

Die leitungsgebundene Übertragung von Tonrundfunk (Tondrahtfunk, Hördrahtfunk, Unterhaltungsdrahtfunk)

Die erste öffentliche, regelmäßige leitungsgebundene und leitungsgerichtete Übertragung von Tonrundfunkdarbietungen in Deutschland basierte auf umfangreichen Versuchen in den Jahren 1924 - 1927 in Bayern, niederfrequent (100 bis 5 000 Hz) über Fernsprechleitungen oder besondere Hörleitungen der Post, Darbietungen der Münchener Staatsoper zu besonderen Opernhörstuben zu übertragen. Von 1928 an wurde das Rundfunkprogramm der "Deutschen Stunde in Bayern" über das Leitungssystem in München, Augsburg, Nürnberg, Würzburg u. a. mitübertragen. Andere Versuche mit niederfrequenter Musikübertragung über Leitungen waren bereits vor dem Ersten Weltkrieg (beginnend 1881) durchgeführt worden. Es kam damals aber zu keiner allgemeinen Einführung, da bis dahin keine geeigneten Lautverstärker vorhanden waren. Niederfrequenter Drahtfunk war in Bayern bis 1945 in Betrieb [1], [2], [3].

Das schon bestehende, stark verästelte Fernsprech - Leitungsnetz mitzubeneutzen, war nicht zuletzt auch aus wirtschaftlichen Gründen zweckmäßig. Doch die weiteren Wünsche, wie "Die Auswahl unter mehreren Darbietungen bei aktiver und passiver Beeinflussungsfreiheit von oder auf das Trägernetz bei möglichst wenig Änderungen auf der Empfangsseite" [4], konnten mit vernünftigem Aufwand nur durch trägerfrequente Ausnutzung der Fernsprechnetze erfüllt werden [5].

Ab 1926 waren auch von der DRP Versuche unternommen worden, das Überlandnetz von Elektrizitätswerken zur Übertragung mitzubeneutzen, aber das Verfahren wurde wegen Unwirtschaftlichkeit und der starken Störungen wieder aufgegeben [6]. Erste Versuche, im Langwellenbereich der normalen Rundfunkempfänger Rundfunkprogramme mittels Trägerfrequenzen über Fernsprechleitungen zu übertragen, wurden von der DRP im Ortsfernsprechnetze Breslau durchgeführt. Es folgten 1934 das Versuchsnetz des Reichspostzentralamtes in Berlin und weitere kleine Netze, die in enger Zusammenarbeit mit der deutschen Industrie errichtet wurden. Im Sommer 1938 bestanden 17 Drahtfunkversuchsanlagen, an die vorwiegend als Drahtfunkteilnehmer Angehörige der DRP angeschlossen waren. Wohl als Auswirkung der "Drahtfunkverordnung vom 19. 3. 1939", die die gesetzliche Grundlage für eine allgemeine Einführung bot, nahm der Ausbau des Ton-Drahtfunks (Ton-DF) bald einen größeren Umfang an. Die Zahl der Drahtfunksendeämter nahm ab 1939 innerhalb von zwei Jahren von 60 auf 138 und die der DF-Verstärkerämter von 200 auf 829 zu. Leider sind die genauen Zahlen über den Stand während des Zweiten Weltkrieges durch Kriegseinwirkung verlorengegangen.

Die meisten der insgesamt bis zu 176 000 Drahtfunkteilnehmer waren in **Hamburg, Berlin, Düsseldorf** angeschlossen. Mit Kriegsende wurden zunächst alle Drahtfunkanlagen von den Besatzungsmächten außer Betrieb gesetzt. Bereits im Oktober 1945 konnten aber die Anlagen in **Lübeck und Hamburg** wieder eingeschaltet werden. In der britischen Besatzungszone waren im Sommer 1948 wieder für 38800 Drahtfunkteilnehmer 32 Drahtfunksendeämter in Betrieb, die das Programm des NWDR und BFN verbreiteten.

In der US-Zone arbeiteten 1948 wieder 4 Df-Sendeämter mit 12 Verstärkerämtern, die das Programm von Radio München auf der Frequenz 249 kHz übertrugen.

Vom 1. 4. 1950 an stellten die Rundfunkanstalten jeweils 2 Programme für die Netze zur Verfügung.

In **Berlin** wurde im russischen Sektor ab Ende 1945 das Programm des Rundfunksenders Tegel und im amerikanischen Sektor ab Februar 1946 das RIAS-Programm auf dem noch bestehenden Drahtfunknetz übertragen. Später wurde in der britischen und amerikanischen Zone das NWDR- und das RIAS-Programm und ab September 1948 diese auch in der französischen Zone verbreitet. 1948 waren in **Berlin** am symmetrischen Drahtfunk 27 000 Teilnehmer angeschlossen. Im Dezember 1948 wurde der russische Sektor abgetrennt. Während der Blockade Berlins sendete RIAS vom Januar 1949 an neben den gewöhnlichen Rundfunkprogrammen ein "Blockprogramm", das den jeweils stundenweise mit Strom belieferten Stadtteilen innerhalb dieser Zeitspanne die wichtigsten Sendungen des vorangegangenen halben Sendetages brachte. Wie viele Berliner Hörer diese Programme empfangen, ist nicht bekannt [3].

Die technischen Möglichkeiten des Drahtfunks, einwandfrei mindestens bis zu 3 Tonrundfunkprogramme verbreiten zu können, wurden zunächst nicht mehr genutzt. Ebenso mußte die DBP ihr ursprüngliches Ziel, nach dem Krieg den Drahtfunk in großem Umfang aufzubauen und technisch zu modernisieren, aufgeben. Durch das Besatzungsrecht war bekanntlich die Zuständigkeit für die Rundfunkprogrammverbreitung auf die Landesrundfunkanstalten übergegangen, und diese betrieben mit Nachdruck den Ausbau der drahtlosen UKW-Tonrundfunksendernetze. Die Tendenz der Rundfunkanstalten ging dahin, Drahtfunk möglichst nur noch in den Gegenden einzusetzen, in denen ein drahtloser Empfang nicht möglich war. Hinzu kamen die Schwierigkeiten mit den verschiedenen Vorschriften der Besatzungsmächte beim Übergreifen in andere Besatzungszonen. Es wurden deshalb öffentliche Drahtfunknetze von der DBP nur noch in den OPD-Bezirken **Braunschweig, Bremen, Dortmund, Düsseldorf, Frankfurt/M., Freiburg, Hamburg, Hannover, Köln, München, Neustadt/Weinstr. sowie in Berlin (West)** weiterbetrieben.



Bild 129 Drahtfunk-Netzgruppen

In **Bild 129** sind die Ende 1956 bestehenden oder geplanten Drahtfunk-Netzgruppen dargestellt. Die Anzahl der Df-Teilnehmer betrug damals fast 125 000. Ende 1960 waren es noch 100 000. Die Drahtfunkdichte betrug im Mittel in der BRD 0,5 % und erreichte in einigen Gebieten Werte von 10 bis 20 %. Bis zu Beginn 1963 war die Zahl der Teilnehmer auf 83 000 zurück gegangen, so daß der DBP ein wirtschaftlicher Betrieb nicht mehr möglich war. Im Sommer 1963 hatte von 190 Rundfunkteilnehmern noch einer einen Drahtfunkanschluß und damit die Möglichkeit, je nach örtlichen Verhältnissen, zwei, drei, vier, in Sonderfällen sogar fünf Rundfunkprogramme ohne zusätzliche, besondere Antenne und UKW-Teil mit normalen Empfangsgeräten mit vergleichsweise guter Qualität störungsfrei zu empfangen. Neue Drahtfunk-Anschlüsse wurden ab 1961 nicht mehr eingerichtet. Die Entwicklung der Df-Anschlüsse in der BRD (ohne

Berlin) ab 1951 bis zu der am 15. 10. 1962, vom Verwaltungsrat der DBP beschlossenen Einstellung zum 30. 6. 1963 ist in **Bild 130** dargestellt. Es war ein stetiger Rückgang der Teilnehmerzahlen zu verzeichnen, der darin zu suchen war, daß der Ausbau des UKW-Tonrundfunks und des Fernsehrundfunks und die zunehmende Verbreitung von UKW-Empfängern das Interesse schwinden ließ und daß ab 1955 jegliche Werbung für den Unterhaltungsdrahtfunk (Tondrahtfunk) eingestellt worden war. Die technischen Einrichtungen waren veraltet und nicht mehr betriebssicher, der Vorrat an Amtsbaustellen war aufgebraucht. Neue Einrichtungen waren in den Nachkriegsjahren nicht mehr entwickelt worden [8].

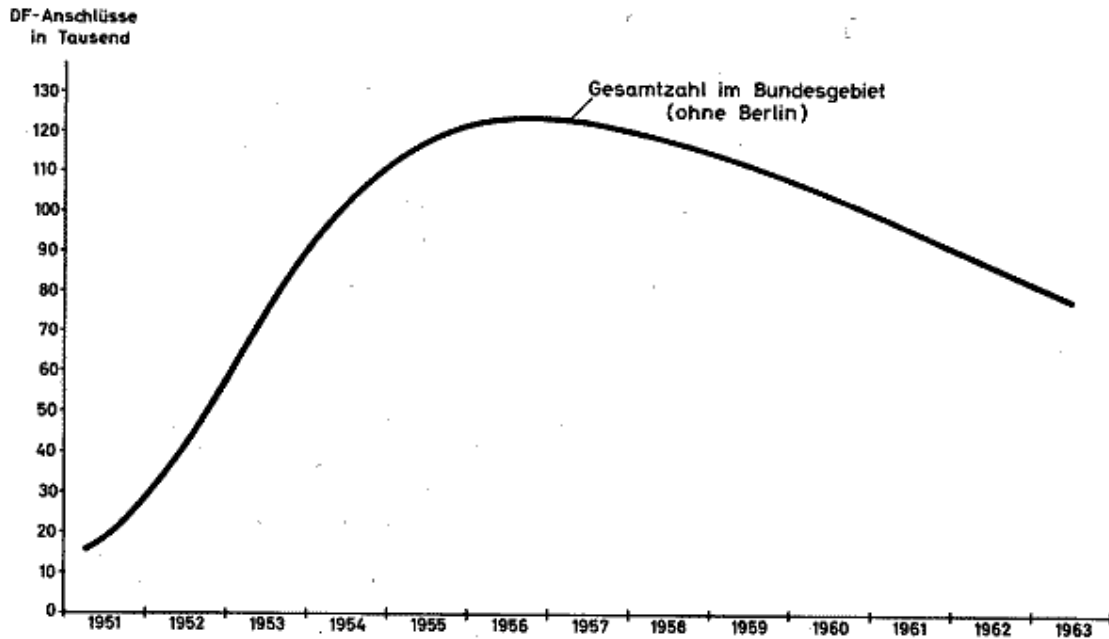


Bild 130 Entwicklung der Ton-Drahtfunkanschlüsse

Der allgemeine Tondrahtfunk wurde am 30. 6. 1963 bei einem Stand von 78 000 Teilnehmern eingestellt. Ausgenommen bleiben zunächst **West-Berlin** und die Anlagen, die in echten Versorgungslücken des drahtlosen Rundfunks, z. B. in Gebirgstälern, bestanden. Weiterbetrieben wurden die Df-Netzgruppen **Garmisch-Partenkirchen, Bad Reichenhall und Immenstadt** bis 31. 3. 1965. Im OPD Bezirk München waren am 1. 1. 1965 noch 1559 gebührenpflichtige Df-Anschlüsse vorhanden. Berlin (West) wurde als das letzte Df-Netz der DBP am 30. 9. 1966 außer Betrieb genommen.

Technik des Tondrahtfunks

In nennenswertem Umfang wurden Rundfunkdarbietungen niederfrequent, mit Ausnahme in Bayern, in der BRD nicht übertragen. Beim Nf-Drahtfunk wurden entweder mit Fernsprechan schlüssen beschaltete, unbespulte Fernsprechleitungen des Ortskabelnetzes mitbenutzt oder besondere, unbespulte und unbespulte Leitungen beschaltet. Bei Benutzung des Fernsprechers wurde über Relais die Drahtfunkversorgung selbsttätig von der Teilnehmerleitung abgetrennt. Über eine Leitung konnten mehrere Empfänger in benachbarten Wohnungen oder Häusern direkt versorgt werden. Als Empfänger dienten Lautsprecher oder erforderlichenfalls einfache Nf-Verstärker mit eingebautem Lautsprecher. Die Übertragungsbandbreite war 100 - 5 000 Hz. Für mehrere Programme wäre für jedes Programm ein eigenes Verteilnetz und eine Anschlußleitung erforderlich gewesen [1]. Die für den Ausbau der allgemeinen Df-Netze angewandte Übertragungstechnik in Deutschland stützte sich auf den trägerfrequenten Tondrahtfunk (Df). Die verwendeten Amtseinrichtungen, das Drahtfunk-Zubehör usw. sind in der technischen Literatur ausführlich beschrieben [4], [10], [11], [12]. Es soll hier nur ein kurzer Überblick gegeben werden.

Die für die Entwicklung des Tondrahtfunk-Konzepts in Deutschland maßgebenden, grundsätzlichen Forderungen wurden bereits eingangs geschildert. Die vorhandene Millionenstückzahl der Empfänger war ebenso von größter volkswirtschaftlicher Bedeutung wie, daß das vorhandene Fernsprechnetz mitbenutzt werden konnte. Das Ziel war, daß bei größtmöglicher Störungsfreiheit die Mannigfaltigkeit bei der Auswahl technisch hochwertiger Programme gleich oder größer sein mußte als bei dem drahtlosen Empfang [4]. Ausgehend von diesen Forderungen wurde als Frequenzbereich für die Übertragung 150 kHz- 250 kHz gewählt, in dem mit Rücksicht auch auf einfache Empfänger normalerweise drei Programme übertragen wurden. Bei der Festlegung der Trägerfrequenzen (160, 210 und 249 kHz) mußten vier wichtige Gesichtspunkte beachtet werden:

- Die Trägerfrequenzen mußten, wegen der geringen Trennschärfe, einen Abstand von etwa 30 kHz voneinander haben,
- die Träger mußten so liegen, daß keine störenden Kombinationstöne entstehen konnten,
- es durften sich keine Pfeiftöne im Überlagerungsempfänger bilden,
- Interferenzen mit drahtlosen Sendern mußten vermieden werden [12].

Als Eingangsspannung für die Empfänger wurde 15 ... 25 mV/150 Ohm, entsprechend 4 μ W Teilnehmerleistung festgelegt [4]. Die Rundfunkprogramme wurden aus den Studios über das Rundfunkleitungsnetz der DRP einem "Drahtfunktendeamt" zugeführt. Hier wurden in "Drahtfunktendern" die Trägerfrequenzen erzeugt, mit den Rundfunkprogrammen moduliert und dann über eine unbespulte Leitung (Kabel- oder Freileitungen) zu "Drahtfunkverstärkern" weitergeleitet. Diese waren meist in den Fernsprech-Ortsämtern untergebracht. Für Drahtfunk-Verbindungsleitungen wurden auch besondere, nur für den Drahtfunk vorgesehene Doppeladern in den neuen Fernleitungskabeln benutzt. In den Verstärkern waren die Df-Verstärker aufgebaut, die die erforderliche Df-Leistung an die angeschlossenen Df-Teilnehmer über Df-Amtsweichen und ggf. an nachgeschaltete Df-Verstärker, abgaben. Df-Verstärker mußten nicht unmittelbar an ein Sendeamt angeschlossen sein, es konnten bis zu 4 (in Sonderfällen bis zu 6) Verstärkerämter in einer Leitung hintereinandergeschaltet werden.

Über Df-Anschlußleitungen (meist unbespulte Fernsprechleitungen) wurde die Teilnehmerweiche gespeist. Ein Verstärker konnte bis zu 200 Anschlußleitungen versorgen [8]. Durch die Hochpaß-(HP) und Tiefpaß-(TP) Filter der Teilnehmerweichen wurden die hochfrequenten Schwingungen des Df von den niederfrequenten Schwingungen des Fernsprechdienstes am Anfang und Ende der Anschlußleitung voneinander getrennt und die HF-Spannung den Df-Anschaltosen zugeführt. Für den symmetrischen Abschluß der Df-Anschlußleitung enthielt die Df-Anschlußdose einen HF-Übertrager. Durch diesen wurde vermieden, daß die Leitung über die Erdbuchse des angeschlossenen RF-Empfängers erdunsymmetrisch wurde, so daß sie keine HF-Störspannungen aufnehmen konnte. Außerdem verhinderte er, wegen seiner hohen Dämpfung von NF-Sprechströmen, daß Df-Teilnehmer von Sammelanschlüssen sich mit unrechtmäßig angeschalteten Fernsprechapparaten untereinander verständigen konnten und bot Schutz gegen Eindringen von Starkstrom aus schadhafte Empfängern. Die Df-Anschaltose ermöglichte dem Df-Teilnehmer durch Umlegen eines Schalters den wahlweisen Empfang von Hörfunkprogrammen über das Df-Leitungsnetz oder von Sendungen drahtloser Rundfunksender über Antenne und Erde. Der Fernsprechanschluß wurde über den Tiefpaß der Weiche an die Leitung geschaltet. Durch die Filter wurde sichergestellt, daß Schaltvorgänge im Fernsprechnetzen den Drahtfunk nicht störten und der Df-Teilnehmer niederfrequente Ferngespräche nicht abhören konnte. Das war wichtig, da eine Anschlußleitung für den Anschluß von bis 30 Teilnehmern verwendet werden konnte.

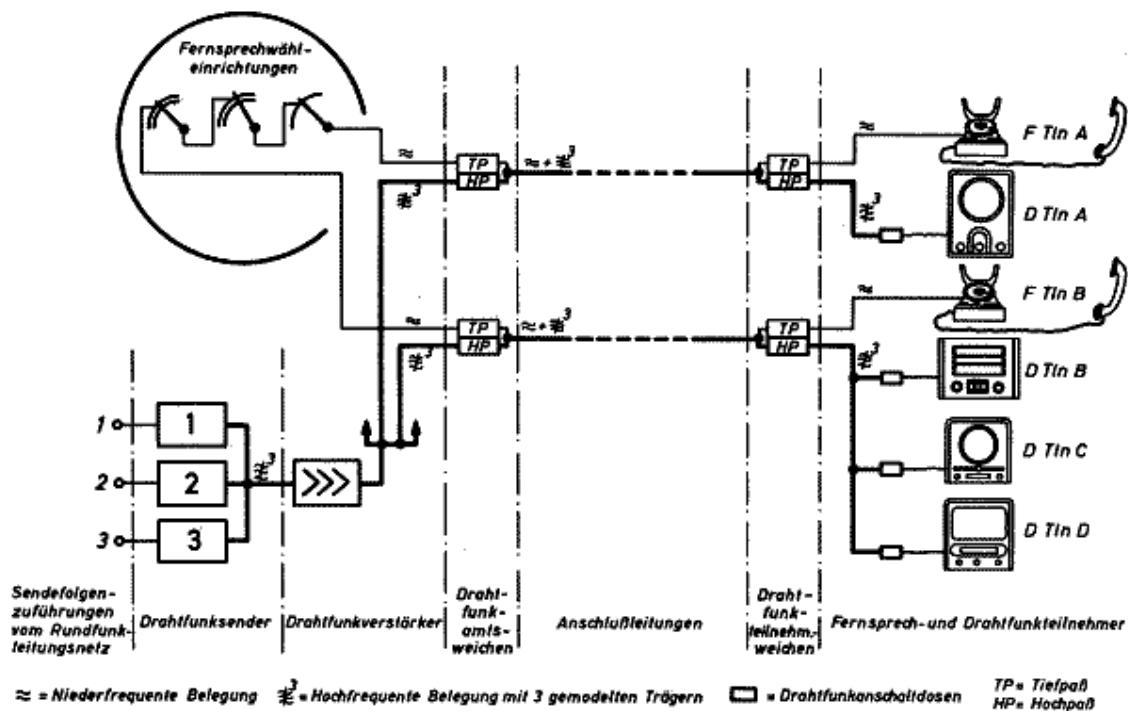
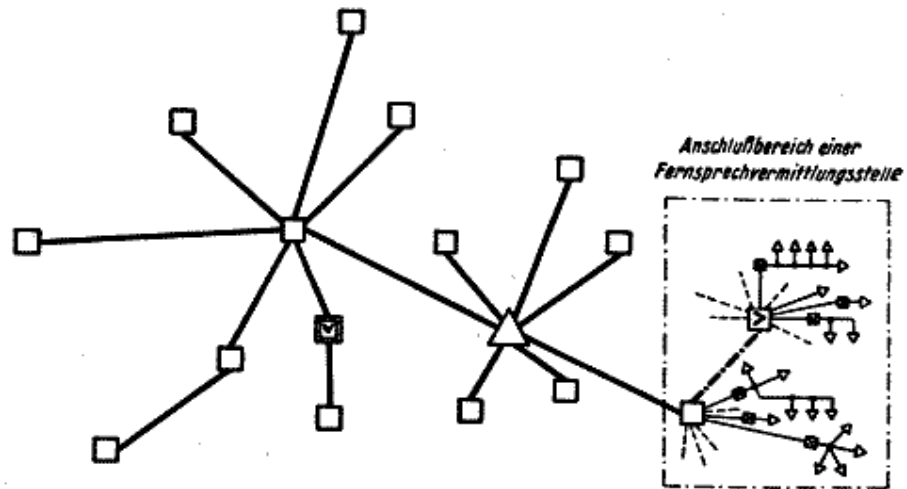


Bild 131 Fernsprechen und hochfrequente Drahtfunkübertragung auf Leitungen

Das Bild 131 zeigt in schematischer Darstellung, wie die Df-Übertragung vom Studio bis zum Teilnehmer erfolgte.

Das Drahtfunktendeamt, die Df-Verstärkerämter und die Df-Teilnehmer mit den jeweils dazwischen liegenden Verbindungsleitungen bildeten eine Df-Netzgruppe. Der Durchmesser derartiger Df-Netzgruppen betrug bis zu 50 km. Sicherheitsgründe sprachen dafür, das Gebiet nicht zu groß zu wählen und die Df-Netzgruppen soweit zu vermaschen, daß bei Ausfall eines Senders die Nachbarsender das beeinträchtigte Gebiet mitversorgen konnten. Den grundsätzlichen Aufbau einer Df-Netzgruppe zeigt Bild 132.



Zeichenerklärung:

- △ Drahtfunktaste- und Drahtfunkverstärkeramt
- Drahtfunkverstärkeramt bei Fernsprechvermittlungsstellen
- ⊠ Drahtfunkhilfsverstärkereinrichtung
- ⊡ Drahtfunkverteilungsverstärkereinrichtung } an Orten ohne Fernsprechvermittlungsstellen
- Drahtfunkverbindungsleitung
- - - - - Drahtfunkverteilungsverstärkerleitung
- · - · - Drahtfunkanschlußleitung
- Drahtfunkteilnehmerweiche
- Drahtfunkempfangsstelle (Drahtfunkanschaltdose)

Bild 132
Aufbau einer Draht-
funknetzgruppe

Als Verstärker im Netz wurden vorwiegend Breitbandverstärker verwendet. Die Übertragungsgüte war, dank der verwendeten großen NF-Bandbreite von 30 - 10000 Hz hoch. Die Träger waren amplitudenmoduliert, es wurden beide Seitenbänder voll übertragen. Der Klirrfaktor, betrug weniger als 1,5 % bei 80 % Modulation.

Während der Ton-Drahtfunk - aus Gründen, der Störfreiheit - normalerweise **symmetrisch** übertragen wurde und den Drahtfunktastern bis zum Kriegsende über das gut ausgebaute Rundfunkleitungsnetz das Programm des Deutschlandsenders, des Bezirkssenders und das eines benachbarten Sendebereichs zugeführt wurde, wurde in den letzten Kriegsjahren das Netz für den Luftschutzwarndienst der Zivilbevölkerung in den Städten herangezogen. Damit in kurzer Zeit möglichst viele Rundfunkteilnehmer einen Anschluß an das, Df-Netz erhielten, wurde als Notlösung eine "**unsymmetrische Versorgung**" eingeführt. Im Df-Sendeamt wurde die Sendespannung der Amsterde und über Kondensatoren nicht beschalteten Doppeladern jedes Teilnehmerkabels zugeführt. Der Rundfunkteilnehmer hatte selbst eine Verbindung mit der Fernsprechleitung (z., B. Kabelmantel) zur Antennenbuchse seines Rundfunkempfängers herzustellen. Die Übertragung war dabei sehr ungleichmäßig und oft stark gestört [7].