

## Grundlagen, Organisation und Technik

In Deutschland laufen Vorbereitungen für die Einführung eines neuen digitalen Sprech- und Datenfunksystem bei den Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS). Im Raum Aachen ist in der nächsten Zeit ein Großversuch geplant. Über eine Einführung von neuen Geräten und den möglichen Umfang der Ablösung der bisherigen Systeme ist noch nicht entschieden. Zu diesem Zeitpunkt ist es deshalb sinnvoll, in einem *geschichtlichen Rückblick* das Alte zu betrachten, um die *mögliche Einführung* und den Aufbau des Neuen informiert und bei Bedarf auch kritisch mitgestalten zu können.

➤ Fernmeldewesen  
Funkgeräte  
Geschichte  
Informations- und Kommunikationswesen  
Richtlinie  
TR BOS

Seit 1994 wird intensiv über die Einführung eines neuen digitalen BOS-Funksystems geredet und publiziert [1, 2]. Das Ende dieses fünfjährigen Abschnittes soll nun zum Anlaß genommen werden, einmal rückschauend die Geschichte des – bisher analogen – BOS-Sprechfunks zu betrachten. Die nächste Gelegenheit wäre wohl erst wieder im Jahre 2001 gegeben, wenn sich die Konferenz der Innenminister mit der grundsätzlichen Frage der Einführung des Systems und dessen Finanzierung befassen sollte. Dann wäre ein Ende des analogen BOS-Sprechfunks abzusehen.

HEINZ-OTTO GEISEL

Oberbrandrat

Innenministerium Baden-Württemberg

Bilder: Telefunken-Zeitung, März 1957, Heft 115, 1–3, 5; Sonderdruck aus Broschüre »Bayerische Landespolizei«, 1958, Polizei-Verlag Heinz Krause, München 7; Wolfgang Semet, Speyer 6, 8, 10–12, 15–16; Verfasser 4; Rotes Heft 5 (Glocke), 9, 13, 14.

# Entwicklung des BOS-Sprechfunks

Die Geschichte des BOS-Sprechfunks entwickelte sich auf drei Ebenen:

- *Gesetzliche Grundlagen*, abgeleitet von den internationalen Vorschriften über die Rahmenregelung: »Richtlinie für den nichtöffentlichen mobilen Landfunkdienst der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben«.
- Die Entwicklung der *Funkgerätektechnik*, geprägt von den gesetzlichen Vorgaben, den Forderungen der Anwender durch »Pflichtenhefte« und dem jeweiligen Stand des technisch Realisierbaren.
- Die taktischen und betrieblichen Regelungen in der Art von *Dienstvorschriften* über den Einsatz der Fernmeldemittel und die Durchführung des Funkverkehrs.

## ■ Allgemeines

Die *Polizei* war anfangs der größte Bedarfsträger für nichtöffentliche bewegliche UKW-Landfunkdienste; von ihr wurde die erste gerätetechnische Entwicklung auf breiter Basis bei der deutschen Fernmeldeindustrie angeregt und der Aufbau großflächiger, regional gegliederter UKW-Sprechfunknetze durchgeführt [3, 4]. Das ist auch verständlich, weil die Polizei aus der Bewegung der Einsatzmittel (»Streifenwagen«) heraus zwecks latenter Beobachtung der Sicherheitslage zu konkreten Einsätzen startet: Durch Selbst-Beauftragung oder per Auftragserteilung durch die Einsatzleitzentrale [5].

Anders ist es bei der *Feuerwehr*: Sie stellt am Standort der Fahrzeuge zunächst durch personelle Besetzung deren Einsatzbereitschaft her, bei der Berufsfeuerwehr durch eine Lautsprecheranlage, bei der Freiwilligen Feuerwehr durch Funkalarmierung [6, 7].

Die ersten Funkstreifenwagen der Polizei nutzten 1930 den Kurzwellenbereich (unterhalb 30 MHz), ab 1932 auch den UKW-Bereich (oberhalb 30 MHz). UKW-Sprechfunknetze wurden erstmals für Städ-

tepolizeien in London 1936 und 1941 in Berlin und Hamburg errichtet.

Der II. Weltkrieg beschleunigte die Entwicklung der UKW-Technik für den Aufbau kleinräumiger Funknetze (Gefechtsfeldfunk) und zur Verbindung mit Flugzeugen (Beobachtungsdienst).

So erfolgte in den Jahren 1946/47 mit Unterstützung durch die Deutsche Bundespost der Aufbau von Funkstreifendienst in den Ländern [8, 9]. Die Begrenzung der Reichweite auf »quasioptische Sicht« entsprach der Anforderung und den räumlichen Zuständigkeiten und war damit vorteilhaft. Das »Fernsprechen« im Kraftfahrzeug wurde durch »Gegensprechen« (Frequenzpaar im Bandabstand, Funkgeräte mit Antennenweiche<sup>1</sup>) realisiert. Dadurch konnte der Morse-Tastverkehr, der speziell ausgebildetes Fernmeldepersonal benötigte, ersetzt werden [10].

## ■ Gesetzliche Grundlagen

Erfolgreiche Kommunikation, also eine Informationsübertragung von einer »Quelle« zu einer »Senke«, setzt auf beiden Seiten der Verbindung gewisse Gemeinsamkeiten voraus, z.B. die Sprache oder technische Kenngrößen. Wenn als Übertragungsmedium elektromagnetische Wellen, sogenannte »Funkwellen«, mit räumlicher Ausbreitung eingesetzt werden, ist damit ein weiterer Grund vorhanden, diese Dinge großräumig, »global« zu regeln.

Diese Aufgabe hat der 1906 gegründete Weltfunkverein, 1932 in »Weltnachrichtenverein« (Union Internationale des Télécommunications = UIT, englisch: ITU) umbenannt, übernommen. Die UIT ist seit 1947 eine Sonderorganisation der Vereinten Nationen. Die vertraglichen Grundlagen der UIT sind der »Internationale Fernmeldevertrag« und die »Vollzugsordnung für den **Funkdienst**« (VO Funk).

<sup>1</sup> Durch eine Antennenweiche ist eine Verständigung ähnlich wie am Telefon möglich. Der Hörende kann die sprechende Person bei Bedarf unterbrechen.

In Deutschland gründete sich das Fernmelderecht seit dem 20. Januar 1928 auf das »Fernmeldeanlagen-gesetz« (FAG), Neufassung vom 1. Juli 1989, zuletzt geändert am 25. Oktober 1994. Auf dieser Rechtsgrundlage basiert die »Fernmeldehoheit«. Darunter versteht man das Recht eines Staates, im Rahmen internationaler Regelungen Funkanlagen zu betreiben oder Bedarfsträgern in seinem Hoheitsbereich unter bestimmten Auflagen Frequenznutzungen zu gestatten [11].

1996 wurde das FAG durch die »Telekommunikationsordnung« (TKO) ersetzt. Danach wurde am 25. Juli 1996 das »Telekommunikationsgesetz« (TKG) verkündet, das nun seit 1998 gilt.

Seit 1963 ist die Grundlage für den BOS-Funk als Rahmenregelung die »Richtlinie für den nichtöffentlichen beweglichen Landfunkdienst der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben«, abgekürzt: »Meterwellenfunk-Richtlinie BOS«. Durch Amtsblatt<sup>2</sup>-Verfügungen wird sie den gesetzlichen und technischen Veränderungen angepaßt.

Eine kurze Inhaltsübersicht macht den Regelungsumfang deutlich:

- Teil I »Allgemeines« definiert in Abschnitt 1 die Aufgabenmerkmale der verschiedenen Behörden und Organisationen, deren gemeinsames Merkmal die »Sicherheitsaufgaben« sind, also nicht die wirtschaftliche Komponente wie beim Betriebsfunk, der Funk zur Rationalisierung von Betriebsabläufen, z. B. »Flottenmanagement«, einsetzt. Die Einstufung als »BOS« ist außerdem geprägt von der Zusammenarbeit und der dazu notwendigen Kommunikation bei der Bewältigung von Situationen, von denen eine Gefahr für die öffentliche Sicherheit ausgehen kann.
- Teil II »Anmelde- und Antragsverfahren« beschreibt die Prozeduren, wie der Betreiber einer Funkanlage die dafür notwendige »Genehmigungsurkunde« (außer Polizei) zum Errichten und Betreiben einer Funkanlage erlangt. *Anhang 1* zeigt die Vordrucke, die dazu verwendet werden müssen.
- Teil III »Gebühren« hat sich weitestgehend durch den Einfluß anderer Gesetze und Verordnungen relativiert.

Im *Anhang 2* werden auf den Seiten 1 bis 3 die Kanäle (meistens Frequenzpaare) mit gleichbleibendem Bandabstand und deren Numerierung aufgelistet. Damit wird

**Tabelle 1**  
**Bei der Verteilung der Kanäle lag ein Schwerpunkt bei den polizeilichen BOS.**

	4-Meter-Bereich	2-Meter-Bereich
Polizei	43	22
Bundesgrenzschutz	18	18
Katastrophenschutz	24	12
Feuerwehr	10	4
Zoll	1	6
Hilfsorganisationen	5	2
Reserve	8	9
Sonderdienste	2	6
Funkbrücken		12
Zusammenarbeit		1

auch einheitlich der Frequenzabstand benachbarter Frequenzen/Kanäle als »Kanalaraster« mit 20 kHz festgelegt.

Drei Wellenbereiche stehen den BOS seit 1950 zur Verfügung:

- Der 2-Meter-Bereich wird
  - für den »Einsatzstellenfunk« überwiegend mit Handfunksprechgeräten genutzt;
  - und für Richtfunkzwecke als »Zubringer« zwischen Besprechungsstelle und abgesetzter ortsfester Funkanlage.

Der 4-Meter-Bereich dient

- zur Verbindung zwischen beweglichen und ortsfesten Funkanlagen und wird oft unter Verwendung von Relaisfunkstellen als »Leitstellenfunk« bezeichnet.

Der 8-Meter-Bereich war

- für den Aufbau eines großräumigen Luftschutz-Warndienstes über Funk vorgesehen (Amtsblatt-Verfügung 288/1961). Dieses Vorhaben wurde einige Jahre später wieder aufgegeben (Amtsblatt-Verfügung 135/1969). Wegen der eigenartigen Ausbreitung der Funkwellen in diesem Bereich, den Kurzwellen ähnlich, wird er zur Zeit kaum genutzt.

Nach der Umstellung auf das 20-kHz-Raster im Jahre 1967 wurde die grundsätzliche Verteilung der Kanäle (Tabelle 1) an die Bedarfsträger durch den Bundesminister des Innern neu vorgenommen [12].

Die derzeit noch gültige Meterwellenfunk-Richtlinie wurde mit Amtsblatt-Verfügung 198/1983, Amtsblatt Nr. 40 vom 17. März 1983 verkündet. Gegenüber der Vorgängerausgabe von 1972 ist in Anlage 2 der neue 2-m-Bereich (Kanal 101 bis 125) sowie die Erweiterung des 4-m-Bereichs nach unten mit den Kanälen 347 bis 399 zu finden [13].

Teil I enthielt zunächst die namentliche Aufzählung der Organisationen, die sich

mit Sicherheitsaufgaben befassen. Zur deutlichen Trennung der verschiedenen Aufgabenfelder dieser Organisationen wurden mit der Neufassung von Teil I durch Amtsblatt-Verfügung 88/1992 andere Kriterien für die Teilnahme am BOS-Funk eingeführt: Statt die Organisation zu benennen, werden die sicherheitsrelevanten Aufgaben beschrieben, z. B.:

BOS sind

»1.5 Kommunale Feuerwehren, staatlich anerkannte Werkfeuerwehren sowie sonstige öffentlichen Feuerwehren, wenn sie auftragsgemäß auch außerhalb ihrer Liegenschaft eingesetzt werden können;«

und

»1.7 Behördliche Träger der Notfallrettung nach landesrechtlichen Bestimmungen und Leistungserbringer, die die Aufgabe Notfallrettung im öffentlichen Auftrag erfüllen.«

Fernmelderechtlich wird der BOS-Funk oft als Teil des Betriebsfunks angesehen. Einzelheiten des Betriebsfunks regelten die »Bestimmungen über Funkanlagen des beweglichen Betriebsfunks«, Fassung gemäß Verfügung 365/1985. Sie wurden 1984 ersetzt durch die »Vorschriften des nichtöffentlichen mobilen Landfunks« (VornöML).

Beide Regelungen wurden 1987 zusammengeführt zu den »Vorschriften über nichtöffentliche Funkanwendungen« (VornöFA). Darin wurde die Meterwellenfunk-Richtlinie als Unterabschnitt 2.2: »Bestimmungen über Funkanlagen des nichtöffentlichen mobilen Landfunks der BOS« ohne inhaltliche Änderung eingefügt.

Ein großer Fortschritt für die BOS war die Zuweisung von 110 Kanälen im 70-cm-Bereich zwischen 440 und 450 MHz mit dem Kanalaraster 12,5 kHz gemäß Verfügung 181/1990. Damit konnten nun endlich zunehmend Gleichwellenfunk-Systeme aufgebaut werden, zu deren Funktion be-

<sup>2</sup> Amtsblatt (Erläuterung) – Hier sind die offiziellen Mitteilungsblätter des Bundespostministers bzw. der Regulierungsbehörde für Post und Telekommunikation gemeint.

sondere Festfunkverbindungen (Zubringer) zwischen Relaisfunkstellen und der zentralen Steuereinrichtung notwendig sind. Dafür waren bisher die knapper werdenden 2-m-Kanäle, bei Engpässen auch 8-m-Kanäle, eingesetzt worden.

Auf Anfrage des Landes Baden-Württemberg erklärte der Bundesminister für das Post- und Telekommunikation (BMPT), Referat 314, im Schreiben vom 26. Oktober 1990, daß das neue digitale Alarmierungssystem für die Feuerwehren im 2-Meter-Bereich mit dem »Radio Paging Code« (RPC), das sogenannte »POC-SAG-Verfahren«, den Bestimmungen der Meterwellenfunk-Richtlinie entspricht und wegen der Nutzung von Einzelfrequenzen frequenzökonomisch ist [14].

Eine grundsätzlich andere Art der fernmelderechtlichen Genehmigung hat nun auch die BOS erreicht. Nicht mehr die Genehmigung der einzelnen Funkanlage ist Ziel des Verfahrens, sondern die Frequenzzuteilung zur bestimmungsgemäßen Nut-

**Bild 1**  
Dieser Funkstreifenwagen der Hamburger Polizei war mit einem UKW-Sendeempfangsgerät »Pollux« der Firma Telefunken ausgestattet.



**Fahrzeugfunkgeräte im 4-Meter-Bereich**

Auf Anregung des damaligen Reichs-Innenministeriums und der Nachrichtenversuchsstelle der Ordnungspolizei entwickelte die Firma Telefunken daraufhin unter den Typenbezeichnungen »Kastor« für die ortsfeste und »Pollux« für die Fahrzeuganlage (Bild 1) erste Geräte im 4-Meter-Bereich mit Frequenzmodulation. Damit wurde 1943 ein UKW-Funksprechnetz für die Hansestadt Hamburg eingerichtet [siehe 20].

Die ortsfeste Anlage »Kastor« bestand aus einem UKW-Sender mit einer Leistung von einem Kilowatt und einem UKW-Empfänger mit einer Empfindlichkeit von etwa fünf Mikrovolt ( $\mu V$ ) bei 20 Dezibel (dB)<sup>4</sup> Rauschabstand (Bild 2). Sie stand im Turm der Nicolai-Kirche in Hamburg. Zur Überleitung der Funkgespräche in das Fernsprechnetzt zur Fernbesprechung von der Befehlsstelle aus wurde eine besondere Funkvermittlung (Bild 3) entwickelt.

Aus diesen ersten Anfängen entstand im Laufe der Jahre das heutige umfangreiche UKW-Sprechfunknetz der deutschen Sicherheitsbehörden mit den Merkmalen: UKW-Bereich, Frequenzmodulation, Gegensprechen (Duplex) und Wechselsprechen (Simplex), Möglichkeit der Überleitung der Funkgespräche in Fernsprechnetze, Verwendung von nur einer Antenne für Sender und Empfänger mit Hilfe hochwertiger elektrischer Weichen [16]. Auch bei den Nutzern des Betriebsfunks (Versorgungsunternehmen für Strom, Gas und Wasser sowie Verkehrsbetriebe) verlief diese Entwicklung ähnlich [17, 18].

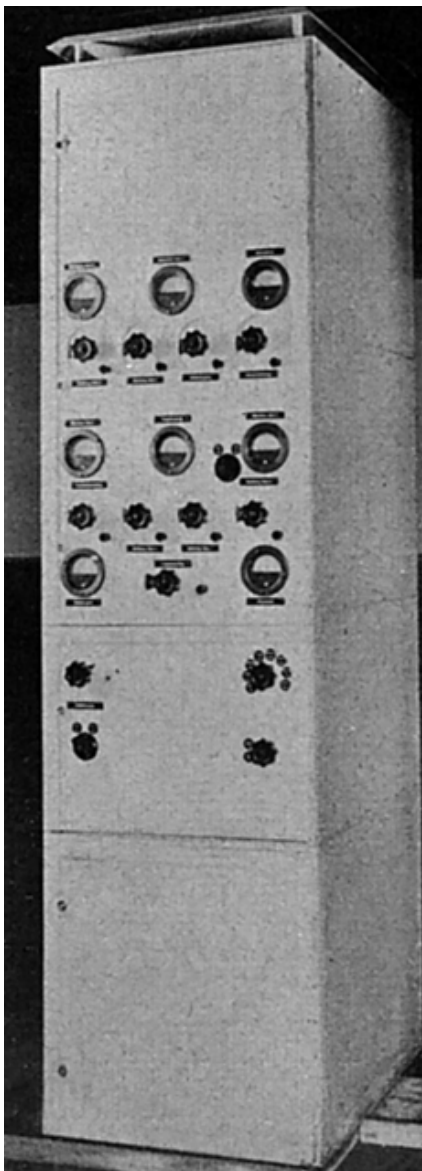
zung, dargestellt durch ein Funknetz, dessen Mittelpunkt im allgemeinen durch eine ortsfeste Funkanlage gebildet wird.

Die Meterwellenfunk-Richtlinie wird *in Kürze* abgelöst durch die »Bestimmungen über Frequenzzuteilungen zur Nutzung für das Betreiben von Funkanlagen der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben«, etwas kürzer: »Bestimmungen über den BOS-Funk«, und noch kürzer: »BOS-Funkrichtlinie«, die das Bundesministerium des Innern in Abstimmung mit der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post erarbeitet hat.

**Gerätetechnik**

Während der Kriegsjahre 1939 bis 1945 war es *dringend* geboten, über schnelle und sichere Sprechfunkverbindungen zwischen Fahrzeugen der Polizei und des Sicherheits- und Hilfsdienstes (SHD) einerseits und ihren ortsfesten Befehlsstellen zu verfügen. Die ersten Anlagen für diese Aufgabe wurden 1940 in Berlin durch die Conrad Lorenz AG errichtet. Die Betriebserfahrungen mit diesen noch im 8-Meter-Band arbeitenden Geräten führten bald zu der Erkenntnis, daß amplituden-modulierte<sup>3</sup> Geräte durch den hohen Störpegel von Starkstromleitungen, Oberleitungen der Straßenbahnen und durch Zündfunken von Kraftfahrzeugen wenig geeignet sind [15].

**Bild 2**  
Die UKW-Sendeempfangsstation »Kastor«, die Feststation zu den Fahrzeugfunkanlagen »Pollux«, stand auf dem Turm der Hamburger Nicolaikirche. Das Netz wurde 1943 aufgebaut.



<sup>3</sup> Amplitude – Schwingungsweite, Abstand zwischen der Nulllinie und dem positiven bzw. negativen Höchstwert [23].

<sup>4</sup> Beschreibung dieser Kenngrößen [23].



**Bild 3**  
Mit dieser Vermittlung konnten beim 1943 aufgebauten Netz der Hansestadt Hamburg Funkgespräche in das Fernsprechnet übergeleitet werden.



Durch die Steigerung der Empfänger-Empfindlichkeit konnte die Sendeleistung zunächst auf 100 W und bei einer günstigeren Aufstellung der Antennen und Ausführungen mit Gewinn auf 15 W reduziert werden. 1957 betrug die übliche Empfängerempfindlichkeit etwa  $0,5 \mu\text{V}$  für 20 dB Rauschabstand.

Mit steigender Zahl der Funkverkehrs-kreise auf gleichen Kanälen wuchsen die gegenseitigen Störungen. Um die verfügbaren Kanäle innerhalb der vorgegebenen Frequenzbereiche zu erhöhen, sollte der Kanalabstand verringert werden. Dazu mußte die abgestrahlte Hochfrequenz (HF)<sup>5</sup>- Bandbreite (Hub<sup>6</sup>) für den Sender verkleinert, seine Frequenzstabilität erhöht

und die Selektivität des Empfängers beträchtlich verbessert werden. Der Kanalabstand, ursprünglich 150 kHz, wurde so auf 100 kHz und schließlich auf 50 kHz herabgesetzt. Dadurch stieg die Zahl der nutzba-

ren Betriebskanäle. Sie waren zunächst mit Großbuchstaben bezeichnet, die zusätzlich gewonnenen »Zwischenkanäle« mit Index markiert.

Durch die Verringerung des Kanalrasters auf 50 kHz entstanden 50 Frequenzpaare, jeweils aufgeteilt in Oberband und Unterband. Die Frequenzen des Unterbandes wurden mit den Nummern von 00 bis 49, die des Oberbandes von 50 bis 99 bezeichnet. 00 und 50, 01 und 51 usw. bildeten jeweils ein Frequenzpaar (Kanal).

Bei beweglichen Anlagen waren zunächst vier schaltbare Kanäle üblich, bei Nachfolgegeräten dann sieben bis acht. Ortsfeste Funkanlagen waren grundsätzlich Einkanal-Geräte.

Die in den wesentlichen Grundzügen angedeutete Entwicklung wurde 1952 im Einvernehmen zwischen dem Bundesministerium des Innern und der Deutschen Bundespost in »Pflichtenheften« (Bild 4) festgelegt, die als verbindlich für alle in der Bundesrepublik an die Sicherheitsbehörden zu liefernden Funkgeräte erklärt wurden. Daher stammt auch die Bezeichnung »Lieferbedingungen« [19].

Diese Forderungen führten bei der Firma Telefunken zur Entwicklung der

- ortsfesten Anlage 80 D 2/7 (Bild 5 auf Seite 608) und der
- Fahrzeuganlage 80 D 2-S,

bei Conrad Lorenz AG zur

- ortsfesten Anlage SEF 7-80 und der
- Fahrzeuganlage SEM 7-80 GWL.

### **Pflichtenheft für tragbare UKW-Funksprechgeräte im 2-m-Band (Stand vom 25. 1. 1952)**

#### Verwendung

- I. Mechanischer Aufbau
  1. Allgemeines
  2. Verdrahtung
  3. Quarze
  4. Zerhackerpatrone
  5. Zubehör
  6. Bedienungsknöpfe
  7. Gewicht (maximal 7 kg!)
  8. Abmessungen
  9. Tragegriff
  10. Traggeschirr
  11. Gehäuse
- II. Stromversorgung und Batterieanschluß
- III. Röhren
- IV. Frequenzbereich
- V. Kanalabstand
- VI. Betriebsart
- VII. Elektrische Daten
  1. Sender (Sendeleistung mind. 0,5 W)
  2. Empfänger
- VIII. Rufgenerator
- IX. Zusatzgeräte

Für Fahrzeuganlagen:

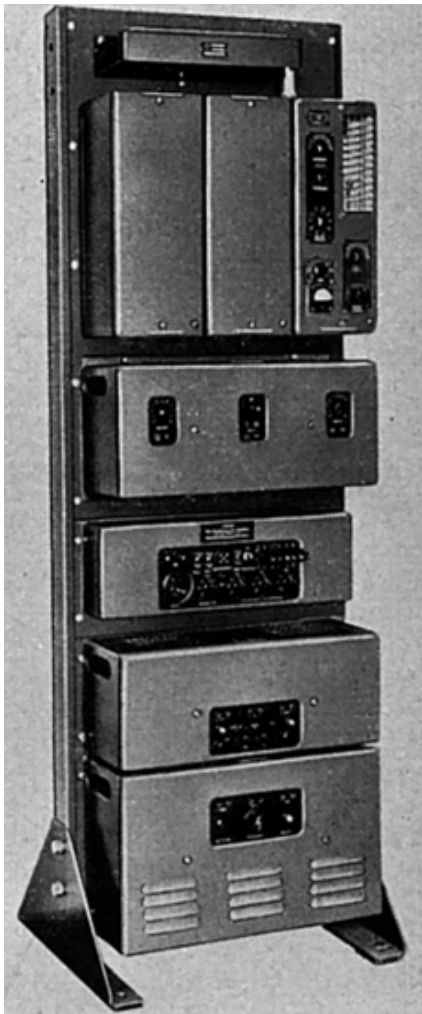
### **Pflichtenheft für UKW-Verkehrsfunkgeräte im 4-m-Band (Stand vom 5. 2. 1952)**

- A. Fahrzeugstation
- B. Ortsfester Sender
- C. Ortsfester Empfänger
- D. Funkvermittlung

**Bild 4**  
So sah die Gliederung der ersten Pflichtenhefte aus.

<sup>5</sup> HF – Hochfrequenz.

<sup>6</sup> Als Hub bezeichnet man die Größe der Frequenzabweichung [23].



**Bild 5**  
Ortsfeste Funkanlage  
80 D2/7 der Firma  
Telefunken

darfsträger in besonderen Situationen, z. B. Großschadenslagen, bewegliche Funkanlagen der BOS auf die jeweiligen verschiedenen Funkverkehrskreise umschalten müssen. Dafür reichten die sieben schaltbaren Kanäle der ersten Gerätegenerationen nicht mehr aus. Deshalb wurden die Hersteller zur Entwicklung eines Vielkanalgerätes aufgefordert. Dessen Eigenschaften wurden im Pflichtenheft »FuG 7« beschrieben. [20]

Durch ein besonderes Prinzip der Frequenzaufbereitung beim Oszillator konnte ab 1963 die Anzahl der theoretisch notwendigen 100 Kanalquarze auf  $2 \times 10$  (für Zehner- und Einer-Schaltstellungen) reduziert werden, in einem nächsten Entwicklungsschritt sogar auf insgesamt zehn Quarze (Synchronisierung eines freischwingenden Oszillators mit einem keramischen Präzisions-Variometer).

Die technische Weiterentwicklung ermöglichte der Polizei, weitere Eigenschaften zu fordern und das Pflichtenheft »FuG 7« durch die Ausgabe »FuG 7a« (Bilder 6 und 7) zu ersetzen.

Die hauptsächlichsten Merkmale waren:

- 50 Kanäle (jeweils Ober- und Unterband)
- Gegensprechen und Wechselsprechen
- Besprechung eines Außenlautsprechers (durch Umschalten der Sender-Endstufe als NF-Verstärker)
- Sender: Sendeleistung 15 W
- Empfänger: Empfindlichkeit  $0,5 \mu V$  für 20 dB Rauschabstand,
- Stromversorgung: 12 V.

Bei der später vom Bundesminister des Innern eingeführten Numerierung der Pflichtenhefte (Anlage zu den Anordnungen für den Bundesgrenzschutz (BGS), Nr. 22, vom 23. August 1954) entsprachen diese Funkanlagen dem Pflichtenheft »FuG 5«. Die alte Bezeichnung dafür lautete: »Kfz FuG a« (siehe auch Kasten Funkgeräte).

Zur Unterstützung der ungünstigeren Gesprächsrichtung vom Fahrzeug zur ortsfesten Funkanlage wurden bereits 1957 Funknetze mit abgesetzten Empfängern aufgebaut, deren NF<sup>7</sup>-Ausgang über Drahtleitung oder Funkbrücken im 2-Meter-Bereich mit der Betriebszentrale verbunden war. Dieses Konzept führte dann viele Jahre später zu den Gleichwellen-Funksystemen, als es möglich war, Oszillatoren<sup>8</sup> für hochstabile Sendefrequenzen zu bauen.

Schon bald erkannte man, daß für eine Zusammenarbeit der verschiedenen Be-

**Bild 6**  
Durch Weiterentwicklung konnte das FuG 7 ab 1955 durch das verbesserte FuG 7a ersetzt werden.



Mit der Verringerung des Kanalrasters in den BOS-Wellenbereichen sollte die Anzahl der verfügbaren Kanäle weiter erhöht werden. Während in anderen Ländern durch Teilung des 50-kHz-Rasters auf 25 kHz die Anzahl der Kanäle verdoppelt wurde, entschloß man sich 1967 in der Bundesrepublik Deutschland, ein Kanalraster von 20 kHz einzuführen, um damit das 2,5fache der Kanäle zu gewinnen. Die Folge davon waren Funkprobleme mit dem Funkbetrieb im benachbarten Ausland und Schwierigkeiten bei der Koordinierung. Diese gravierende Änderung bedingte die Entwicklung einer völlig neuen Gerätegeneration und den Ersatz aller vorhandenen Funkgeräte.

Das Funkgerät SEM 27-80 GWL der Firma Standard Elektrik Lorenz (SEL) war für die Umstellung des Kanalrasters vorbereitet, ein Umbausatz wurde bereits beim Kauf mitgeliefert. Die umgerüstete Ausführung für 20-kHz-Raster erhielt die Bezeichnung SEM 27-820 GWL (Bild 8). Es entsprach jedoch keinem Pflichtenheft und hat daher keine »FuG-Nummer«.

Unter Beibehaltung der taktisch-betrieblichen Anforderungen wurde das Nachfolgegerät des FuG 7a das volltransistorisierte<sup>9</sup> FuG 7b mit 120 Kanälen (= 240 Frequenzen beziehungsweise Wechselsprechkanälen). Es wurde ab 1967 von den Firmen AEG-Telefunken und SEL hergestellt.

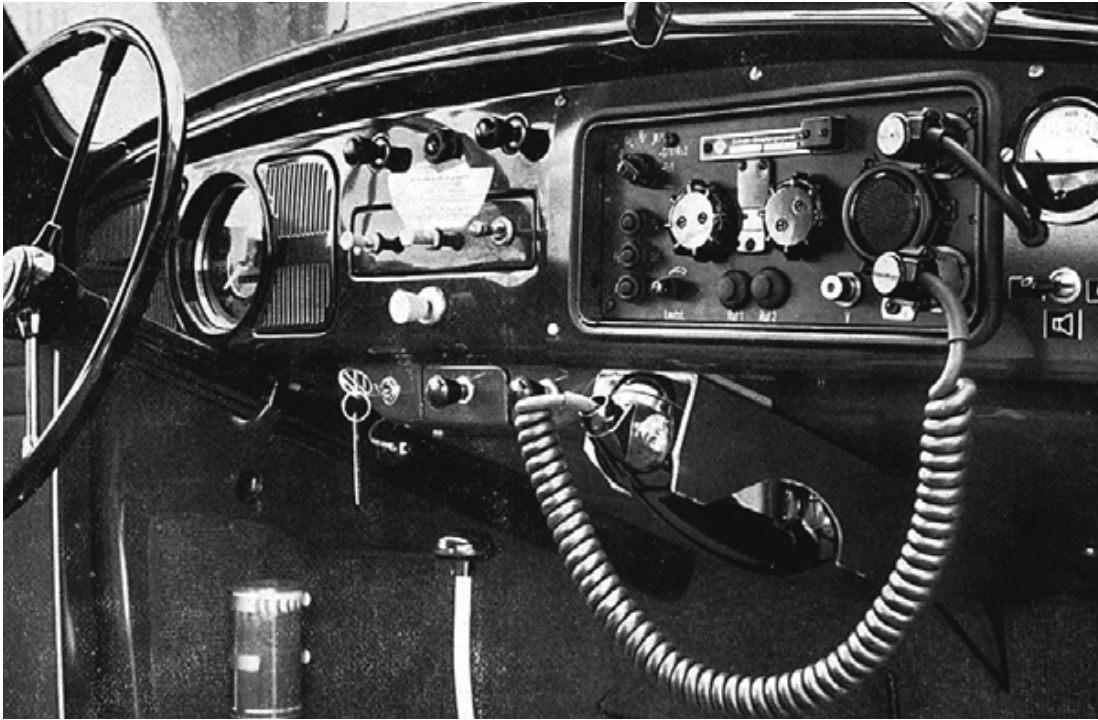
Bis 1975 war das FuG 7b das Standardgerät für alle möglichen Anwendungen: Ortsfest, in Kraftfahrzeugen und Krafträdern eingebaut und mit Akku-Wanne ergänzt für den tragbaren Einsatz.

<sup>7</sup> NF – Niederfrequenz

<sup>8</sup> Oszillator – Schwingungserzeuger [23].

<sup>9</sup> Transistoren – Halbleiterbauelemente.





**Bild 7**  
Armaturenbrett eines Volkswagen »Käfer« mit einem eingebauten FuG 7a.

Die unaufhaltsame technische Weiterentwicklung ermöglichte den nächsten technologischen Generationswechsel. Durch den zunehmenden Bedarf von Fahrzeugfunkanlagen bei den nicht-polizeilichen BOS, insbesondere bei den Feuerwehren, wünschten die Bedarfsträger sich ein kleines und preiswertes Vielkanal-Funkgerät für den 4-Meter-Bereich in der Größe eines Autoradios.

Die Anforderungen dafür wurden in einem Pflichtenheft, später »Technische Richtlinie« (TR BOS) genannt, Ende 1974 von der »Arbeitsgruppe Fernmeldewesen« (AG Fm) im Arbeitskreis V »Feuerwehr, Rettungswesen, Katastrophenschutz, Zivile Verteidigung« beschrieben. (Dieses Gremium war aus einer Ad-hoc-Gruppe von Fernmeldeexperten entstanden, die 1973 beauftragt wurden, eine »Baurichtlinie für Alarmgeber und Meldempfang« zu erarbeiten. Die Arbeitsgruppe wurde ab 1976 mit Vertretern aus allen Bundesländern besetzt und 1996 umbenannt in: »Ausschuß für Informations- und Kommunikationswesen«.)

Nach Übernahme dieses Entwurfs und Beschluß durch die Technische Kommission der Polizei im Arbeitskreis I Innere Sicherheit, seit 1996 umbenannt in »Unterausschuß Führungs- und Einsatzmittel« (UA FEM), entstand daraus die Technische Richtlinie (TR BOS) »FuG 8a« (ohne Antennenweiche, z. B. für Kräder geeignet) und TR BOS »FuG 8b« (mit Antennenweiche, für Kraftfahrzeuge geeignet).

Die Namensgebung erfolgte in Anlehnung an das alte Pflichtenheft »FuG 8« aus

dem Jahr 1958, nach dem das SEM 16-80 (Bild 9), ein Vielkanal-Tornisterfunkgerät mit kleiner Sendeleistung (2,5 W) und entsprechend eingeschränktem Anwendungsbereich, von der Firma SEL bis zur Umstellung des Kanalrasters gebaut worden war.

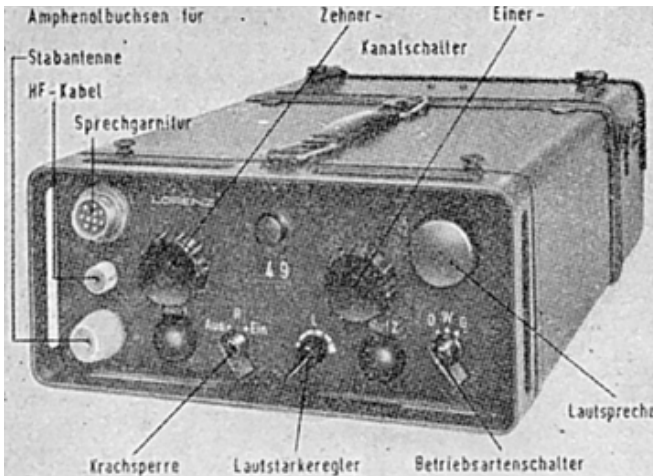
Bei der Firma Robert Bosch GmbH hatte man im Sommer 1974 ebenfalls den Bedarf für ein kleines Vielkanal-Fahrzeug-

Funkgerät erkannt und nach eigenen Vorstellungen das »KF 801« (Bild 10 auf Seite 610) entwickelt. Die Produktion wurde nach der ersten Kleinserie wieder eingestellt, weil das Gerät nicht der neuen TR BOS »FuG 8a« bzw. »FuG 8b« entsprach.

Die Firma Heinrich Pfitzner GmbH, Bergen-Enkheim bei Frankfurt, die bisher für BOS-Anwender (z. B. Feuerwehr Düsseldorf) nur als Sonderanfertigung produziert hatte, erkannte die günstige Situation. Wenige Monate nach Beschlußfassung der TR BOS »FuG 8b« stellte sie der Zentralprüfstelle in Bruchsal das TELETRON T 724 (Bild 11) vor. Dieses Gerät bestand im Mai 1976 als erstes die Typprüf-

**Bild 8**  
Das Funkgerät SEM 27-820 GWL der Firma Standard Elektrik Lorenz verfügte über das 20-kHz-Raster. Es wurde von 1961 bis 1967 gebaut.





fung und erhielt die Zulassungsnummer »FuG 8b 01/76«.

Die Firmen SEL, AEG-Telefunken (Teledux II) und Bosch (KF 802) folgten 1977 mit entsprechenden Modellen nach der TR BOS »FuG 8b«.

Mit der Erweiterung des 4-Meter-Bereichs um 53 Kanäle unterhalb Kanal 400 im Jahre 1978 entwickelte die Industrie nach der modifizierten TR BOS »FuG 8b-1« entsprechende Funkgeräte mit dem neuen Schaltbereich.

Durch den Rückgang der Nachfrage für das FuG 7b bedingt, stellten die Firmen AEG und SEL 1979 dessen Produktion ein. Damit war das FuG 8b-1 praktisch zum Nachfolgegerät des FuG 7b geworden, obwohl das ursprünglich nicht beabsichtigt war. In der Version »FuG 8c« enthält es alle Funktionen (RS-1-Schaltung und Fernbedienung) und Steckverbindungen, um ein FuG 7b ersetzen zu können, ohne die Verkabelung zu ändern.

**Bild 9**  
Dieses Funkgerät FuG 8, ein SEM 16-80 der Firma SEL, war ab 1958 verfügbar.



**Bild 10**  
Das KF 801 der Firma Robert Bosch GmbH, ein Vielkanal-Fahrzeug-Funkgerät, erfüllte 1974 nicht die Anforderungen nach der Richtlinie für das FuG 8 a/b. Deshalb wurde die Produktion schnell wieder eingestellt.

munikation »vor Ort«, d.h. an Einsatzstellen und innerhalb der Einheiten mit »Kleinfunkgeräten« (Tornisterfunkgeräte), genutzt.

Als »Zwillingsgerät« zum FuG 7b wurde 1969 auch ein universell einsetzbares Vielkanal-Funkgerät für den 2-Meter-Bereich entwickelt, das »FuG 9«. Einziger Hersteller war die Firma SEL. Das wird wohl am geringen Bedarf gelegen haben, weil es zunächst nur zum Aufbau von Funkbrücken diente. (Die Firma AEG hat das Gerät mit ihrem Logo »Telefunken-Raute« vertrieben.)

Mit zunehmender Frequenzknappheit im 4-Meter-Bereich durch den erheblich gestiegenen Bedarf bei der Polizei wurde das FuG 9 auch im Fahrzeugen eingebaut, und es erfolgte die Einrichtung von Fahrzeug-Funkverkehrskreisen im 2-Meter-Bereich, z. B. für die Kriminalpolizei.

Das FuG 9 wurde dann 1977 unter Beibehaltung aller Funktionen (RS-1-Schaltung, 2. Anschlußbuchse) durch Geräte nach der TR BOS »FuG 9c« ersetzt. Als es

**Funkgeräte für den 2-Meter-Bereich (Fahrzeuge und ortsfeste Geräte)**

Entsprechend der Festlegung von 1950 [siehe 3] wurde der 2-Meter-Bereich für Festverbindungen (»Zubringer«) zu den abgesetzt aufgestellten ortsfesten Funkanlagen im 4-Meter-Bereich und für die Kom-

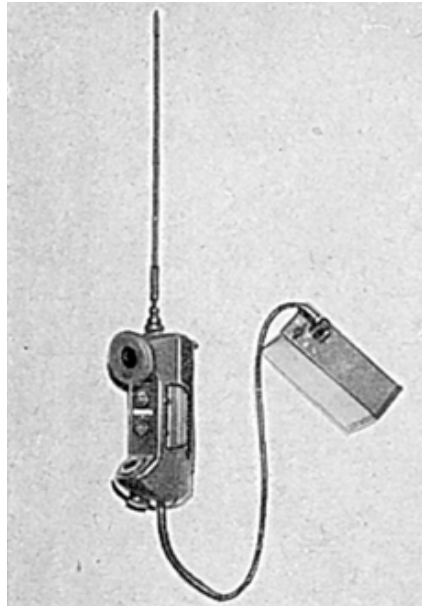
**Bild 11**  
Beim FuG 8b sind 111 Kanäle schaltbar. Hier wird der Prototyp gezeigt, ein Gerät der Firma Teletron.

**Bild 12**  
Ein frühes Handfunkgerät, das KL 4 der Firma Conrad Lorenz.





**Bilder 13 und 14**  
**Beim Handfunkgerät**  
**KL 9 war der Hörer**  
**von der Stromversor-**  
**gung getrennt. Diese**  
**wurde am Gürtel**  
**befestigt.**



aber zu Problemen bei der Kommunikation zwischen Schutz- und Kriminalpolizei kam, wurden die Streifenwagen und andere Fahrzeuge grundsätzlich mit 2-Meter- und 4-Meter-Funkgeräten ausgestattet. Für FuG 8b-1 und FuG 9c gab es auch ein Doppelbediengerät

Für Anwendungen der Feuerwehren, z.B. in Einsatzleitwagen, gab es ab 1979 das Zwillingengerät zum FuG 8b-1, das »FuG 9b«.

**Handsprechfunkgeräte**  
**im 2-Meter- und 4-Meter-Band**

Nach den Tornisterfunkgeräten, z.B. dem »KL 4« (Bild 12 auf Seite 610) von der Conrad Lorenz AG, nach dem Pflichtenheft FuG 1 (T Fu a) und dem FuG 2 (T Fu b), Sendeleistung 0,4 W, wurden Kleinfunkgeräte nach dem Pflichtenheft FuG 6 (drei Kanäle), danach FuG 6a (16 Kanäle), jeweils mit 0,2 W Sendeleistung, entwickelt.

Einige Anwender griffen zu Ausführungen des Betriebsfunks: das »Bügeleisen« der Firma Siemens oder das SE 18 sowie das SE 19 zum Umhängen von der Firma Autophon.

Dann kam der Entwicklungsschritt zum echten Handfunkgerät. Der »UKW-Handfunksprecher KL 9« (Bilder 13 und 14) von der Conrad Lorenz AG hatte drei Kanäle und 0,15 W Sendeleistung. Bei ihm war der bewegliche Sende-Empfangs-Teil mit eingebautem Mikrofon und Lautsprecher durch ein Kabel mit dem Batteriekasten am Gürtel verbunden.

Das »KL 39« von SEL nach dem Pflichtenheft FuG 6b war dann ein kompaktes Gerät mit 0,4 Watt Sendeleistung, das 40 Kanäle im 20-kHz-Raster schalten konnte.

Schon recht »handlich« war das Wenigkanal-Gerät »HFG 80 IV 0,5/20«, mit dem 1967 die Firma Robert Bosch Elektronik ihren Einzug in den BOS-Markt vollzog.

In der nun folgenden neuen Technik gab es 1967 ein besonders kleines Einkanal-Gerät, das FuG 11, ein Handsprechfunkgerät der Firma Robert-Bosch-Elektronik nach dem Pflichtenheft »FuG 11« zur



**Bild 15**  
**Nach der Einführung**  
**der Transistortechnik**  
**wurden die tragbaren**  
**Sprechfunkgeräte**  
**stetig verkleinert.**  
**Von links: AEG Tele-**  
**port V (ab 1959),**  
**Teleport VI (ab 1963),**  
**Teleport VII/FuG 10**  
**(ab 1974).**  
**[Foto: AEG]**



Verwendung bei der Kriminalpolizei. Ein adäquates Gerät sollte 1969 das SEM 56-1620 W werden, das aber mit 0,5 W Sendeleistung keine große Verbreitung gefunden hat.

Das 4-Kanal-Gerät von Telefunken mit 0,5 W Sendeleistung »Teleport VI«, welches für die Deutsche Bundesbahn entwickelt wurde, fand ebenfalls Verwendung bei den BOS, besonders bei den Feuerwehren (Bild 15 auf Seite 611).

1972 beschloß die Technische Kommission der Polizei das Pflichtenheft »FuG 10«, (als 4-Meter-Version: FuG 13), ein 10-Kanal-Gerät mit 1 W Sendeleistung. Die beiden Hersteller Bosch (»FuG 10«) und Telefunken (»Teleport VII-160/20«) konnten ab 1973 große Stückzahlen ihrer Produkte an die BOS liefern.

Alle bisher genannten Geräte enthielten eine der Anzahl der schaltbaren Kanäle entsprechende Anzahl von Quarzen.

Die Weiterentwicklung der Halbleitertechnologie machte 1975 der Firma SEL den Bau des Vielkanal-Handsprechfunkgerätes »SEM 166-1620 A1« nach der TR BOS »FuG 10a« möglich. Durch den hohen Stromverbrauch der Frequenzaufbereitung mit einem Synthesizer lag die Betriebszeit pro Akkuladung mit vier Stunden an der unteren Grenze.

Mit dem »Teleport M« nach der TR BOS »FuG 10a« erreichte die Firma Telefunken die gewohnte Betriebsdauer von zehn Stunden (bei 10% Sendebetrieb, 40% Empfang und 50% Empfangsbereitschaft).

Das »HFG 100« nach der TR BOS »FuG 10a«, 1978 von der Firma Bosch entwickelt, war noch kompakter und wurde bei der Polizei, aber auch bei vielen Feuerwehren ein großer Verkaufsschlager.

Die verschiedenen, bisher getrennt erarbeiteten Technischen Richtlinien BOS für Fahrzeugfunkgeräte (FuG 8a/b/c, FuG 9/9b/c) und Handfunksprechgeräte (FuG 10/a/b, FuG 11b, FuG 13/a/b, Bild 16) wurden im Oktober 1983 zusammengefaßt zur TR BOS »Rahmenrichtlinie für Mobilfunkgeräte und Handfunkgeräte«. Von Bedeutung sind daneben noch die TR BOS »Relaisfunkstellen« und »Funkmeldesystem« (einschließlich Kurztextsystem).

### Richtlinien und Prüfverfahren

Die Fernmeldeverwaltungen, in Deutschland lange Jahre die Deutsche Bundespost, sind gemäß Vollzugsordnungen verpflichtet, durch Richtlinien die technischen Eigenschaften von Sprechfunkgeräten festzulegen. Damit wird erreicht, daß

- eine Mindestübertragungsgüte (Sprachverständlichkeit) gewährleistet ist,



**Bild 16**  
Ein FuG 13b (rechts) für das 4-Meter-Band neben einem FuG 11b (links) für das 2-Meter-Band.

- vom Sender keine ordnungsgemäß auf anderen Frequenzen arbeitenden Empfänger gestört werden, z. B. durch Oberwellen oder Nebenaussendungen,
- der Empfänger nicht von ordnungsgemäß auf anderen Frequenzen arbeitenden Sendern gestört wird.

Für diese Aufgabe war das Fernmelde-technische Zentralamt (FTZ) in Darmstadt zuständig. Es gab die nach ihm benannten FTZ-Richtlinien heraus und prüfte danach die vorgestellten Geräte.

Für Betriebs- und BOS-Funkgeräte galt die FTZ-Richtlinie 446 R 2023. Nach erfolgreicher Prüfung wurde eine FTZ-Nummer erteilt, bestehend aus dem Buchstaben »E« für 20-kHz-Geräte, einem Bindestrich und der laufenden Nummer, dann folgte nach einem Schrägstrich die Jahreszahl der Prüfung.

Ab 1984 galt die FTZ-Richtlinie 17 R 2049, seit 1994 ist der Europäische Telekommunikation Standard ETS 300086 anzuwenden [21, 22]. Die Prüfstelle beim FTZ gibt es längst nicht mehr. Sie wurde ausgegliedert, nach Saarbrücken verlegt und umbenannt, zunächst in »Zentralamt für Zulassungen im Fernmeldewesen« (ZZF), dann »Bundesamt für Zulassungen

in der Telekommunikation« (BZT), und 1998 durch Privatisierung aufgelöst (CE-TECOM GmbH).

Heute tragen alle Fernmeldegeräte die »CE«-Kennzeichnung, wenn die einschlägigen Vorschriften eingehalten werden.

### Technische Richtlinien der BOS

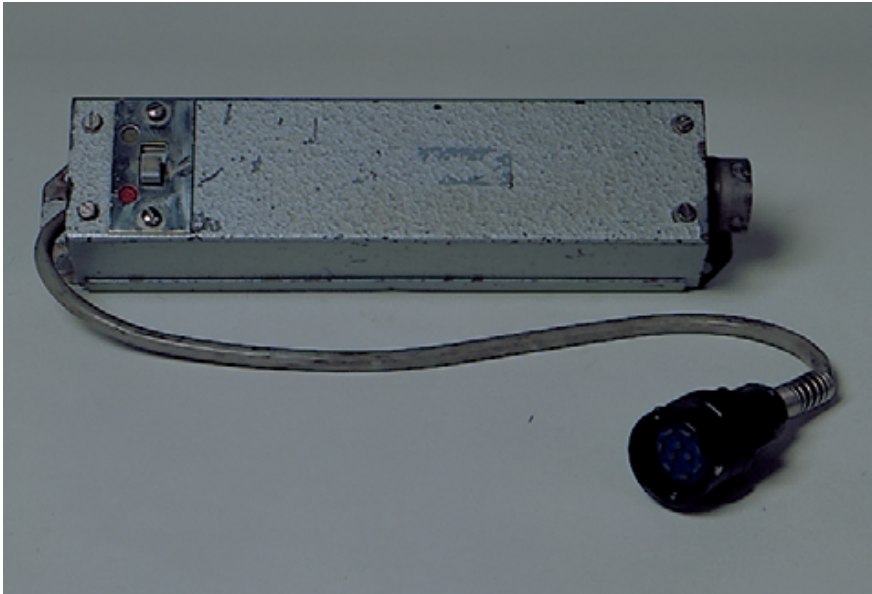
Im Jahre 1952 hat erstmals der Bundesminister des Innern für die besonderen Ansprüche der Polizei »Pflichtenhefte« für Funkgeräte herausgegeben. Einige Jahre später übernahm diese Aufgabe die »Technische Kommission«, ein Gremium des Bundes und der Länder zur Abstimmung gemeinsamer Anforderungen an die technische Ausstattung [siehe 19].

Die von der Industrie nach den Ansprüchen der Polizei entwickelten Funkgeräte fanden auch bei den anderen BOS Anwendung. Erst ab 1974 wurden die besonderen Anforderungen an typische Geräte der nichtpolizeilichen BOS, wie Alarmgeber und Meldeempfänger zur Funkalarmierung, durch ein eigenes Gremium, der »Arbeitsgruppe Fernmeldewesen« (AG Fm), beschrieben. Um die Zuständigkeiten zu ordnen, beschloß die Konferenz der Innenminister am 30. April 1976 bei TOP 7:

»1. Die Federführung für die Erarbeitung Technischer Richtlinien für Funkanlagen der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) liegt grundsätzlich bei der Technischen Kommission des AK II, die das Einvernehmen mit der Arbeitsgemeinschaft »Fernmeldewesen« im AK V herzustellen hat.

2. Die Technischen Richtlinien werden den Arbeitskreisen II und V zur Zustimmung vorgelegt. Nach Zustimmung durch diese Arbeitskreise werden die Richtlinien als Technische Richtlinien der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (TR BOS) von den Ländern und dem Bund eingeführt.«

BOS-Funkgeräte sind wegen der kleinen Produktionszahlen und der erhöhten Anforderungen teurer als ähnliche Geräte für den beweglichen Betriebsfunk. Das hatte zur Folge, daß die Feuerwehren (einschließlich Rettungsdienst) in den nördlichen Bundesländern Anfang der 70er Jahre die Umstellung auf das Vielkanal-Funkgerät FuG 7b nicht mitmachten und preiswerte Wenigkanal-Funkgeräte (bis 10 Kanäle und ohne Antennenweiche), die für Betriebsfunk-Anwender auf dem Markt waren, beschafften. Sie hatten die Abmessungen von Autoradios und waren deswegen in Fahrzeuge gut einzubauen. Die Beschränkung der schaltbaren Kanäle hatte im täglichen Dienst keine Bedeutung, weil 1967 für die Feuerwehr bundes-



**Bild 17**  
Die Firma Pfitzner produzierte mit dem KG 73 1973 das erste Fahrzeuggerät für Funkmeldesysteme. Schalter »Im Einsatz« – »Einsatzbereit über Funk«.

weit nur die zehn Kanäle 462 bis 471 vorgesehen waren.

Im Herbst 1975 kam es in Niedersachsen zu großen Waldbränden, zu deren Bekämpfung auch Feuerwehren aus anderen Bundesländern eingesetzt waren. Nun verhinderten die vorhandenen und die mitgebrachten Wenigkanal-Funkgeräte die Bildung einsatzbezogener Funkverkehrs-kreise, z. B. innerhalb von Abschnitten, auf kurzfristig bereitgestellten Funkkanälen.

Die südlichen Bundesländer bewirkten nun auf Initiative des Landes Hessen den Beschluß folgender Empfehlung der Innenministerkonferenz bei Punkt 7 der Sitzung im April 1976:

»3. Mit Wirkung vom 1. Juli 1976 werden bei den Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) nur solche Funkanlagen neu zugelassen, die den Leistungsmerkmalen der »TR BOS« oder den noch gültigen Richtlinien entsprechen.«

Diese Empfehlung hat zum Ziel, daß eine Zusammenarbeit der Fahrzeuge beziehungsweise von taktischen Verbänden, auch verschiedener BOS außerhalb der normalen Funkverkehrskreise und an beliebigen anderen Orten, möglich ist.

## Neuentwicklungen

### Funkmeldesystem

Das Funkmeldesystem ist ein Verfahren, um Funkkanäle von Routinemeldungen zwischen Fahrzeugen und der Leitstelle zu entlasten. Zusätzlich erleichtert es die Disposition der Einsatzmittel in der Leitstelle, weil ständig eine extern aktualisierte Übersicht über den aktuellen Fahrzeugzustand (Status) vorliegt. Frühere, manuell durch das Leitstellen-Personal nachgeführte Übersichten waren zu arbeitsaufwendig

und wurden nicht angenommen. Dabei war es gleichgültig, ob es sich um ein einfaches Steckbrett mit Knöpfen oder Magnetplatten (Symbole für die Fahrzeuge) oder um ein komfortables Tableau in Wandgröße mit Glühlampen oder Fallblatt-Anzeigen handelte.

Das erste System mit externer Eingabe der Zustandsänderungen wurde 1972 vom Verfasser bei der Feuerwehr Düsseldorf entwickelt und aufgebaut [siehe 7]. Es bewährte sich so, das es in dieser Art über zehn Jahre betrieben wurde (Bild 17). Zur Übertragung wurde das 5-Ton-Folgeruf-Verfahren genutzt, weil digitale Übertragungssysteme noch nicht verfügbar waren. Die Firma SEL entwickelte 1976 für diesen Zweck das »Kurztonpuls-System« (KPS) mit acht unterschiedlich langen Tönen, das bei der Feuerwehr Köln zur Erprobung eingeführt wurde und auch viele Jahre in Betrieb war. Aber erst mit dem TELE-DAT-System der Firma Telefunken war ein Entwicklungsstand erreicht, um ein ähnliches, aber BOS-spezifisches Übertragungssystem in der ersten Fassung der TR BOS »Funkmeldesystem« 1977 beschreiben zu können [23].

Leider hat die Forschungs- und Entwicklungsstelle für Polizeitechnik (FESTPt) nicht berücksichtigt, daß bei Feuerwehr und Rettungsdienst wegen der vielen Standorte und der Vielfalt der Fahrzeugarten eine sechsstellige Unterscheidungs-

Kennzahl im Funkrufnamen erforderlich ist. Im Telegrammaufbau gemäß der TR BOS konnte leider nur eine vierstellige Kennzahl übertragen werden. In Nordrhein-Westfalen wurde daher ein Umcodierschema nach »Klingebiel« erarbeitet und eingeführt [24]. Aber auch in Baden-Württemberg kam man um ein einfacheres Umcodierschema nicht herum.

### Kurztextsystem

Ebenfalls Anfang der 70er Jahre hat der Verfasser bei der Feuerwehr Düsseldorf Versuche unternommen, im Rettungsdienst Einsatzaufträge an KTW und RTW durch »Funkfern schreiben« (mit Überlagerungs-Telegrafie im oberen Sprachfrequenzbereich) zu übermitteln. Das bot sich an, weil feuerwehrintern auch Einsatzaufträge per Fernschreiben an die Fahrzeuge übertragen wurden, wenn sie einsatzbereit an ihrer Wache standen. Zur Selektion sollte ebenfalls das 5-Ton-Folgeruf-Verfahren dienen. Die allgemeine Einführung scheiterte aber an den Abmessungen und an der Stromversorgung der damaligen Fernschreibemaschinen. Nur die Verbindung zwischen Leitstelle und dem Einsatzleitwagen konnte realisiert werden. Dieses Projekt war im Prinzip der Urahn des Kurztext-Systems, wie es dann 1999 in die TR BOS »Funkmeldesystem« eingearbeitet wurde.

### Neue Sprechfunksysteme

Anfang 1980 wurde der Ad-hoc-Ausschuß »Neue Sprechfunkgerätegeneration« aus Mitgliedern der Technischen Kommission und der Arbeitsgruppe Fernmeldewesen gebildet und beauftragt, die fortschrittsbedingten technischen Möglichkeiten zu prüfen. Dazu fand im Oktober 1980 in Münster eine Fachtagung statt, auf der die Industrie ihre Ideen und Neuentwicklungen vorstellte.

Als Ergebnis der ersten beiden Sitzungen des Ausschusses konnte 1982 der Katalog »Taktisch-betriebliche Forderungen an Sprechfunknetze und Sprechfunkgeräte« vorgelegt werden.

### Gleichwellenfunksysteme

Etwa ab 1973 war die Industrie in der Lage, hochstabile und kostengünstige Sender-Oszillatoren zu bauen, eine entscheidende Voraussetzung zum gleichzeitigen Betrieb von mehreren Sendern auf der gleichen Nennfrequenz, ohne phasen- bzw. laufzeitbedingte Verzerrungen oder Auslöschungen zu erzeugen. So wurden die ersten Gleichwellenfunk-Systeme entwickelt und damit die großflächigen Funknetze der Elektrizitäts-Versorgungsunternehmen aufgebaut [25].



Die Firmen AEG-Telefunken, Bosch und Pfltzner nutzten dabei verschiedene Auswahl- und Bewertungsverfahren. Großes Interesse der Polizei an dieser neuen Technik wurde insbesondere durch die Planung von landes- und bundesweiten Not- und Anrufkanal-Funknetzen (auf Kanal 444) geweckt. Daher wurde 1978 ein Ad-hoc-Ausschuß »Einheitlicher Anrufkanal und Gleichkanal-Funknetze« gebildet und beauftragt, die BOS-Tauglichkeit von Gleichwellenfunk-Systemen verschiedener Hersteller in der Praxis zu testen. Das erfolgte in den Jahren 1980 bis 1983 in den Landkreisen Diepholz, Goslar und Marburg-Biedenkopf [26].

### Kanalraster-Reduzierung

Als nächster Arbeitsschwerpunkt wurde untersucht, ob die geradezu chronische Kanalknappheit durch eine Halbierung des Kanalrasters auf 10 kHz zu beheben wäre. Entsprechende Versuche in Niedersachsen und Hessen im Jahre 1982 zeigten, daß die Verringerung der Reichweite in der Praxis nicht so groß wie befürchtet war. Allerdings wurden Probleme beim Einsatz von Sprachverschleierungsgeräten erwartet. Ausschlaggebend für die Einstellung der Bemühung aber war, daß die Deutsche Bundespost dieser Umstellung im Hinblick auf Koordinierungsschwierigkeiten mit dem Ausland nicht zustimmen wollte.

### Bündelfunk-Systeme

Die verschiedenen Bedarfsträger belasten ihre Funkkanäle unterschiedlich. Durch »Automatische Kanalwahl« (AKW), Vorläufer eines Bündelfunksystems, sollte 1983 die Leistungsfähigkeit der Kanäle gesteigert werden. Der technische Aufwand war aber – gemessen am Nutzen – zu groß, denn damit wäre der Ersatz aller Funkgeräte verbunden gewesen. Außerdem ist es ein typisches Merkmal der BOS, daß bei größeren Einsätzen zur gleichen Zeit und am gleichen Ort voneinander unabhängige Funkverbindungen von den Einsatzfahrzeugen zu den jeweiligen Leitstellen gefordert werden. Dieser Zusammenhang sollte auch bei der Konzeption zukünftiger digitaler Sprech- und Datenfunksysteme aller BOS ausreichend berücksichtigt werden.

### Frequenzsprung-Verfahren

Im Juni 1984 wurde das »Frequenzsprung-Verfahren« (Hopping), das aus der militärischen Kommunikation stammt, auf BOS-Nutzungsmöglichkeit geprüft. Bei diesem Übertragungsverfahren wird die Sprache zerlegt und zufallsgesteuert auf 27 verschiedenen Frequenzen im jeweiligen Bereich übertragen. Bei einer Einführung wäre allerdings auch das Dauerthema »Ab-

hörschutz von Polizeifunk-Kanälen« erledigt gewesen. Leider kam es nicht dazu, weil die Technik für eine allgemeine Einführung zu teuer war.

### Digitaler Sprech- und Datenfunk

Ein Vorhaben wurde jedoch 1992 erfolgreich auf den Weg gebracht: »Taktisch-betriebliche Anforderungen an neue Sprechgeräte und -systeme«, der Wunschkatalog der BOS an die Industrie aus dem Jahr 1982. Seine Verwirklichung schien 1994 zu beginnen, als für Bündelfunkanwendungen europäische Normen entstanden und auch ein Frequenzbereich für ein europaeinheitliches digitales Sprech- und Datenfunksystem gefunden war [27].

### Prüfung von BOS-Funkgeräten

Seit der Einführung von »Pflichtenheften« bzw. »Technische Richtlinien BOS« ergibt sich daraus die Konsequenz, daß neu entwickelte und produzierte Geräte durch die Anwender geprüft werden müssen. Der Bundesminister des Innern richtete als »Wareneingangskontrolle« bei seiner Beschaffungsstelle eine »Meß- und Prüf-stelle« ein, bei der alle Fernmeldegeräte im Zusammenhang mit Beschaffungen geprüft wurden [28].

Nach Fertigstellung der »Baurichtlinie für Alarmgeber und Meldeempfänger« im Jahre 1974 stellte sich die Frage, welche Institution die Geräte, die Feuerwehren beschaffen wollten, prüfen sollte. Der Bundesminister sah dazu keine Veranlassung, Geräte außerhalb eines Beschaffungsvorgangs durch seine Meß- und Prüf-stelle prüfen zu lassen.

Folglich beschlossen die Ländervorteiler im Arbeitskreis V der Innenministerkonferenz die Einrichtung einer »Zentralprüfstelle für Funkgeräte« an der Landesfeuerwehrschule von Baden-Württemberg in Bruchsal, später umbenannt in »Zentralprüfstelle für drahtlose Fernmeldegeräte«. Das Land Baden-Württemberg stellte Geräte, Räume und Personal zur Verfügung. Im Januar 1976 konnte der Prüfbetrieb aufgenommen werden [29]. Eine bereits bestehende »Verwaltungsvereinbarung zwischen den Ländern ... über die Prüfung und Anerkennung von Feuerlöschmitteln und Feuerwehrgeräten« wurde im Oktober 1981 um den § 5 »Funkgeräte« ergänzt. Damit hatten die Prüfergebnisse von Typ- und Baugleichheitsprüfungen in allen Ländern Gültigkeit und können dort als Kriterium für Zustimmungs- und Förderverfahren dienen [30].

Die Prüfnummer der Zentralprüfstelle besteht aus der Bezeichnung der jeweiligen TR BOS, nach der das Gerät geprüft wurde, einer laufenden Nummer in dieser Sparte und der Jahreszahl.

Bei der Herausgabe von neuen bzw. überarbeiteten und ergänzten TR BOS wird im Einzelfall von den Gremien festgelegt, welche von den beiden Prüfstellen jeweils zuständig ist. Meistens orientiert sich die Zuordnung am überwiegenden Anwendungsbereich. Aktuelles Beispiel sind die »Geräte für die Kurztextübertragung«, deren Prüfung durch die Zentralprüfstelle in Bruchsal erfolgt.

### ■ Funkbetrieb

Beim Sprechfunkbetrieb der BOS sind ebenso wie beim Seefunk und Flugfunk einige Besonderheiten zu berücksichtigen. Das Wechselsprechen – beim Direktbetrieb oder Relaisbetrieb gleichermaßen notwendig – erfordert eine gute Sprechdisziplin, weil man dem Gesprächspartner nicht ins Wort fallen kann. Die Betriebsregeln haben als Ziel, die Sicherheit – besonders bei schlechter Verständigung – zu gewährleisten und durch eine besondere Funksprache (Telegrammstil – Fasse dich kurz!) den Funkkanal möglichst wenig zu belegen [siehe 23].

Schon 1955 gab es die **Polizei-Dienstvorschrift** »PDV Nr. 813«: »Vorschrift für den beweglichen Funkdienst der Polizei (Funkordnung II)« des Bundesminister des Innern. Eine kurze Inhaltsübersicht zeigt den Umfang der damaligen Regelung:

- A) Der Funkeinsatz,
- B) Der Dienstbetrieb,
- C) Der Funkverkehr,
- D) Funkverkehr unter besonderen Verhältnissen,
- E) Aufstellung und Ausgabe von Funkunterlagen.

Nach einer Entwurfsfassung der PDV Nr. 814 »Vorschrift für den UKW-Funkdienst der Vollzugs-Polizei (Funkordnung II)« im Mai 1956 wurde die PDV 814 »Vorschrift für den Funkdienst (Funksprechverkehr)« im September 1965 erlassen. Daneben gab es vom Bundesamt für zivilen Bevölkerungsschutz die LSHD-Dv<sup>10</sup> 814 »Der Funksprechverkehr«, Ausgabe Juli 1967. Die Feuerwehren übernahmen die PDV 814, die Einheiten des Katastrophenschutzes die LSHD-Dv 814.

1978 erschien die der PDV 814 ähnliche Feuerwehr-Dienstvorschrift FwDV 810 »Sprechfunkdienst«. Die Vorschriftenkommission des Arbeitskreises II hat dann die verschiedenen Fernmelde-Dienstvorschriften für Fernsprechen, Fernschreiben und Funksprechen (800er Gruppe) zusammen-

<sup>10</sup> LSHD-Dv – Luftschutzhilfsdienst-Dienstvorschrift.

geführt zur PDV/DV 810 »Fernmeldebetriebsdienst«. Sie wurde dann im Februar 1985 durch das Bundesamt für Zivilschutz als PDV/DV 810 »Dienstvorschrift für den Fernmeldebetriebsdienst mit Ergänzungen für den Katastrophenschutz« erlassen [31].

**Funkrufnamen**

Um Mißverständnisse beim Funkbetrieb zu vermeiden, müssen die beteiligten Funkstellen einen eindeutigen und unverwechselbaren Rufnamen führen. Das for-

dert schon die international gültige Vollzugsordnung für den Funkdienst (VO Funk).

Der Funkrufnamen beim UKW-Sprechfunk der BOS besteht aus einem Kennwort und aus Kennzahlen, die dienstspezifisch gebildet werden. Bei der Polizei beginnen alle Funkrufnamen der Funkstellen eines Funkverkehrskreises mit einem einheit-

**Tabelle 2**  
**Übersicht der Pflichtenhefte bzw. TR BOS**

FuG-Nr.	Bereich	Kanäle	Raster	Sendeleistung	Möglichkeiten	Verwendung	Hersteller/Bezeichnung
1 T Fu a	2 m	6	100/200	0,4 W	W	Tornister	Lorenz, KL 4
2 T Fu b	2 m	12	100	0,4 W	W	Tornister	Telefunken »b«
3	2 m	6	50	20 W	W	Seegrenzschutz	Siemens
4	1,5...3,8 MHz			30 W	W	Sonder Fzg.	Erfassungsges. f. öffentl. Gut
5 SW Fu a	4 m	9	50	15 W	W/G/RS1	ortsfest/mobil	Telefunken D 2-S Lorenz SEM 7-80 Siemens 526 Y 305
5a SW Fu b	4 m	7	100	15 W	W/G	Rö Sonder Fzg.	Elektro Spezial
6 H Fu a	2 m	3	100/200	0,2 W	W	HFG	C. Lorenz Bosch HFG IV-160
6a	2 m	16	100/200	0,15 W	W	HFG	C. Lorenz
6b	2 m	40	20	0,25 W	W	HFG	SEL KL 39
7 Kfz Fu a	4 m	43/86	50	15 W	W/G/RS 1	Universal	Telefunken C. Lorenz
7a	4 m	43/86	50	20 W	W/G/RS 1	Universal	Telefunken
7b	4 m	120/240	20	3-10 W	W/G/RS 1	Universal	Telefunken, SEL
8	4 m	50	50	2,5 W	W/bG	tragbar/Kfz	SEL SEM 16-80
8a	4 m	111	20	10 W	W/bG	Kfz-FuG	Bosch, SEL, AEG
8b	4 m	111	20	10 W	W/G	Kfz-FuG	Pfitzer, Bosch, AEG, SEL
8b-1	4 m	164	20	10 W	W/G	Kfz-FuG	Pfitzer, Bosch, AEG, SEL
8b-2	4 m	164	20	10 W	W/G	ortsfest	Pfitzer, Bosch, AEG, SEL
8c	4 m	164	20	10 W	W/G/RS 1	universal	Bosch, AEG, SEL, Pfitzer/ ASCOM
9	2 m	100	20	2,5-6 W	W/G/RS 1/V	universal	SEL
9b	2 m	92	20	6 W	W/G	Kfz	Pfitzer, AEG, BOSCH, SEL
9c	2 m	92	20	2,5-6	W/G/RS 1	universal	Pfitzer, AEG, Bosch, SEL
10	2 m	10	20	1 W	W/bG	Wenigkanal-HFG	Bosch FuG 10 Teleport VII-160 Teleport N
10a	2 m	92	20	1 W	W/bG	Vielkanal-HFG	SEL SEM 166-1620 Telefunken Teleport M
10b	2 m	117	20	1-6 W	W/bG	Vielkanal-HFG	Motorola MX 3010 AEG Teleport 9
11	2 m	1	20	1 W	W oder bG	Einkanal-HFG	Bosch
11a	2 m	2	20	1 W	W oder bG	Zweikanal-HFG	Motorola EXPO
12	4 m	1	20	1 W	W oder bG	Einkanal-HFG	Bosch
13	4 m	10	20	1 W	W/bG	Wenigkanal-HFG	Teleport VII-80
13a	4 m	164	20	1 W	W/bG	Vielkanal-HFG	
13b	4 m	164	20	1-6 W	W/bG	Vielkanal-HFG	Motorola 3013 Teleport 9-80 Teleport 10



lichen Kennwort. Davon gibt es bundesweit über hundert verschiedene. Dann folgt eine Zahlenkombination nach der jeweiligen Organisationsstruktur, in einigen Fällen auch abgeleitet von der Fahrzeugart [siehe 23].

Die Mitglieder der Arbeitsgruppe Fernmeldewesen, jetzt Ausschuß Informations- und Kommunikationswesen, haben 1978 ein Funkrufnamenschema für Feuerwehr und Rettungsdienst erarbeitet. Dabei deutet das Kennwort am Anfang des Funkrufnamens auf die Organisation hin: »Florian« ist z.B. das bundeseinheitliche Kennwort für die Feuerwehren.

Über dessen Ursprung berichtet Oberbranddirektor i.R. Dipl.-Ing. Hans Brunswig, lange Jahre Leiter der Feuerwehr Hamburg:

*»Die ersten Versuchssendungen der Feuerwehr Hamburg mit UKW-Funkgeräten in Kraftfahrzeugen begannen im Herbst 1949 auf mein Betreiben als damaliger Leiter der Abteilung »Nachrichtenwesen«, und zwar mit einem in meinem Dienstwagen eingebauten Telefunken-Gerät. Da der ortsfeste Funkbetrieb zunächst noch über den Polizeisender/-Empfänger lief, war zur notwendigen Unterscheidung vom Polizei-Funkruf »Peter« ein feuerwehr-typischer Funkrufname zu wählen. Und dafür erschien mir das Kennwort »Florian« besonders gut geeignet. Es hatte obendrein noch einen auf alte Tradition zurückgehenden Symbolgehalt.*

*Der Funkrufname »Florian« ist in Hamburg dann offiziell ab 1. März 1950 bei Aufnahme des Feuerwehr-Funkbetriebs mit eigenem Sender und Empfänger verwendet worden. Seit 1951 hat sich das Bundes-Innenministerium mit dem Funkbetrieb bei den Feuerwehren befaßt. Hamburg hat dort auch unter Bekanntheit der eigenen Versuche und Erfahrungen den Funkrufnamen »Florian« vorgeschlagen« [32].*

### Fernmeldetaktik

Der Einsatz der Fernmeldemittel zur Unterstützung der Führung bei der Einsatzdurchführung bedarf einer allgemein verbindlichen Festlegung und Darstellung seiner Möglichkeiten und Grenzen. Zu diesem Zweck hatte die Vorschriftenkommission der Polizei 1981 die Dienstvorschrift PDV 800 »Fernmeldeeinsatz« erarbeitet.

Auch bei der Feuerwehr erkannte man später die Notwendigkeit einer solchen Dienstvorschrift. Die Unterausschüsse des Arbeitskreises V und die Arbeitsgruppe Fernmeldewesen befaßten sich mit diesem Thema und prüften, mit welchen Änderungen und Ergänzungen diese PDV 800

als »DV 800« die schon bestehende KatS-DV 800 (Vorläufer) und Teile der noch nicht fertiggestellten FwDV 12/2 ersetzen könnte. Das Ergebnis, die geringfügig und mit speziellen Anlagen (Anl. 5b, 7) ergänzte PDV 800, wurde dann 1985 der Vorschriftenkommission des AK II vorgelegt.

Nach Zustimmung der Arbeitskreise II und V der Innenministerkonferenz wurde die PDV 800/DV 800 »Fernmeldeeinsatz«, Ausgabe 1986, den Ländern zur Einführung empfohlen. Sie wird dienst- und landesspezifisch ergänzt und hilft, die Führungsgrundsätze, wie sie z.B. in der Feuerwehr-Dienstvorschrift FwDV 12/1 »Einsatzleitung« (zukünftig FwDV 100) beschrieben sind, zu realisieren.

### Literaturhinweise

- [1] Geisel, Heinz-Otto: Zukünftige digitale Sprechfunknetze aller BOS, BRANDSchutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 12/1996, Seiten 946–947, Kohlhammer Verlag, Stuttgart.
- [2] Geisel, Heinz-Otto: Digitale Sprech- und Datenfunksysteme, Funkspiegel 1/1996, Seite 22–23, Thiele-Versand, Wuppertal.
- [3] Hagen, A.; Samlowski, A.: UKW-Technik im Fernmeldedienst der Sicherheitsbehörden, 1. Auflage 1952, Carl Lange Verlag, Duisburg.
- [4] Kruse, F.: Die Funksprechtechnik – ihre Voraussetzungen und Anwendungen. Telefunken-Zeitung 30 (1957), Nr. 115
- [5] Schäffer, Max: Der Aufbau der UKW-Sprechfunkverbindungen für Großstationen in einem Regierungsbezirk, aus: Bayerische Landpolizei, 1958, Polizei-Verlag, München.
- [6] Glocke, Walter: Nachrichtenmittel der Feuerwehr, Rotes Heft 5, 4. Auflage 1965, Kohlhammer Verlag, Stuttgart
- [7] Geisel, Heinz-Otto: Feuerwehr-Sprechfunk, Rotes Heft 45, 1. Auflage 1972, Kohlhammer Verlag, Stuttgart
- [8] Schäffer, Max: Studie über Planung, Aufbau und Entwicklungsmöglichkeiten von UKW-Sprechfunknetzen des nicht-öffentlichen beweglichen Landfunkdienstes für die Polizei sowie Behörden und Organisationen mit gemeinsamen Sicherheitsaufgaben. Polizei, Technik und Verkehr, (1959), Nr. 1.
- [9] Kronjäger, W.: Netzgestaltung, Technik und Betrieb des öffentlichen beweglichen UKW-Land- und Seefunkdienstes, Der Fernmelde-Ingenieur 13 (1959) Nr. 1 und 2, Verlag für Wissenschaft und Leben, Windsheim.
- [10] Trautwein, R. u.a.: Funksysteme der Sicherheitsbehörden, AEG-Telefunken-Handbücher, Nr. 20, 1974, Elitera-Verlag, Berlin.
- [11] Hesse, Wilhelm: Fernmelde-Richtlinien, 2. Auflage 1976, Deutscher Gemeindeverlag, Köln.
- [12] Gerlach, Horst: Hochfrequenz respektiert keine Staatsgrenze, 1973 (?), Zivilschutz-Magazin.
- [13] Geisel, Heinz-Otto: Neue Kanäle für Einsatzleitfahrzeuge, BRANDSchutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 3/1979, Seite 10, Kohlhammer Verlag, Stuttgart.
- [14] Geisel, Heinz-Otto: Feuerwehr-Alarmierung und digitales Sprechfunksystem, BRANDSchutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 12/1994, Seite 917–918, Kohlhammer-Verlag, Stuttgart.
- [15] Hirt, Helmut: Sprechfunktechnik, 1. Auflage 1963, Francksche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

- [16] Schäffer, Max: UKW-Fibel für die Bayerische Landpolizei, April 1962, Veröffentlichungen der Bayerischen Landpolizei.
- [17] Giese, Werner: UKW-Land- und Seefunkdienste, Teil 1: Grundlagen, September 1966, Standard Elektrik Lorenz (SEL), Stuttgart.
- [18] Giese, Werner: Funksprechen – Möglichkeiten und Anwendungen, 1. Auflage 1971, Kohlhammer Verlag, Stuttgart.
- [19] Geisel, Heinz-Otto: Das Wesen der Technischen Richtlinien, BRANDSchutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 2/1987, Seite 44, Kohlhammer Verlag, Stuttgart.
- [20] Hagen, A.: FuG 7, vom Einkanal- zum Vielkanal-UKW-Funksprechgerät, Telefunken-Zeitung 30 (März 1957), Nr. 115, Seite 9.
- [21] Forkert, Dieter: Heute national 17 TR 2049 – Morgen EG-Richtlinie ETS 300 086. Funkspiegel 13 (1993), Nr. 2, Seiten 31–37, Thiele-Versand, Wuppertal.
- [22] Ketterling, H.-P.: Typenprüfungen im mobilen Landfunkdienst, Funkspiegel 16 (1996), Nr. 2, Seiten 26–34, Thiele-Versand, Wuppertal.
- [23] Geisel, Heinz-Otto: Feuerwehr-Sprechfunk, Rotes Heft 45, 6. Auflage 1997, Kohlhammer Verlag, Stuttgart.
- [24] Klingebiel, Willi: Einheitliches Funkmeldesystem für alle Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben, Der Feuerwehrmann 12/1977, Seiten 329–331, Fleischhauer Datenträger, Abt. Busch Verlag, Wattenscheid.
- [25] Hipp, Hartmut: Nachrichtentechnik für die öffentliche Sicherheit, 1981, AEG-Telefunken, Ulm.
- [26] Vogt, Gottfried: Gleichwellenfunk, 1. Auflage 1984, AEG-Telefunken, Ulm.
- [27] Geisel, Heinz-Otto: Zukünftige digitale Sprechfunknetze aller BOS – einmal kritisch gesehen, Funkspiegel 17 (1997), Nr. 3, Seite 3, Thiele-Versand, Wuppertal.
- [28] Geisel, Heinz-Otto: Prüfung von Fernmeldegeräten, BRANDSchutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 2/1987, Seite 51, Kohlhammer Verlag, Stuttgart.
- [29] Geisel, Heinz-Otto: Nachrichtentechnik für die Feuerwehr, BRANDSchutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 5/1976, Seite 128, Kohlhammer Verlag, Stuttgart
- [30] Geisel, Heinz-Otto: Die Zentralprüfstelle für Funkgeräte. Funkschau 5/1977 Seite 197, Franzis-Verlag, München.
- [31] Geisel, Heinz-Otto: DV 810 »Sprechfunkdienst« – Entwicklung und Vergleich, BRANDSchutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 2/1987, Seite 59, Kohlhammer Verlag, Stuttgart.
- [32] N. N.: »Florian . . . kommen«, Der Feuerwehrmann 4/1985, Seite 93, Fleischhauer Datenträger, Abt. Busch Verlag, Wattenscheid.
- [33] Rechenbach, Peer: Sprech- und Datenfunksystem, Neues Funksystem für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS), BRANDSchutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 3/1999, Seiten 237–240, Kohlhammer Verlag, Stuttgart.
- [34] Heidenreich, Sören: Digitalfunk – eine neue Ära in der Kommunikationstechnik der Feuerwehren, BRANDSchutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 11/1997, Seiten 237–240, Kohlhammer Verlag, Stuttgart.
- [35] Geisel, Heinz-Otto: Funkversorgung mit Gleichwellenfunk-Systemen, BRANDSchutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 12/1996, Seiten 905–907, Kohlhammer Verlag, Stuttgart. □