

## 14.0 Funküberleitungen

### 14.1 Allgemeines

Der Einsatz moderner Kommunikationsmittel ist für die effektive Disposition von Einsatzfahrzeugen unerlässlich. Dabei spielt der Sprech- und Datenfunk eine zentrale Rolle. Grundproblem bei allen Anwendern ist, daß die Besatzungen nachdem Sie das Fahrzeug verlassen haben, nur noch eingeschränkt erreichbar sind. Umgekehrt hat natürlich auch das Personal vor Ort das Problem, daß sie auf die örtliche Infrastruktur (Telefon, Melder) angewiesen ist.

Problem: *Wie halte ich Kontakt mit meinen Einsatzkräften vor Ort ?*

Einige Anwender haben hier einen anscheinend einfachen Weg beschritten und ihre Fahrzeuge zusätzlich mit 4m-Band Handfunkgeräten ausgestattet, sei es um keine zweite Infrastruktur (2m-Relais) aufbauen zu müssen, oder weil die zusätzlichen 2m-Kanäle dafür nicht zur Verfügung stehen (Hilfsorganisationen). Dieses Vorgehen ist vor allem in den letzten Jahren, seit es Geräte nach Richtlinie FuG 13b gibt, verstärkt zu beobachten. Viele Anwender verfallen dem Irrglauben das die 6 Watt Sendeleistung des Handfunkgerätes ungefähr gleiche Ergebnisse wie ein 10 Watt Fahrzeuggerät ergeben müßte, mißachten jedoch die Tatsache, daß die Handfunkgeräte prinzipbedingt mit Nachteilen behaftet sind, die einen zuverlässigen Betrieb in Fahrzeugsprechfunknetzen nicht ermöglichen. Hauptsächlich liegt daß an den Wendelantennen die gegenüber einer Fahrzeugantenne einen deutlich schlechteren Wirkungsgrad haben. Die Folge davon ist, daß die Handfunkgeräte nur punktuell einsetzbar sind, und in Gebäuden oft keine Verbindung möglich ist.

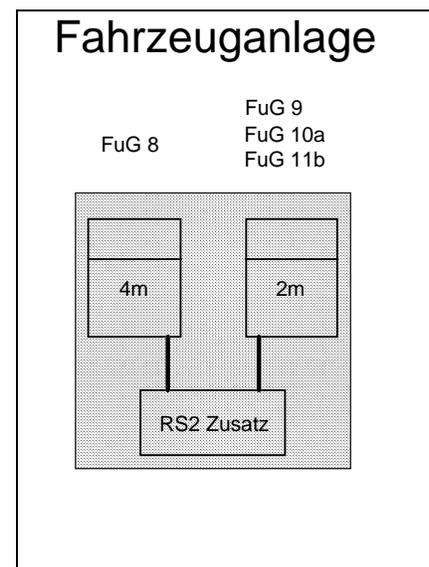
### 14.2 Funküberleitungen als Alternative zu 4m-Band Handfunkgeräten

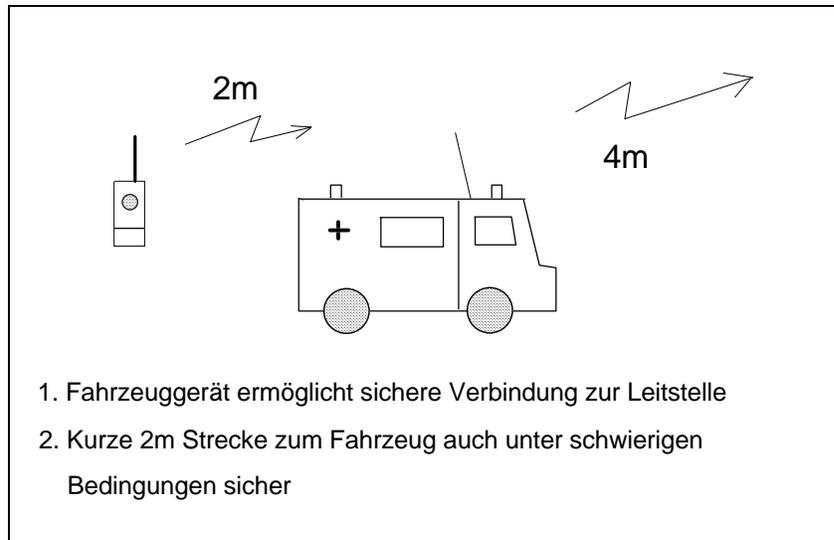
Das hier vorgestellte Prinzip der Funküberleitung ist nicht neu sondern bereits vor einigen Jahren von der Firma Bosch für polizeiliche Nutzer angewandt worden. Die damaligen Lösungen sind auch heute noch erhältlich, sie sind aber aus technischer und vor allem finanzieller Hinsicht für den breiten Einsatz ungeeignet.

### 14.3 Funktionsweise von Funküberleitungen

Um eine Funküberleitung einsetzen zu können muß das Fahrzeug mit einem 2m-Gerät und einem RS2 - Zusatz nachgerüstet werden.

Der RS2-Zusatz wird im wesentlichen durch das 2m-Funkgerät sowie die vorgesehenen Betriebsarten bestimmt. Die Industrie bietet für alle oben erwähnten Funkgeräte passende Zusätze an. Die Besatzung vor Ort spricht mit einem 2m-Handfunkgerät, das 2m-Signal wird vom Fahrzeug auf den 4m-Sprechfunkkanal umgesetzt, und umgekehrt.





Diese Betriebsart bietet folgende Vorteile:

- Die Überleitung funktioniert auch da wo ein 4m-Handfunkgerät nicht mehr arbeitet, z.B bei zu großer Entfernung zur Relaisstelle, in Kellern, Tiefgaragen oder Kliniken, da nur die kurze Strecke bis zum Fahrzeug überbrückt werden muß.
- Das 2m-Handfunkgerät (FuG 11b) ist kleiner, leichter und kommt mit minimaler Sendeleistung aus (= längere Betriebsdauer mit einer Akkuladung).
- Mit dem 2m-Handfunkgerät kann sowohl 4m-Betrieb (zur Leitstelle oder noch anfahrenen Fahrzeugen), als auch Einsatzstellenfunkverkehr abgewickelt werden.
- die Ausstattung (Überleitung, zwei Handfunkgeräte) ist preiswerter als ein 4m-Handfunkgerät (Vergleich FuG 11b RS2 zu FuG13a/b).

Zum Verständnis der später gemachten Ausführungen sind noch einige Begriffsdefinitionen nötig:

#### 14.4 Nutz - und Störreichweite, Zellengröße

Der Betrieb der 2m-Strecke ist natürlich, durch physikalische Gegenheiten bedingt, nur innerhalb eines bestimmten Bereiches um das Fahrzeug herum möglich. Der Bereich, bei dem eine Funkverbindung mit einer vorgegebenen Orts- und Zeitwahrscheinlichkeit (z.B. 98%) möglich ist, wird als Nutzreichweite bezeichnet. Außerhalb dieses Bereichs ist der Funkverkehr nur noch eingeschränkt möglich, diese Fläche wird als Störreichweite bezeichnet. In allen nachfolgenden Skizzen sind diese beiden Bereiche der Einfachheit halber durch konzentrische Kreise dargestellt. Der Bereich der Nutzreichweite soll nachfolgend auch als Zelle bezeichnet werden.

#### Wie groß muß eine Zelle gewählt werden ?

Die Zellengröße sollte natürlich nur so groß gewählt werden wie weit sich die Besatzung von ihrem Fahrzeug entfernt. Ein praktischer Wert ist ein Radius von 500 Metern. Kleine Nutzreichweiten haben zusätzlich den Vorteil das die Störreichweite ebenfalls gering ist, dies ist besonders wichtig da die Fläche der Störreichweite quadratisch mit dem Radius ansteigt. Die Begrenzung der Nutzreichweite ist eine elementare Voraussetzung für den breiten Einsatz von Überleitungen (siehe auch Betriebstechnik).

## 14.5 Überleitungskriterien

Als Auswahlkriterium für die Sendertastung der Überleitungsfunkgeräte stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung (HF-Träger und Geräuschauswerter). Der Geräuschauswerter wird oft auch als "Sprachauswerter" bezeichnet, obwohl diese Bezeichnung für die bisher realisierten Auswerter absolut unzutreffend ist, da diese auf alle Geräusche, insbesondere auch auf starkes Rauschen reagieren.

### 14.5.1. Trägerkriterium

Bei trägergesteuerten Überleitungen wird das am Funkgerät verfügbare Trägerempfangssignal des ersten Funkgerätes (Kontakt "A" der Handapparatebuchse beim FuG 7/8/9) zum Tasten des Senders des zweiten Funkgerätes benutzt. Alle bekannten Überleitungen arbeiten in der Richtung 2m nach 4m mit Trägersteuerung.

Trägergesteuerte Überleitungen haben folgende Merkmale:

- schnelle und sichere Überleitung
- relativ einfache Realisierung
- kein Betrieb mit 4m-Nachlaufrelais möglich

### 14.5.2. Geräuschauswerter

Wenn die 4m-Relaisstelle mit nachlaufendem Träger arbeitet kann der Trägerausgang nicht als Überleitungskriterium benutzt werden. Um bei dieser Relaisstellentechnik trotzdem eine Überleitung einsetzen zu können, muß mit einem Geräuschauswerter gearbeitet werden, d.h. das 4m-Signal wird nur bei moduliertem Träger durchgeschaltet.

Geräuschgesteuerte Überleitungen haben folgende Merkmale:

- meist langsames und unsicheres Kriterium
- aufwendige Realisierung
- besondere Sprechdisziplin erforderlich
- Betrieb mit 4m-Nachlaufrelais möglich
- Geräuschauswerter reagieren auch auf Rauschen

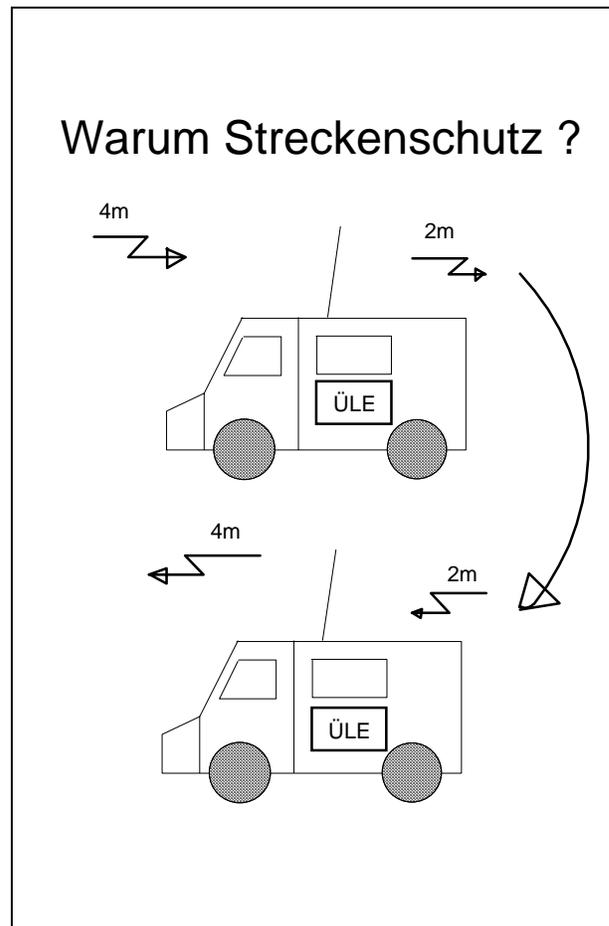
## 14.6 Zusammenfassung

Im praktischen Betrieb haben trägergesteuerte Überleitungen größere Vorteile, vor allem bei ungeübten Funksprechern. Es zeigt sich immer wieder das viele Sprecher, vor allem bei hektischem Funkverkehr, nicht die nötige Sprechdisziplin aufbringen die zum Betrieb der geräuschgesteuerten Überleiteinrichtung nötig ist, so daß es zu unnötigen Wiederholungen und Rückfragen kommt, die den Funkkanal zusätzlich belasten. Bei geräuschgesteuerten Überleitungen muß im Betrieb besonders darauf geachtet werden daß das Fahrzeug die 4m-Relaisstelle mit geringem Rauschen empfängt, eine Forderung die besonders in Randbereichen nur durch Rangieren ermöglicht werden kann. Die Vorteile von trägergesteuerten Überleitungen sind es Wert, beim breiten Einsatz von Überleitungen, die Relaisstellentechnik mit kurzen Nachlaufzeiten anzupassen (z.B. mit Relaisstellenzusatz RS2010, Funknetzprozessor RCA).

## 14.7 Streckenschutz

Streckenschutz auch mit CTCSS, Piloton oder Subton bezeichnet, ist ein Verfahren bei dem zum eigentlichen Modulationssignal (Sprache) ein Ton zwischen 67Hz und 250 Hz mit geringem Hub aufmoduliert wird. Da der Ton außerhalb der Nutzbandbreite des Empfängers liegt, wird er bei der Wiedergabe stark gedämpft, und ist damit im Lautsprecher nicht zu hören.

Der Empfänger gibt bei eingeschaltetem Streckenschutz nur die Signale wieder, die zusätzlich den richtigen Pilotton haben. Der Bereich von 67 Hz bis 250 Hz ist in 37 genormte Töne aufgeteilt.



### Warum Streckenschutz ?

Um zu verstehen warum die 2m-Strecke gesichert werden muß dient folgende Überlegung (Bild 3):

Zwei Fahrzeuge mit eingeschalteter Überleitung und gleicher 2m-Frequenz stehen in Funkreichweite beieinander. Aufgrund einer lokalen Störung geht beim Fahrzeug A die Rauschsperrung des 4m-Gerätes auf. Fahrzeug A tastet dadurch den Sender seines 2m-Gerätes. Dieses 2m-Signal wird vom Fahrzeug B aufgenommen und führt zur Sendertastung des 4m-Gerätes. Über die Relaisstelle empfängt Fahrzeug A jetzt das von B abgestrahlte Signal. Damit ist der Kreis geschlossen und das ganze System "hängt". Um diese Störung zu vermeiden, kann man entweder dafür sorgen das sich die Fahrzeuge auf 2m nicht hören (Entfernung oder separate Kanäle), oder die 2m-Strecke sichern. Natürlich kann bei der begrenzten Zahl der Kanäle nicht für jedes Fahrzeug ein separater Kanal eingesetzt werden, so daß eine Streckensicherung unumgänglich ist.

Wegen der begrenzten Zahl der Kanäle wird in der Regel im 2m-Band nur eine Wechselsprechfrequenz benutzt. Da ein Kanal aus einem Frequenzpaar besteht, verdoppeln sich so die Sprechkanäle, was auch zu einer besseren Entkopplung unter den Fahrzeugen genutzt werden kann. Zusammen mit den 37 Pilottönen kann also ein 2m-Kanal maximal 74 Fahrzeuge aufnehmen, ein theoretischer Wert der praktisch sicher nie erreicht werden wird.

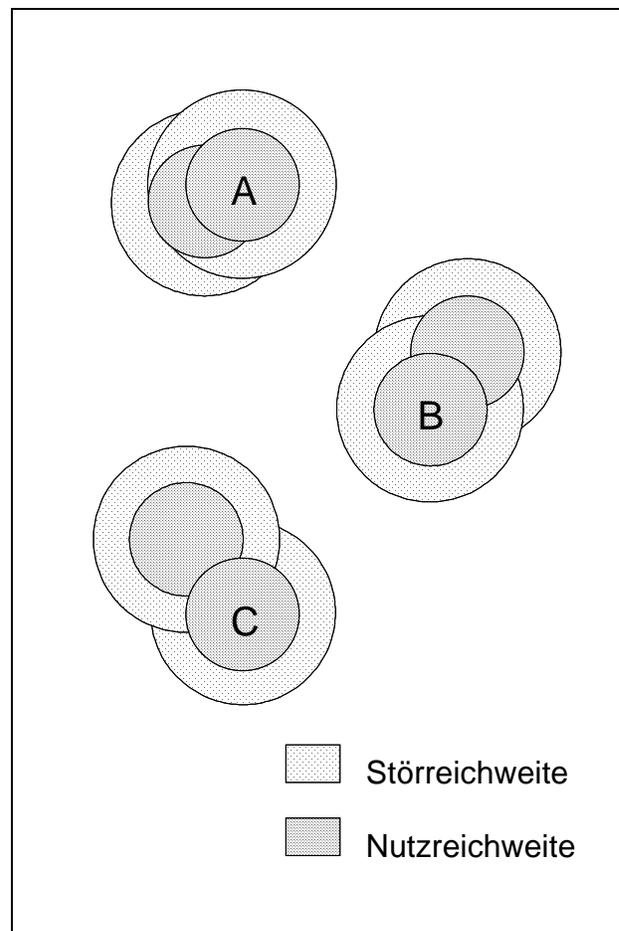
Natürlich gewinnt man durch den Einsatz von Pilotönen keine zusätzlichen Kanäle, sondern lediglich eine Möglichkeit ein Aufhängen des Systems mit Blockierung des 4m-Sprechfunkkanals zu verhindern. Die einzige Möglichkeit eine 2m-Frequenz in gewissem Abständen erneut zu nutzen, ist die Begrenzung der Nutz- und Störreichweite der einzelnen Überleitungen. Dieses Prinzip findet bei den zellularen Autotelefonnetzen (C, D, E - Netze) durch den Aufbau von sogenannten Kleinzellen breite Verwendung. Leider sind die Zellen der Überleitungen nicht ortsfest wie bei den Zellularnetzen, sondern von den Fahrzeugstandorten abhängig.

**Hinweis:** Moderne Funkgeräte bieten heute digitale Kennungsverfahren die ebenfalls für den Streckenschutz eingesetzt werden können.

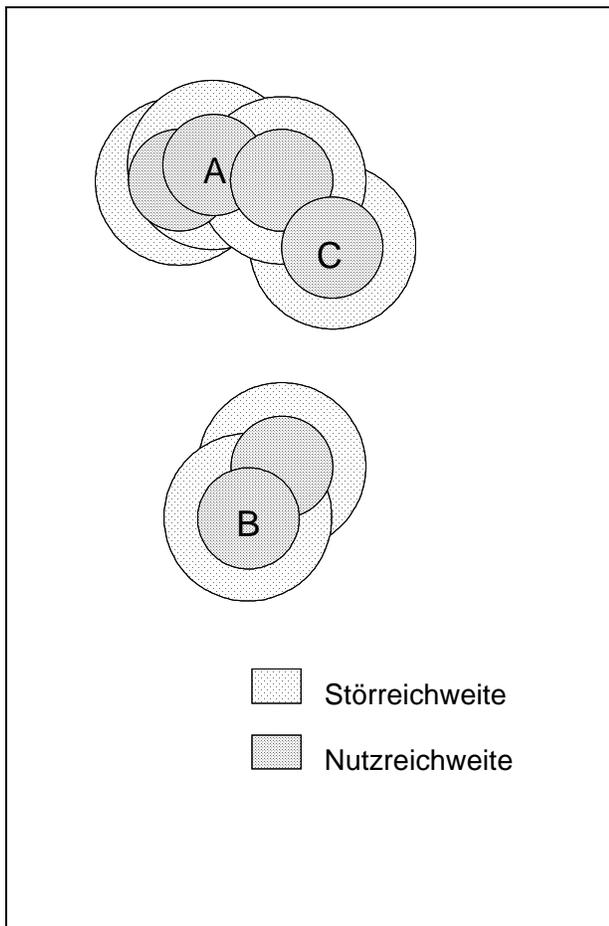
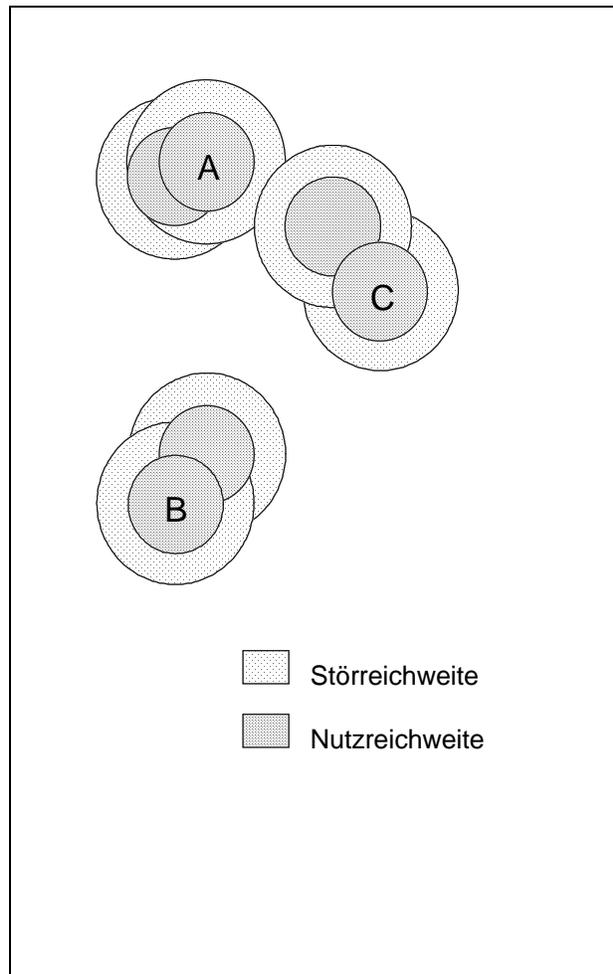
#### 14.8 Betriebstechnik

Dadurch müssen im praktischen Einsatz einige Regeln eingehalten werden um den störungsfreien Betrieb zu ermöglichen.

Ein Blick auf das Bild rechts zeigt den Fall des uneingeschränkten, störungsfreien Betriebes. Jedes Fahrzeug kann auf seinem 2m-Kanal, der hier auch bei allen gleich sein kann, ungestört sprechen.



Sobald sich zwei oder mehrere Fahrzeuge bis auf die Störreichweite einander nähern (Bild rechts A und C) ist der Betrieb aufgrund des HF-Unterdrückungseffektes, auch als Gleichkanalunterdrückung bezeichnet, noch möglich.



Wenn sich zwei Fahrzeuge (z.B. A und C) an der gleichen Einsatzstelle bis auf die Nutzreichweite nähern (Bild links), ist ein ungestörter Betrieb nicht mehr möglich. In diesem Fall muß eine Absprache getroffen werden welches Fahrzeug eine RS2 stellt. In der Regel muß es aber so sein, daß bei größeren Schadensereignissen ein Einsatzleiter vor Ort die Koordination, und damit auch den Funkverkehr mit der Leitstelle übernimmt. Die 2m-Band Geräte der Besatzungen können dann für den Einsatzstellenverkehr vor Ort genutzt werden, d.h. der Einsatzleiter kann seine Kräfte direkt auf 2m führen, der 4m-Kanal bleibt für andere Einsätze frei.

## 14.9 Übersicht über industriell verfügbare Überleitungen

### 1. FÜ 92

Die Funküberleitung FÜ92 ist ein RS2-Zusatz für den Betrieb mit FuG 7/8/9. Er arbeitet in der Richtung 4m nach 2m mit einem Geräuschauswerter. Er besitzt Anschlüsse für die beiden Funkgeräte (HA-Buchse), einen gemeinsamen Handapparat, sowie eine Bedientastatur. Über die Bedientastatur können die Funktionen Handapparat 4m, Handapparat 2m, Überleitungsbetrieb fest, Überleitungsbetrieb tonrufgesteuert ausgewählt werden. Neben diesen Grundfunktionen gibt es noch einige Sonderfunktionen die zusammen mit dem Multi-funktions-Handapparat H2000 zur Verfügung stehen.

### 2. Bosch (Aktivhalterung)

Die Bosch Aktivhalterung arbeitet mit dem Handfunkgerät FuG 10a und bietet neben einer geräusch-gesteuerten Überleitung auch die Möglichkeit der Akkuladung. Die Funkgeräte werden durch einfaches einrasten elektrisch verbunden und mechanisch gehalten. Durch Druck auf eine Auslösetaste stehen die Geräte auch sofort wieder als HFG zur Verfügung. Es gibt sie mit einem oder zwei Funkgeräteaufnahmen. Die aufgesetzte Wendelantenne des Handfunkgerätes wird automatisch abgeschaltet und kann auf dem Gerät verbleiben. Die Halterung muß daher mit einer externen Antenne betrieben werden. In der Regel wird dazu eine Zweibandantenne eingesetzt, die jedoch bei ausschließlichem Überleitungsbetrieb eine zu große Nutz- und Störreichweite hat.

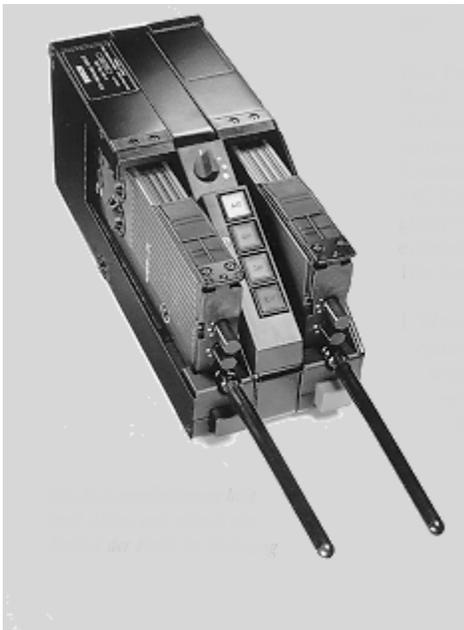


Abbildung links:

Aktive Fahrzeughalterung für zwei 2m Band Geräte mit Überleitungsmöglichkeit auf das 4m Fahrzeuggerät.

### 3. Doppelbedienteil DBG 302 / DBG 220 (RDN)

Für die Funkgeräteblöcke von RDN / SEL bzw. Bosch Typ Z gibt es von RDN das Doppelbedienteil DBG 302. Es bietet neben der Bedienung der funkgerätespezifischen Funktion (Kanäle, Betriebsarten, Lautstärke, Tonrufe...) auch Überleitungsbetrieb mit Trägersteuerung. Die Überleitung kann mit Tonruf aktiviert werden und wird nach einer programmierbaren Zeit automatisch getrennt (Nach Angaben des Herstellers). Zusätzlich unterstützt das DBG 302 noch das Funkmeldesystem.

#### 4. NFK-2

Für das FuG 11b (Ascom) ist ebenfalls eine Aktivhalterung lieferbar, die mit Ausnahme der Überleitungsmöglichkeit, ähnliche Leistungsmerkmale wie die Bosch-Halterung hat. Der RS2-Zusatz muß hier extern nachgerüstet werden. Eine komplette Einheit ist unter der Bezeichnung NFK-2 verfügbar. Neben der eigentlichen ÜLE-Funktion bietet der NFK-2 auch noch die entkoppelte Zusammenschaltung von zwei Handapparaten sowie eine Radiostummschaltung bei Funkbetrieb.

#### 5. NFK-3

Der NFK-3 ist eine Weiterentwicklung des NFK-2 ergänzt um einige Leistungsmerkmale die die Anwender beim NFK-2 vermißt haben. Unter anderem sind jetzt zwei beliebige Funkgeräte einsetzbar, der zweite Funkkreis kann auch besprochen werden und es sind zwei zusätzliche NF-Verstärker eingebaut. Durch die Mikroprozessorsteuerung wurde die Betriebsicherheit und Bedienungsfreundlichkeit erhöht.

#### 6. NFK-4

Zur Zeit in Entwicklung. Er soll unter anderem das digitale Kennungsverfahren zusammen mit Kenwood TK290-11b unterstützen.

#### **Zusammenfassung:**

- Die Überleitungstechnik bietet sichere Sprechfunkverbindungen auch außerhalb der Fahrzeuge
- die 2m-Ausstattung kann ohne RS2 zur Entlastung des 4m Kanals benutzt werden
- Überleitungen mit FuG 11b Geräten sind die billigste und gleichzeitig leistungsfähigste Lösung

Überleitungen mit einem FuG 9 sind für den breiten Einsatz meist ungeeignet da:

- (einfach) kein Streckenschutz möglich ist
- die Sendeleistung viel zu hoch ist
- die Stromaufnahme im Empfangs- und Sendefall größer ist
- FuG 9 Geräte durch geringe Produktionsstückzahlen sehr teuer sind
- für Wechselsprechanwendungen keine Duplexgeräte nötig sind