk $\leftrightarrow$ Draht

Der Aufbau einer Gesprächsverbindung vom mobilen zum Drahtteilnehmer läuft nach folgendem Schema ab: Nach dem Abheben des Handapparates sucht das Funkgerät einen mit dem Gruppenfreisignal modulierten freien Kanal der am Bediengerät eingestellten Kanalgruppe und belegt ihn. Daraufhin wird in der festen Funkstelle das Gruppenfreisignal abgeschaltet und die Funkwahl angefordert. Die mobile Anlage sendet nun die Funkwahl aus, die zusammengesetzt ist aus dem Funkwahlanfang (welcher gleichzeitig durch eine besondere Codierung die Übertragung der Gebührenimpulse anfordert), der

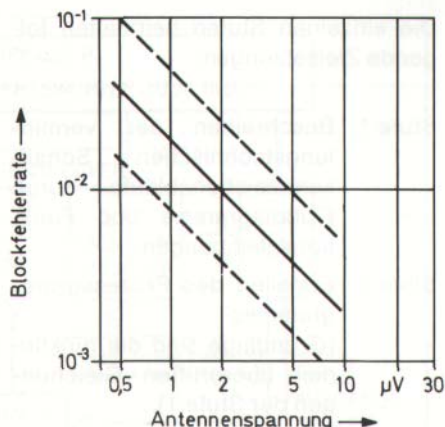


Bild 1. Blockfehlerrate für ein Telegramm mit 16 Impulsplätzen (Mittelwert und Streubandbreite) in Abhängigkeit von der Antennenklemmspannung im Bahnbetrieb

an dem Fahrzeugfunknummerschalter eingestellten eigenen Rufnummer (als Kennung), der am Bediengerät eingetasteten Rufnummer des Drahtteilnehmers und dem Funkwahlende.

Sofort nach dem Auswerten der Kennung sendet die feste Funkstelle diese als Rückkennung an die mobile Anlage zurück und erst wenn sie dort als richtig erkannt wird, läuft der Verbindungsaufbau weiter ab. Die Überleiteinrichtung wählt nun die Nummer des Drahtteilnehmers ins Drahtnetz und schaltet nach dem Zustandekommen der Verbindung diese auf den Funkkanal durch.

### 2.2 Verbindungsaufbau Draht $\rightarrow$ Funk

Bei einem Gesprächswunsch in der Richtung Draht  $\rightarrow$  Funk muß der Drahtteilnehmer die Ortsnetzkennzahl des Funkverkehrsbereiches, in dem der mobile Teilnehmer sich gerade befindet, die Verkehrsausscheidungsziffer 05 für den öbL und die Fahrzeugfunknummer des Teilnehmers wählen. (Über diese Nummern gibt die Bundesbahn Auskunft.) In der Überleiteinrichtung des angewählten Funkverkehrsbereiches werden ein Wahlspeicher und ein freier Funkkanal belegt und über den im ganzen Netz einheitlichen Rufkanal ein Selektivruf mit der Funkrufnummer und dem Kanalbefehl ausgesendet. Die angesprochene Fahrzeuganlage, die in der Ruhestellung immer im Rufkanal auf Anrufe wartet, schaltet sich

auf den befohlenen Sprechkanal und meldet sich dort mit der Rufbestätigung, die in der Überleiteinrichtung die Rufhaltung auslöst. Diese wird wiederum in der mobilen Anlage zur akustischen und optischen Anrufsignalisierung ausgewertet. Beim Abheben des Handapparates wird mit dem Beginnssignal das Gespräch durchverbunden.

### 2.3 Gesprächsende

Das Gesprächsende kann durch das Schlußsignal beim Auflegen des Handapparates der mobilen Anlage oder durch das Trennsignal beim Auflegen des Handapparates des Drahtteilnehmers herbeigeführt werden.

### 2.4 Systemparameter des Funknetzes

Signalisierungen und Gespräche werden auf 38 Sprechkanalpaaren und einem Rufkanal übertragen, die in einem 20-kHz-Raster im VHF-Band liegen. Der Duplexabstand eines Frequenzpaares ist 4,6 MHz. Die im System geforderte Empfängerempfindlichkeit von 2  $\mu\text{V}$  EMK und die Senderleistung von 10 W bei der Mobilanlage (bzw. 20 W bei der festen Landfunkstelle) ermöglichen einen Versorgungsradius von ungefähr 26 km für einen Funkverkehrsbereich.

### 2.5 Signalübertragung im Bahnbetrieb

Die Signalisierung für den Gesprächsauf- und -abbau werden im Netz B entweder durch Einzeltöne der Frequenzen 1950 Hz und 2070 Hz oder durch 16stellige Impulstelegramme übertragen, die durch Umtastung beider Frequenzen dargestellt werden. Die Gebührenimpulse sind kurze 2900-Hz-Impulse.

Versuche haben ergeben, daß diese Signalübertragung auch für den Betrieb im Zug geeignet ist. Die Blockfehlerrate bei der Übertragung eines 16stelligen Impulstelegrammes in Abhängigkeit vom Medianwert der Antennenklemmspannung des mobilen Funkgerätes zeigt Bild 1. Einen großen Einfluß auf die Fehlerrate haben Störfelder in der Umgebung der Antenne, die durch eine am Nachbargleis an- oder vorbeifahrende Lokomotive, beim Anfahren oder Abbremsen

sen des Zuges oder beim Überfahren von Weichen entstehen. Der Einfluß des Störnebels der Lokomotive verschwindet, wenn zwischen ihr und der Funkantenne ein Abstand von mehr als 20 m liegt.

Die Übertragung der Gebührenimpulse ist sehr sicher, solange an der Antenne Feldstärken anliegen, die auch eine gute Gesprächsverbindung garantieren.

### 3 Die Anlage

Für den Bedarf der Bundesbahn wurde bei TE KA DE die Sprechfunkanlage für den öffentlichen Zugfunk BSA31 Y ausgehend von der BSA31 entwickelt und vom FTZ unter der Nummer C35 05066 zugelassen.

Die Anlage besteht aus folgenden Teilen:

- Sprechfunkgerät B 31-2
- Wandler 24 V/12 V Z 34-1
- Vermittlungsstelle M 25-1
- Zweite Sprechstelle Z 32-1
- Antenne.

Die Einheit Sprechfunkgerät und Wandler (Bild 2) ist im Schreibabteil untergebracht und wird von der Zugsekretärin mit Hilfe der abgesetzten Vermittlungsstelle (Bild 3) bedient. Für den Kunden steht eine zweite

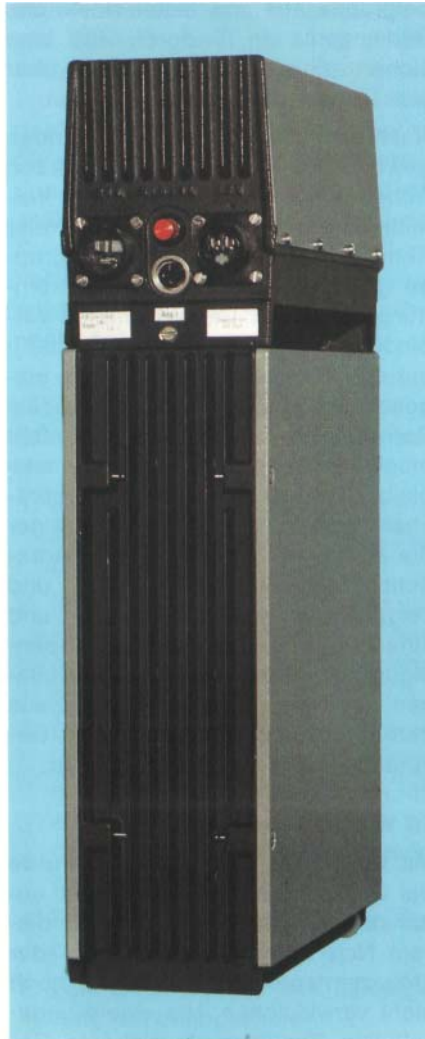


Bild 2. Einheit Sprechfunkgerät und Wandler

Bild 3. Vermittlungsstelle mit Kundensprechstelle



Sprechstelle zur Verfügung, die entweder am Arbeitstisch der Zugsekretärin oder in einer Sprechkabine aufgestellt sein kann. Die Anlage ist über die im Wagen fest installierte Verkabelung mit dem Bordnetz und der am Dach montierten Topfkreisantenne steckbar verbunden.

#### 3.1 Das Sprechfunkgerät

Das Sprechfunkgerät enthält in einem Leichtmetallgußgehäuse den für Duplexbetrieb eingerichteten Funkteil und die Selektivruf- und Wähleinrichtung. Wesentliche Merkmale dieser Baueinheit sind:

- Steckbare Baugruppen, die zur Erleichterung der Wartung durch eine gemeinsame Verdrahtungsplatte verbunden sind.
- Geringer Leistungsverbrauch durch weitgehende Verwendung integrierter Schaltungen in C-MOS-Technologie.
- Hochstabile Frequenzaufbereitung mit Synthesizer.

Dieses Sprechfunkgerät ist auch Bestandteil der Autotelefonanlage BSA 31 [3]. Für den Betrieb im Zug wird die Ausführung ohne Rufnummernspeicher verwendet, da die Kunden immer verschiedene Rufnummern anfordern.

#### 3.2 Der Wandler

Der Wandler setzt die im Zug angebotene 24-V-Bordnetzspannung in die von der Anlage benötigte 12-V-Betriebsspannung galvanisch getrennt und potentialfrei um. Es handelt sich um einen fremdgesteuerten Sperrwandler, der durch Filterketten am Ein- und Ausgang den Funkstörgrad „K“ erreicht. Das Gußgehäuse, das an das Funkgerät angeflanscht wird und im Design zu diesem paßt, dient gleichzeitig als Kühlkörper zum Abführen der Verlustwärme.

Der Wandler entnimmt dem Bordnetz bei eingeschaltetem Sender eine Stromstärke von 2,5 A und bei Empfangsbereitschaft 0,6 A.

#### 3.3 Die Vermittlungsstelle

Das pultförmige Gehäuse enthält alle zur Bedienung der Anlage nötigen Bedienelemente:

Das in einem Halterahmen eingeschobene **Bediengerät M 32-1** der BSA 31.

Über ein Tastenfeld werden die erforderliche Kanalgruppe und die vom Kunden gewünschte Rufnummer eingegeben und zur Kontrolle durch LED-Anzeigen angezeigt. Drei LED-Lampen geben Aufschluß über den jeweiligen Betriebszustand der Anlage, und ein Feldstärkeinstrument läßt die zu erwartende Güte der Sprechverbindung erkennen.

Der Gebührenimpulsauswerter wertet die von der Anlage angeforderten Gebührenimpulse aus und zeigt sie in einem Summen- und Rückstellzähler an.

Der Fahrzeugfunknummernschalter stellt das posteigene Kennungsfeld im Sprechfunkgerät auf 80 verschiedene für die Bundesbahn reservierte Funkrufnummern ein.

Von der **Sprechstelle** der Zugsekretärin werden die Gespräche aufgebaut.

Durch den **Umschalter** wird ein aufgebautes Gespräch auf die Sprechstelle des Kunden weitergeschaltet.

### 3.4 Antenne

Für den Bahnbetrieb ist wegen ihrer gedrungene Bauform eine verkürzte A/4-Topfkreisantenne besonders geeignet, die zur optimalen Anpassung an den Sender abgestimmt und seitlich am Wagendach montiert wird. Sie ist blitzsicher und unempfindlich gegen Berührungen mit dem Fahrrad, da alle Metallteile miteinander verbunden und geerdet sind.

### 4 Bedienung

Weil der Kunde meist mit der Handhabung einer Funksprechanlage nicht vertraut ist und weil die Gebührenerfassung manuell durchgeführt werden muß, wird die Anlage von der Zugsekretärin bedient. Ein Schlüsselschalter mit Sicherheitsschlüssel verhindert unbefugtes Benutzen. Am Beginn einer Fahrt wird die dem Zuglauf entsprechende Fahrzeugfunknummer eingestellt; nur so kann der Zug von der Drahtseite aus unter Zuhilfenahme des Fahrplans gezielt angerufen werden. Wird im Zug ein Gespräch der Richtung Funk->Draht aufgebaut, so wählt die Zugsekretärin aus einer von der Bundesbahn zusammengestellten Liste den für diesen Streckenabschnitt zuständigen Funkverkehrsbereich sowie die entsprechende Ka-

nalgruppe aus und tastet sie in das Bediengerät ein. Dadurch wird eine sichere Gesprächsverbindung über eine längere Strecke gewährleistet.

Nach dem Eingeben der vom Kunden gewünschten Rufnummer wird durch Abheben des Handapparates der Vermittlungsstelle selbsttätig ein freier Kanal der vorgegebenen Kanalgruppe gesucht, belegt und die Verbindung hergestellt. Die bestehende Verbindung wird dann von der Sekretärin auf die Sprechstelle des Kunden umgeschaltet. Ein Mithören über die Sprechstelle der Sekretärin ist nicht möglich, das Fernmeldegeheimnis bleibt gewahrt. Während des Gespräches wertet der Gebührenanzeiger die als kurze 2900-Hz-Töne übertragenen Gebührenimpulse aus und zeigt sie in einem Summen- und einem Rückstellzähler an. Nach Beendigung des Gespräches durch Auflegen des Handapparates können aus dem Rückstellzählerstand die Gesprächsgebühren ermittelt werden.

### 5 Weiterentwicklung

Mit Einführung des Netzes B wurde der Gesprächsaufbau weitgehend automatisiert. Trotzdem läßt sich in diesem Netz die optimale Lösung (der „Münzfernsprecher im Zug“) noch nicht verwirklichen. Um einem ungeschulten Benutzer ein sicheres Gespräch über eine lange Fahrstrecke zu gewährleisten, wäre zuviel technischer Aufwand nötig. Diese Möglichkeiten bieten zukünftige Netze, die das selbsttätige Weiterreichen eines bestehenden Gespräches auf geeignete Funkkanäle vorsehen [4]. Die Einführung eines solchen Netzes durch die Deutsche Bundespost ist bisher nicht abzusehen.

#### Schrifttum

- [1] A. Schepp, J. Gebhard: Der Zugpostfunk der Deutschen Bundesbahn. Funkschau 44 (1972) H. 20. S. 737 bis 739.
- [2] R. Gierer, H. Günther: Automatisierung des öffentlichen beweglichen Landfunkdienstes. TEKADE Tech. Mitt. 1975, S. 19 bis 25.
- [3] K. Gschwendtner, P. Hoheisel, R. Zernicke: Die neue Autotelefonanlage BSA 31. TE KADE Tech. Mitt. 1977, S. 23 bis 27.
- [4] K. Gschwendtner: Zukünftige System- und Überleittechnik für die mobile automatische Telefonie. NTG-Fachber. Band 61, 1977, „Bewegliche Funkdienste“. VDE-Verlag Berlin, 1977, S. 114 bis 118.