

# Das Amateurfunk-Funkrufsystem

## Aktuelle Entwicklungen und Perspektiven

HOLGER FLEMMING  
DH4DAI\*

### Einleitung

Im vergangenen Jahr wurde an dieser Stelle ein neues Softwarepaket für Funkrufmaster vorgestellt. Zum ersten mal war es damit möglich, die Master im Amateurfunk Funkrufdienst miteinander kommunizieren zu lassen und damit ein echtes Funkrufnetzwerk in Deutschland zu installieren. Diese Aktivitäten standen im Frühjahr 2003 noch am Anfang. Inzwischen hat sich daraus jedoch ein halbwegs stabiles Netzwerk von der Nordsee bis an den Bodensee entwickelt. Zu den Funktionalitäten, die das Programm zur letzten PR-Tagung bereits hatte, sind weitere hinzugekommen, andere befinden sich noch in der Entwicklung oder Planung. An dieser Stelle soll nicht alles aus dem letzten Jahr wiederholt werden. Wer sich dafür interessiert, möge im Skript des vergangenen Jahres[F103] nachsehen. Statt dessen sollen einige aktuelle Entwicklungen aufgezeigt und zu einer Diskussion über die weitere Entwicklung angeregt werden.

### Das Routing

Beim bisherigen Aufkommen von Funkrufen, sowie der Anzahl der FunkrufMaster und -Sender stellt das Routing der Funkrufe noch kein großes Problem dar. Das Routing erfolgt statisch über Routingtabellen, die vom Betreiber des FunkrufMasters eingegeben werden müssen. Im Grunde reicht es derzeit, diese Tabellen so zu gestalten, dass jede Nachricht an jeden Nachbarn weiter gegeben wird.

Um auch einem Anstieg der Anzahl der Master mit einem intelligenteren Routingkonzept gerecht zu werden, wird schon seit geraumer Zeit an einem automatischen und dynamischen Routing gearbeitet. Der dazu notwendige Austausch von Routinginformationen zwischen den Mastern ist bereits implementiert. Da sich dies jedoch bisher noch in der Testphase befindet, werden diese Informationen noch nicht genutzt.

Ausgangspunkt sind die Versorgungsgebiete. Wie man diese Zonen erhält ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Versorgungsgebiete sind hierarchisch definiert. Oberste Ebene ist dabei das Versorgungsgebiet eines Funkrufsenders, das durch das Rufzeichen dieses Senders bezeichnet wird.

---

\*PR: DH4DAI@DB0WTS.#NRW.DEU.EU

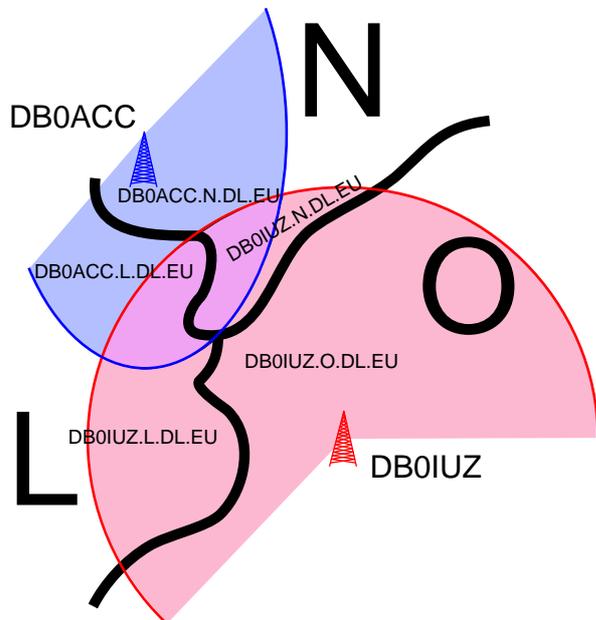


Abbildung 1: Darstellung der Funkrufzonen

In der Abbildung ist dies durch die farbige unterlegte Flächen dargestellt. Als nächste Ebene wurde für Deutschland das Gebiet eines DARC-Distriktes gewählt. Darunter gibt es dann noch den Staat und den Kontinent als weitere Ebenen. Somit wäre `DB0IUZ.O.DL.EU` die Angabe eines Zielgebietes. Da, wie in der Abbildung zu sehen, das Versorgungsgebiet von `DB0IUZ` aber auch die Distrikte L und N überstreicht, gibt es genauso die Zielgebiete `DB0IUZ.L.DL.EU` und `DB0IUZ.N.DL.EU`. Das Gleiche gilt für das Versorgungsgebiet von `DB0ACC`.

Aufgabe des Betreibers ist es nun nur noch, dem Master anzugeben, welche Sender mit ihren Versorgungsgebieten von ihm angesprochen werden. Der Master gibt diese Informationen an jeden seiner Nachbarn weiter. Diese geben die Information ihrerseits weiter, sodass sie nach kurzer Zeit im gesamten Netz bekannt sind.

Um ein Kriterium für den besten Weg zu haben, werden zudem zwischen den FunkrufMastern Laufzeiten für die Weitergabe von Nachrichten gemessen. Damit verfügt jeder Master über eine Datenbank mit allen Funkrufversorgungsgebieten, die im Netz erreichbar sind, sowie den Zeiten, die eine Nachricht benötigt, um zum entsprechenden FunkrufMaster weitergeleitet zu werden.

Sofern einem Funkruf ein bestimmtes Zielgebiet, z.B. `@O.DL.EU` mitgegeben wird, wird dieser Eintrag mit allen Versorgungsgebieten in der internen Datenbank verglichen. Wenn sich der Datenbankeintrag innerhalb des angegebenen Zielgebietes befindet, was z.B. bei `@DB0IUZ.O.DL.EU` der Fall ist, wird die Nachricht an dieses Ziel weitergeleitet. Im Gegensatz dazu ist `@DB0PRT.P.DL.EU` nicht Teil von `@O.DL.EU`. Die Nachricht wird also nicht dorthin weitergeleitet.

## Die automatische Zeitschlitzvergabe

Da alle Funkrufsender auf der gleichen Frequenz arbeiten müssen und die Anwendung der Gleichwellentechnik, wie es im kommerziellen Bereich gemacht wird, für den Amateurfunk zu aufwendig erschien, arbeiten hier die Funkrufsender nach einem Zeitschlitzverfahren. Die Zuordnung der Zeitschlitz zu den Sendern geschieht derzeit manuell.

Bislang ist die Dichte der Funkrufsender noch recht gering. Die Sender konzentrieren sich auf eine Reihe von Regionen in Deutschland, die jedoch noch nicht zusammengewachsen sind. Damit lässt sich das Problem einer optimalen Zeitschlitzvergabe noch auf regionaler Ebene recht gut lösen.

Es ist jedoch damit zu rechnen, dass die Gebiete mit Funkrufsendern zusammenwachsen und damit auch die Zeitschlitzvergabe zu einem immer komplexeren Problem wird, das regional kaum mehr zu lösen ist. Da es auch wenig erstrebenswert erscheint, zur Lösung dieser Aufgabe irgendwelche „Deutschlandkoordinatoren“ zu küren, wurde über eine automatische Lösung nachgedacht.

Um automatisch eine optimale Verteilung der Zeitschlitz auf eine große Zahl von Funkrufsendern zu finden, deren Versorgungsgebiete sich in unterschiedlichster Weise überlappen, ist es notwendig, in einer geeigneten Weise die Einzugsgebiete der einzelnen Sender zu beschreiben. Dabei muss ein Kompromiss zwischen der überaus komplexen Struktur, die so ein Einzugsgebiet haben kann, und einer möglichst einfachen Beschreibung für eine gute Handhabbarkeit gefunden werden. Ein geeigneter Kompromiss scheint darin zu bestehen, die Einzugsgebiete als Ellipsen zu beschreiben.

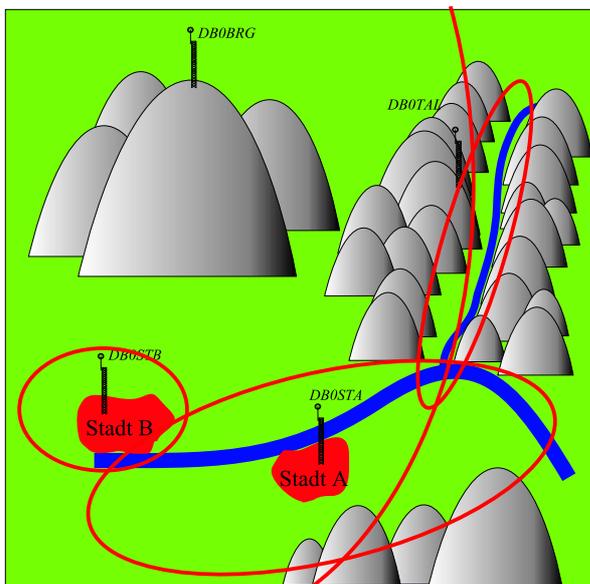


Abbildung 2: Eine hypothetische Gegend in Deutschland mit ihrer Amateurfunk-Funkrufversorgung

Die Abbildung 2 zeigt eine hypothetische Gegend in Deutschland, die mit Funkruf versorgt wird. Man sieht ein enges Flusstal, das von Hügeln begrenzt wird, sowie ein breiteres Flusstal mit einigen Bergen am Rande. Im zweiten Flusstal liegen zwei größere Städte.

Durch einen Funkrufsender auf der höchsten Erhebung *DB0BRG* wird fast das gesamte Gebiet erreicht. Da jedoch speziell im engen Flusstal Versorgungslücken existieren, wurde dort ein zweiter Sender, *DB0TAL* installiert. Dieser Sender ist im gesamten Tal zu empfangen. Durch die Hügel zu beiden Seiten reicht er jedoch nur wenig zu den Seiten über das Tal hinaus.

Da in beiden Städten zwischen hohen Gebäuden ebenfalls der Empfang von *DB0BRG* stark beeinträchtigt ist, wurden auch in den Städten Funkrufsender installiert. Dabei gelang es in der Stadt A einen recht guten Standort auf einem hohen Gebäude zu finden, sodass der Sender weit über das Stadtgebiet zu empfangen ist, während in Stadt B nur ein schlechter Standort zur Verfügung stand und der Sender kaum über das Stadtgebiet hinausreicht.

In der Skizze sieht man, dass sich die Versorgungsgebiete recht gut durch Ellipsen beschreiben lassen. Man erkennt, dass das Gebiet von *DB0BRG* einen Überlapp mit allen anderen Versorgungsgebieten hat. Darüber hinaus überlappt das Gebiet von *DB0STA* noch mit denen von *DB0STB* und *DB0TAL*. Bei der Parametrisierung der Empfangsbereiche als Ellipsen kommt es nicht so sehr darauf an, dass alle Details erfasst werden, sondern dass diese Überlappbereiche richtig erfasst werden.

Wenn dies der Fall ist, kann man mit einem geeigneten Algorithmus die optimale Verteilung der Zeitschlitz ermitteln. Dazu wird eine Tabelle angelegt, in der zu jedem Sender die Anzahl der zugewiesenen Zeitschlitz und die Zeitschlitz selbst eingetragen werden. Der Algorithmus teilt beginnend mit Zeitschlitz 0 alle Schlitz zu. Für jedem Zeitschlitz werden zunächst die Sender herausgesucht, denen noch keinen Zeitschlitz zugeweiht wurde. Danach werden diejenigen bearbeitet, die einen Zeitschlitz zugeweiht bekommen haben, dann zwei usw. Einem Funkrufsender wird dieser Zeitschlitz dann zugeweiht, wenn er noch keinem anderen Funkrufsender zugeweiht wurde, dessen Einzugsgebiet mit diesem überlappt.

Sender	#	0	1	2
DB0BRG	0			
DB0TAL	0			
DB0STA	0			
DB0STB	0			

(a)

Sender	#	0	1	2
DB0BRG	1	*		
DB0TAL	0			
DB0STA	0			
DB0STB	0			

(b)

Sender	#	0	1	2
DB0BRG	1	*		
DB0TAL	1		*	
DB0STA	0			
DB0STB	1		*	

(c)

Tabelle 1: Schrittweise Abfolge der Verteilung der Zeitschlitz

In Tabelle 1 ist die schrittweise Abfolge der Verteilung der Zeitschlitz dargestellt. (a) Zeigt die Tabelle nach ihrer Initialisierung. Keiner der Sender hat einen Zeitschlitz zugeweiht. Der Algorithmus beginnt mit Zeitschlitz 0. Da alle Sender die gleiche Anzahl zugeweihter Zeitschlitz hat, wird dem ersten Sender, *DB0BRG*, der Zeitschlitz zugeweiht. Alle nachfolgenden Sender in der Tabelle haben einen Überlapp mit dem Einzugsbereich von *DB0BRG* (siehe Abbildung 2), sodass ihnen

dieser Zeitschlitz nicht mehr zugeteilt wird. (b) Stellt den Zustand nach diesem Schritt dar.

Im nächsten Schritt wird DB0BRG zunächst ausgelassen, da diesem Sender ein Zeitschlitz mehr zugeordnet ist, als den anderen. DB0TAL wird also der Zeitschlitz 1 zugeordnet. DB0STA hat einen Überlapp mit DB0TAL, sodass diesem Sender nicht mehr der Zeitschlitz 1 zugeordnet werden kann. Anders ist es jedoch mit DB0STB. Dieser Sender hat keinen Überlapp mit DB0TAL, sodass auch ihm der Zeitschlitz 1 mitgegeben werden kann. Nach diesem Schritt hat die Tabelle die Gestalt (c).

Im nächsten Schritt hat nur noch DB0STA keinen zugewiesenen Zeitschlitz. Der Zeitschlitz 2 wird also diesem Sender zugewiesen. Da DB0STA einen Überlapp mit allen anderen Sendern hat, kann kein weiterer Sender im gleichen Zeitintervall senden. Damit hat die Tabelle einen Zustand erreicht, in dem jedem Sender genau ein Zeitschlitz zugewiesen wurde. Das Verfahren wird fortgesetzt, bis alle 16 Zeitschlitz vergeben wurde. Das Ergebnis ist in Tabelle 2 dargestellt.

Sender	#	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
DB0BRG	6	*			*			*			*			*			*
DB0TAL	5		*			*			*			*			*		
DB0STA	5			*			*			*			*			*	
DB0STB	5		*			*			*			*			*		

Tabelle 2: Zeitschlitzverteilung mit dem beschriebenen Algorithmus

Das beschriebene Verfahren beruht darauf, dass alle Informationen zentral auf einem Rechner vorliegen. Die Realisierung in einer vernetzten Umgebung gleichberechtigter Master gestaltet sich ein ganzes Stück schwieriger, aber auch dazu wurden inzwischen Ideen für eine Realisierung entwickelt.

In Zukunft muss die Zeitschlitzvergabe also nicht mehr von Hand erledigt werden. Statt dessen muss für jeden Sender das Versorgungsgebiet in Form einer Ellipse parametrisiert und dem Master angegeben werden. Um eine Ellipse genau zu bestimmen, genügt die Angabe der zwei Brennpunkte, die mit hinreichender Genauigkeit über ihre IARU-Locator angegeben werden können, und einem dritten Wert, z.B. dem so genannten *Halbparameter*. Die Ermittlung dieser Parameter kann etwas mühevoll auf einer Locatorkarte geschehen, es wäre aber auch denkbar, ein kleines Rechnerprogramm zu erstellen, auf dem diese Arbeit komfortabel auf einem Kartenhintergrund erfolgen kann.

Da der Versorgungsbereich eine Eigenschaft des Funkrufsenders ist, wäre es sicher konsequent, wenn diese Information vom Senderbetreiber in die RPC-Karte einprogrammiert wird. Der Master müsste sie dann nur nach dem Verbindungsaufbau mit einem speziellen Kommando aus dem RPC auslesen. Dies ist derzeit nicht möglich und erfordert eine Änderung an der RPC-Firmware. Wie dies letztlich realisiert wird, ist also noch nicht sicher.

Sobald die Versorgungsgebiete der einzelnen Sender im Funkrufnetz bekannt sind, gäbe es zudem einen weiteren Nebeneffekt. Da Benutzer ihren Standort in der Benutzerdatenbank der Fun-

krufMaster eintragen können, wäre damit automatisch auch die Möglichkeit geschaffen, Funkrufe gezielt auf den Sendern auszusenden, die der Benutzer gerade empfangen kann. Die Zahl persönlicher Funkrufe auf den einzelnen Sendern ließe sich somit reduzieren.

## Digipeaterüberwachung

Eine weitere Neuerung an der gerade gearbeitet wird, ist die automatische Überwachung von Digipeatern. Dazu baut der FunkrufMaster in regelmäßigen Abständen eine Verbindung zu einem Digipeater auf und fragt dort wichtige Statusinformationen ab. Diese Informationen werden dann in einer gestrafften Form als Funkruf ausgesendet. Zudem besteht die Möglichkeit, bei Ausfällen oder signifikanten Verschlechterungen eine Alarmmeldung an den Sysop zu schicken.

Die Arbeiten an dieser Funktion sind noch nicht abgeschlossen. Da die unterschiedlichen Digipeatervarianten zum Teil sehr unterschiedliche Statusinformationen zur Verfügung stellen, ist noch nicht abschließend klar, wie das Format dieser Funkrufmeldungen aussehen wird.

## Funkruf und Internet?

Unter Linux ist die Programmierung von Netzwerkverbindungen relativ unabhängig davon, ob es sich um IP-Verbindungen oder AX25-Verbindungen handelt. Daher wurde von Anfang an in den FunkrufMaster auch die Möglichkeit eingebaut, IP-Protokolle als Kommunikationsplattform zu verwenden. Dabei wurde nicht nur Telnet als funkunabhängiger Zugang, z.B. direkt an der Rechnerkonsole, oder ein IP-basierter Forward implementiert, sondern auch höhere Protokolle, wie HTTP und SMTP.

An dieser Stelle könnte man das Programm sicherlich noch weiter ausbauen. Zum Beispiel wäre es denkbar, einen POP3 Client zu implementieren, um E-Mails von einem speziellen E-Mailserver abrufen und diese dann als Funkruf aussenden zu können. Mögliche Anwendungen wären z.B. E-Maildienste, die Ausbreitungs- und Ionosphärenparameter verbreiten. Gleichzeitig werden damit natürlich auch immer mehr Möglichkeiten gegeben, Amateurfunk und Internet zu vermischen, eben auch mit der Gefahr, dass unser eigentliches Hobby, der *Amateurfunk* zunehmend in den Hintergrund tritt und letztlich nur noch Übertragungsmedium, aber nicht mehr Experimentierfeld ist.

Funkruf bietet aus Sicht des Autors nicht allein die experimentellen Möglichkeit mit den Mitteln des Amateurfunks ein deutschlandweites Funkrufnetz aufzubauen, sondern vielmehr auch darüber hinausgehende „Spielwiesen“ auf dem Gebiet der Informationsbeschaffung. Ein Beispiel dafür sind die Versuche bei DB0IUZ, APRS in einem automatisch arbeitenden System als Indikator für UKW-Überreichweiten zu verwenden. Auf der letzten Packet Radio-Tagung wurde darüber berichtet. Der Autor sieht hier durchaus die Gefahr, dass solche Aktivitäten darunter leiden, wenn einfach mit wenigen Konfigurationen an der Software Internetquellen herangezogen werden können, die eigene funktechnische Entwicklungen überflüssig machen.

Diese Diskussion ist im Amateurfunk sicher nicht neu, erinnert werden soll z.B. an die *No wire*-Initiative, mit der Jörg Zastrau, DL1BKU, auf der Packet Radio-Tagung 1998 dazu aufrief, auf Verbindungen zwischen Packet-Radio-Netz und Internet zu verzichten. Speziell bezogen auf den FunkrufMaster wäre es jedoch sicher interessant zu diskutieren, ob die Richtung „Implementierung von IP-Services“ weiter verfolgt werden soll oder ob darauf zugunsten anderer Entwicklungen verzichtet werden soll.

## **Vorschläge, Ideen, Mithilfe...**

Der FunkrufMaster hat inzwischen einen immensen Funktionsumfang erreicht und an einigen weiteren Funktionen wird zur Zeit schon gearbeitet. Darüber hinaus gibt es aber noch weitere Ideen, die jedoch noch weit in der Anfangsphase stehen.

Ein Beispiel für so eine noch etwas unbestimmte Idee, wäre eine Art vernetzter Terminkalender, der Termine je nach deren Bedeutung regional in den entsprechenden Zielgebieten oder in einem größeren Umkreis als Broadcast-Meldung ausstrahlt. Auf Wunsch könnten zudem Benutzer sich bestimmte Termine auch als persönliche Nachrichten zusenden lassen.

Grundsätzlich stellt sich bei solchen Anwendungen immer die Frage, ob sie als Teil des FunkrufMasters in dieses Programm implementiert werden sollen oder ob sie nicht viel mehr als eigenständiges Programm realisiert werden sollten, sie über die Importschnittstelle mit dem Master kommunizieren.

Die Importschnittstelle stellt ein außerordentlich leistungsfähiges Werkzeug dar, mit dem es inzwischen sehr einfach ist, auf das gesamte Funkrufnetz zuzugreifen. Bislang gibt es jedoch nur wenige Anwendungen, die davon Gebrauch machen. Ein sehr schönes Beispiel für experimentellen Amateurfunk scheint die bereits mehrfach erwähnte Auswertung empfangener APRS-Signale bei DB0IUZ zur Erkennung von UKW-Überreichweiten. In dieser Richtung kann man sich durchaus weitere interessante Herausforderungen vorstellen, z.B. die automatische Beobachtung von Bakenbändern oder Ähnliches. Funkruf dient hier als sehr effizientes Medium, erkannte Ereignisse an einen weiten Kreis von Funkamateuren zu melden. Es ist klar, dass mit solchen Anwendungen auch Funkruf attraktiver für Anwenderkreise wird, die sich bisher noch nicht dafür interessiert haben.

Möglicherweise gibt es im Kreise der Funkamateure weitere Ideen. Die Entwickler der Mastersoftware sind dabei jederzeit für Anregungen, Vorschläge und Ideen offen und natürlich auch gerne bereit, Entwicklern Hilfestellungen bei der Anbindung Ihrer Projekte an das Funkrufnetz zu geben.

Eine andere „Baustelle“, an der die Hilfe von anderen Funkamateuren sehr willkommen ist, ist die Übersetzung der Textausgaben des FunkrufMasters in andere Sprachen. Alle Textfragmente, denen sich der Master zur Kommunikation mit den Benutzern bedient, befinden sich in einer Sprachdatei, die beim Einloggen des Benutzers geladen wird. Bislang gibt es diese Datei allein in deutscher Sprache. Eine Übersetzung wäre jedoch wünschenswert, um das Funkrufsystem auch über die Grenzen Deutschlands hinweg bekannt zu machen.

Zum Schluss dieses Skriptbeitrages sei noch auf einige Möglichkeiten des Informationsaustausches hingewiesen. Neuigkeiten über die Software, aber auch Fragen, Fehlermeldungen, Tipps und Tricks werden über die Packet Radio-Mailingliste *FRMASTER* bei DB0IUZ verteilt. Wer Nachrichten aus dieser Liste erhalten will, kann sich beim Autor melden.

Eine andere Möglichkeit an aktuelle Informationen zu gelangen, ist die Internetseite des FunkrufMasterprojektes. Das Versionsmanagement des FunkrufMaster erfolgt über den CVS-Server von Sourceforge.net, sodass dort stets aktuelle Versionen erhältlich sind. Dazu gibt es einige WEB-Seiten, auf denen aktuelle Informationen zu finden sind. Erreicht werden können sie unter <http://ham-pager.sourceforge.net>. Es sei aber nicht verschwiegen, dass sicher auch dies eine Baustelle ist, bei der die Entwickler sicher für jede Hilfe dankbar sind.

Möglicherweise erscheinen die Neuerungen nicht so spektakulär, wie beim letzten mal, als erstmalig Master im Funkrufnetz miteinander vernetzt werden konnten. Trotzdem ist die Entwicklung nicht stehen geblieben und an einer Reihe von Neuerungen wird weiterhin gearbeitet und auch viel Detailarbeit geleistet. Zum Schluss lässt sich sagen, dass es trotz allem Ärger, den es manchmal auch gibt, Spaß macht, am Aufbau des Amateurfunkfunkrufnetzes mitzuarbeiten. Allen Betreibern und Nutzern, die dabei mithelfen, sei an dieser Stelle auch einmal gedankt.

## Literatur

- [Sc02] JENS SCHOON: Das Funkruf Master Software Paket  
Vortragsskript zur 18. Int. PR-Tagung in Darmstadt
- [F102] HOLGER FLEMMING, JENS SCHOON: Sysopdokumentation zum FunkrufMaster, Version 0.99  
Download unter <http://www.sourceforge.net/projects/ham-pager>
- [F103] HOLGER FLEMMING, JENS SCHOON: Die neue Mastersoftware für das Amateurfunk-Funkrufsystem  
Vortragsskript zur 19. Int. PR-Tagung in Darmstadt