

Moderne Kleinfunkgeräte

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen**

Band (Jahr): **39 (1966)**

Heft 1

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-560048>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Moderne Kleinfunkgeräte

Rückblick

In den letzten 15 Jahren, welche durch das Eindringen der Halbleiter-Schaltelemente in einen grossen Teil der Gebiete der Technik gekennzeichnet sind, wurden wesentliche Fortschritte im Bau von Kleinfunkgeräten erzielt. Zum Teil gelang es, die Geräte unter Beibehaltung ihrer funktechnischen Eigenschaften wesentlich zu verkleinern und im Betrieb zu verbilligen. Zum Teil konnte deren Leistungsfähigkeit, unter Beibehaltung kleiner Abmessungen, wesentlich gesteigert werden, oder es wurden alle diese Verbesserungen gleichzeitig erreicht. Die Entwicklung in diesem Sinne befindet sich noch in vollem Fluss, aber es lohnt sich, einmal zusammenfassend die Anforderungen, die an ein modernes Kleinfunkgerät gestellt werden müssen, festzuhalten, sie gegenüber den an grössere Funkgeräte gestellten abzugrenzen und anhand von bewährten Ausführungen die Möglichkeiten zu zeigen, mit welchen sie erfüllt werden können.

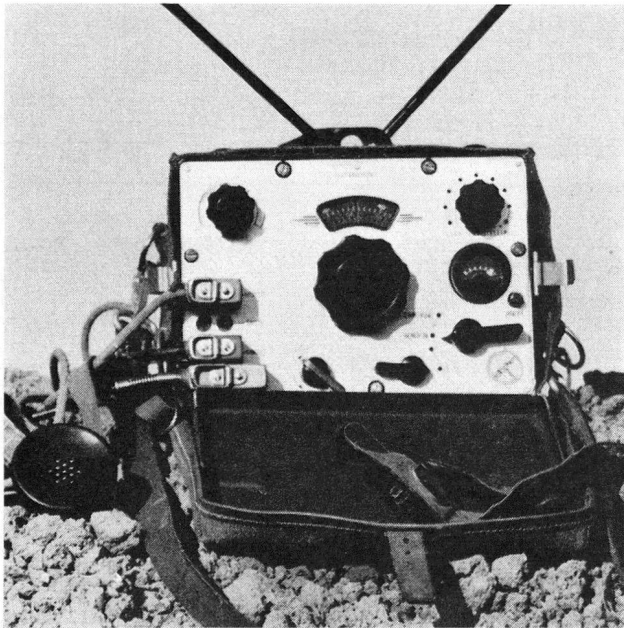


Fig. 1: Kleinfunkgerät «Max» aus dem Jahre 1945. Dazu gehört noch ein Hand- oder Tretgenerator. Frequenzbereich 58,4 bis 68,4 MHz, kontinuierlich einstellbar. Sendeleistung 100 mW. Empfindlichkeit 20 μ V. Amplitudenmodulation. Gewicht (ohne Speiseteil) 3,5 kg, mit sämtlichem Zubehör 12,35 kg.

Die Fig. 1 bis 4 zeigen ungefähr im gleichen Maßstab Funkgeräte aus den Jahren 1945 bis 1961. Die auf den Fig. 1 bis 3 dargestellten Geräte sind mit Röhren, das auf Fig. 4 abgebildete mit Transistoren bestückt.

Anforderungen an ein Kleinfunkgerät

Soll ein Kleinfunkgerät diesen Namen wirklich verdienen, muss es in erster Linie so klein und leicht sein, dass es, ohne Behinderung und ohne Ermüdung zu verursachen, überallhin mitgenommen werden kann, wie dies beispielsweise aus dem Bild 5 ersichtlich ist. Ferner soll es mittels verschiedener Tragvorrichtungen für die verschiedensten Zwecke verwendet

werden können. Durch ein reichhaltiges Sortiment von Zubehörteilen und mannigfaltigen Ausführungsvarianten soll möglichst vielen Wünschen entsprochen werden können, wobei sich die letztgenannten Anforderungen natürlich möglichst wenig auf den Preis der einfachsten Ausführung auswirken sollten. Einen entscheidenden Faktor stellen auch die Betriebskosten dar. Batteriekosten von Fr. 30.— pro Tag, wie sie früher bei tragbaren Geräten nicht aussergewöhnlich waren, werden heute nicht mehr als zumutbar angesehen. Da die Sendeleistung aus den erwähnten Gründen auf einen kleinen Wert beschränkt werden muss, ist — um trotzdem eine genügende Reichweite zu erzielen — erstens der Antennenfrage grosse Aufmerksamkeit zu widmen und zweitens auf der Empfangsseite die Empfindlichkeit auf den grösstmöglichen Wert zu steigern. Wenn man bedenkt, dass mit der Verdoppelung der in einer bestimmten Richtung abgestrahlten Feldstärke oder mit der Verdoppelung der Empfindlichkeit das gleiche Ergebnis wie mit einer Vervielfachung der Sendeleistung erzielt wird, ist der Wert von diesbezüglichen Anstrengungen ohne weiteres einzusehen, Modulationsart und -charakteristik müssen derart gewählt werden, dass einerseits im Gesamtinteresse der Benutzer von Funkgeräten eine mög-

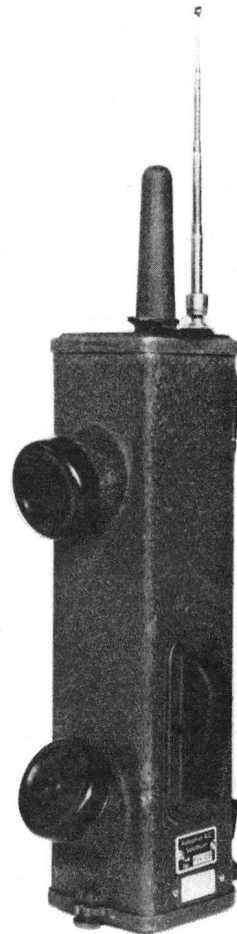


Fig. 2: Kleinfunkgerät «Fox» aus dem Jahre 1949. Frequenzbereich 3,5 bis 6 MHz. 1 Kanal, kristallgesteuert. Sendeleistung 20 mW. Empfindlichkeit 6 μ V. Amplitudenmodulation. Gewicht (inkl. Batterien) 2,5 kg.

lichst kleine Bandbreite beansprucht und andererseits auch unter ungünstigen Voraussetzungen das beste Ergebnis erzielt wird. Zur Bedienung der Geräte dürfen nur geringe Kenntnisse vorausgesetzt werden, und die Störung von Verbindungen in fremden Netzen darf auch bei unsachgemäßer Handhabung nicht möglich sein. Für den Betrieb in Funknetzen der verschiedensten Art muss eine Verkehrsmöglichkeit auf mehreren Kanälen und eine voneinander unabhängige Wahl von Sende- und Empfangsfrequenzen gefordert werden. Die Kreise und Filter müssen dabei derart beschaffen sein, dass der Kanalwechsel lediglich durch das Umschalten von Quarzkristallen erfolgen kann, wobei natürlich die Kanäle für einen bestimmten Sender oder Empfänger relativ nahe beieinanderliegen müssen. Massnahmen zur Unterdrückung des Rauschens in Empfangspausen werden als selbstverständlicher Bedienungskomfort von einem modernen Kleinfunkgerät verlangt, und in bestimmten Fällen ist ausserdem eine einfache Einrichtung zum wahlweisen Aufruf verschiedener Stationen wünschbar. Beim Besprechen mit Mikrotelephon hat sich ein gewisses Mithören der eigenen Stimme als vorteilhaft erwiesen, da dadurch das Gefühl vermieden werden kann, ins Leere zu sprechen. Als allgemeine Forderung für



Fig. 3: Kleinfunkgerät SE 207 aus dem Jahre 1958. 86 kristallgesteuerte Kanäle im Bereich von ca. 6 m. Sendeleistung bei Batteriebetrieb 800 mW (mit fremder Spannungsquelle 3 W). Empfindlichkeit $0,5 \mu\text{V}$. Frequenzmodulation. Gewicht (mit Batterien) 11,3 kg.



Fig. 4: Kleinfunkgerät SE 18 A aus dem Jahre 1961. 4 kristallgesteuerte Kanäle im Frequenzbereich 148 bis 174 MHz (2 m) oder 68 bis 87,5 MHz (4 m). Kanalabstand 25 oder 50 kHz. Sendeleistung 750 mW. Empfindlichkeit $0,5 \mu\text{V}$. Phasenmodulation. Gewicht (mit Batterie) 2,5 kg. Bestückung mit Transistoren und 2 Röhren.

tragbare Geräte ist noch die Unempfindlichkeit gegenüber mechanischen Beschädigungen zu nennen, und endlich sollten sie in bezug auf Zuverlässigkeit und Reparaturmöglichkeit nicht schlechter dastehen als grössere Geräte.

Es ist selbstverständlich, dass diese Anforderungen die an Radiotelephonanlagen gestellten nicht erreichen können, da Radiotelephonanlagen normalerweise in Fahrzeugen eingebaut werden und daher viel schwerer sein dürfen. Die Unterschiede erscheinen bei einer ersten Betrachtung nicht so gross, wie man dies vielleicht vorerst vermuten würde. Die Hauptpunkte in dieser Beziehung sind die wesentlich kleinere Sendeleistung der Kleinfunkgeräte und der Verzicht auf gleichzeitiges Senden und Empfangen. Diese beiden Beschränkungen haben sehr weitreichende Folgen, denn es sind in erster Linie der Wegfall einer Antennenweiche und das Auftreten niedrigerer Höchsttemperaturen, welche eine kleine und relativ einfache Ausführung der Geräte erlauben.

Für die Trennschärfe und die Dämpfung der Nebenempfangsstellen und die Intermodulationsfestigkeit müssen zwar auch bei einem Kleinfunkgerät beachtliche Werte gefordert werden, welche aber nicht an diejenigen für Radiotelephonanlagen heranreichen. Einerseits wirken sich jedoch die in diesem Sinne weniger günstigen Eigenschaften von Empfängern nur dann störend aus, wenn diese in der Nähe von fremden Sendern aufgestellt sind, und andererseits nehmen die störenden Eigenschaften der Nebenwellen des Senders mit der Sendeleistung ab, so dass bei einem Kleinfunkgerät aufgrund seines Einsatzes und seiner Eigenschaften in bezug auf diese beiden Punkte keine Bedenken vorhanden sind.

Auch in bezug auf die Stabilität der Sende- und der Empfangsfrequenz müssen bei einem Kleinfunkgerät grössere Toleranzen zugelassen werden. Wenn man bedenkt, dass die Ab-

weichungen in erster Linie temperaturabhängig sind, ist zu berücksichtigen, dass bei Verbindungen mit Kleinfunkgeräten in den meisten Fällen beide Stationen einigermaßen unter den gleichen Umgebungsbedingungen betrieben werden, so dass zu erwarten ist, dass die höchstmöglichen theoretischen Frequenzdifferenzen zwischen zwei miteinander verkehrenden Stationen in der Praxis kaum je einmal auftreten.

In bezug auf die höchstzulässige Sendebetriebsdauer, insbesondere bei hoher Umgebungstemperatur, müssen die Anforderungen an ein Kleinfunkgerät gegenüber grösseren Anlagen ebenfalls herabgesetzt werden. Um das Gerät in den seltenen Fällen, in welchen die Gefahr besteht, dass es durch Überschreiten der dementsprechenden Beschränkungen beschädigt werden könnte, zu schützen, kann eine Sicherung angebracht werden, welche es in diesen Fällen ausser Betrieb setzt.

Möglichkeiten zur Erfüllung der gestellten Forderungen

Zur Erfüllung der oft sich widersprechenden Forderungen können in den einen Fällen Alternativlösungen gewählt, in



Fig. 5: Gerät SE 18 A im Einsatz im Rangierbetrieb. Dank dem Lautmonophon bleiben beim Empfang beide Hände frei, und beim Senden ist lediglich eine am Gerät angebrachte Taste zu drücken. Durch einen von der Gegenstation automatisch periodisch ausgesendeten Kontrollton hat der Mann Gewissheit, dass die Verbindung mit der Gegenstation vorhanden ist.

den meisten müssen jedoch Kompromisse gesucht werden. Dem Bedürfnis nach universeller Verwendbarkeit eines bestimmten Gerätetyps ohne Belastung der einfachen Ausführungen mit nicht notwendigen Teilen oder unnötigem leerem Platz kann am besten durch die Schaffung von zwei Gehäusegrössen entsprochen werden, wobei im kleinen Gehäuse nur die einfachste Ausführung Platz findet, währenddem das grosse Gehäuse imstande sein muss, alle erdenklichen Kombinationen von Geräten und Zubehöerteilen aufzunehmen. Die Fig. 6 zeigt, mit A und B bezeichnet, als Beispiel die beiden

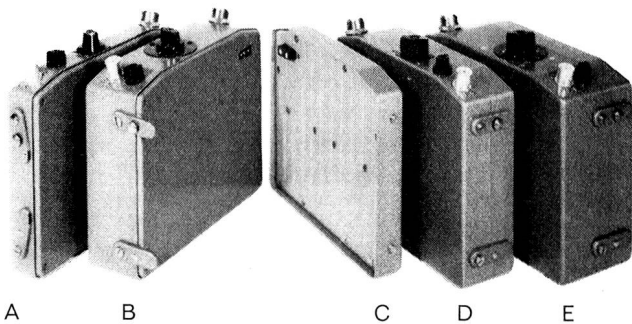


Fig. 6 Verschiedene Ausführungen von SE 18-Geräten.

- A Sender-Empfänger für höchstens 4 Kanäle und Rufoszillator.
- B Sender-Empfänger für höchstens 6 Kanäle und wahlweise zweiten Empfänger und anderes Zubehör.
- C Gasdichter Akkumulator für 6 V 4 Ah.
- D Gerät A mit Akkumulator kombiniert.
- E Gerät B mit Akkumulator kombiniert.

Gehäuse des Sende-Empfangsgerätes SE 18, welche sich ausschliesslich in ihrer Dicke unterscheiden. Durch Verwendung in ihrer Dicke unterschiedlicher Akkumulatorenbatterie zur Stromversorgung, welche auf derselben Figur mit C bezeichnet ist und welche mit dem Gehäuse A oder B zu einem vollständigen Funkgerät (D und E) verbunden werden kann, können die Betriebskosten wesentlich gesenkt werden, indem der Akkumulator immer wieder aufgeladen werden kann. Es ergibt sich daraus gegenüber der Verwendung von Trockenbatterien der weitere Vorteil, dass für den Wechsel der Batterie nicht erst deren Erschöpfung abgewartet muss, sondern dass jeweils bei der Betriebsaufnahme vorbeugend ein frisch geladener Akkumulator angeschlossen werden kann. Diese Möglichkeiten eröffneten sich erst mit der Entwicklung von gasdichten Akkumulatoren, welche — zwar nur mit einem kleinen Strom — beliebig lange geladen werden können. Für die zu wählende Batteriekapazität kann als guter Kompromiss zwischen Betriebsdauer und Gewicht ein Wert bezeichnet werden, welcher für eine Betriebsdauer von 24 Stunden ausreicht, wovon 2 Stunden Sende- und die übrige Zeit Empfangsbetrieb. Bei den auf Fig. 4 und 6D abgebildeten Geräten ist unter diesen Voraussetzungen das Batteriegehäuse ungefähr gleich gross wie das gemeinsame Gehäuse für Sender und Empfänger.

Für die Modulation hat sich die Phasenmodulation als am besten geeignet erwiesen. Diese Modulationsart entspricht bei sinusförmigen Modulationsfrequenzen bekanntlich einer Frequenzmodulation, bei welcher jedoch der Frequenzhub nicht nur zur Amplitude des Modulationssignals, sondern auch zu dessen Frequenz proportional ist (pre-emphasis). Da in der

Rasch sichere
Verbindung mit

SE 18



Das Kleinfunkgerät SE 18 der Autophon ist leicht, handlich, leistungsfähig. Es wiegt nur 2,6 kg. Es ist nur 19,8 cm breit, 16,6 cm hoch und 5,5 cm dick: etwa halb so gross wie ein Telefonbuch.

Die Reichweite beträgt in offenem Gelände bis 20 km, im Innern von Ortschaften oder in hügeligem Terrain noch gute 3 km.

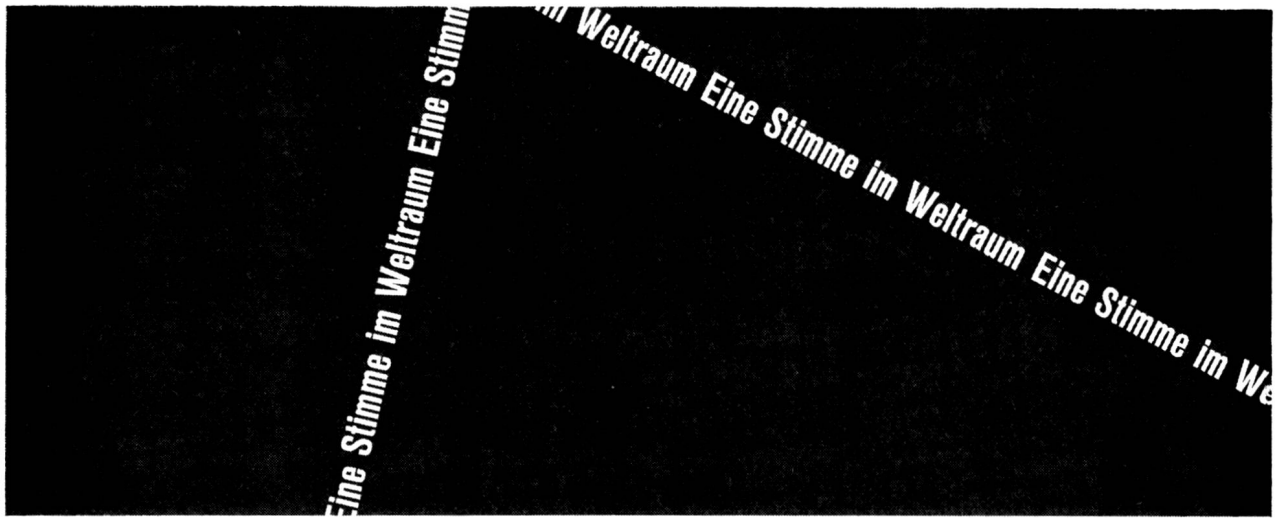
Der Nickel-Cadmium Akkumulator liefert Strom für 110 Stunden reine Empfangszeit oder 25 Betriebsstunden mit 10% Sendezeit. Er kann leicht und beliebig oft aufgeladen werden.

SE 18 Kleinfunkgerät

Ausführungen mit 1...4 oder 1...6 Kanälen; eingerichtet für Wechselsprechen oder bedingtes Gegensprechen. Auf Wunsch Prospekte oder Vorführungen.

AUTOPHON

Zürich: Lerchenstrasse 18, Telefon 051 / 27 44 55
Basel: Peter-Merian-Str. 54, Telefon 061 / 34 85 85
Bern: Belpstrasse 14, Telefon 031 / 25 44 44
St. Gallen: Teufenerstrasse 11, Telefon 071/2335 33
Fabrik in Solothurn



Eine Stimme im Weltraum... Eine bemerkenswerte ITT-Entwicklung erlaubt jetzt jeder Nation an den vielen Vorteilen der Funkverbindungen via Satelliten teilzunehmen.

Die ITT hat dafür eine völlig neuartige **Satelliten-Bodenfunkstelle** entwickelt. Neue Verbindungswege für Telefonie-, Telegraphie- und Datenübertragung werden damit durch den Weltraum erschlossen. Die Bodenstation ist leicht transportierbar und kann innert 24 Stunden betriebsbereit montiert werden.

Diese universelle Satelliten-Bodenstation ist zuerst im NASA „Relay“-Projekt eingesetzt worden. Sie kann aber technisch leicht an andere Satelliten-Typen angepasst werden. Mit dieser Anlage wurde die erste Raumverbindung zwischen USA und Brasilien hergestellt. Heute sind nun Bodenstellen dieser Art auch in Deutschland und Spanien im praktischen Einsatz.

Die **International Telephone and Telegraph Corporation** (ITT) ist auf fast allen Gebieten der Raumforschung tätig, von den kleinsten Sonder-Komponenten, Satelliten-Bordausrüstungen, Uebermittlungs- bzw. Leitsystemen am Boden bis zu umfangreichen Totalprojekten. Die ITT, als der bedeutendste Lieferant von elektronischen und nachrichtentechnischen Anlagen und Geräten, ist in der Schweiz vertreten durch die **STANDARD TELEPHON UND RADIO AG** in Zürich.

STR

Ein **ITT** - Unternehmen

Sprache die hohen Frequenzen zwar nur mit kleinen Amplituden vertreten, für die Verständlichkeit jedoch ausschlaggebend sind, können mit dieser Modulationsart Geräuschabstand und Verständlichkeit verbessert werden [1]. Ausserdem ergibt die Phasenmodulation unter der selbstverständlichen Voraussetzung, dass Sende- und Empfangsfrequenzen durch Schwingquarze gesteuert werden müssen, auf der Sendeseite die folgerichtigste Lösung, indem die vom Sendekristall gelieferte Schwingung gleichbleibender Frequenz in der Phase mit einem relativ kleinen Hub moduliert und ihre Frequenz in bekannter Weise vervielfacht wird, wodurch der Hub ebenfalls proportional zunimmt. Auf der Empfangsseite, wo alle bekannten Demodulationsarten, z.B. diejenige mit einem Ratio-Detektor, auf der Umwandlung der Frequenzabweichung in ein Niederfrequenzsignal beruhen, ist dann jedoch anschliessend an die Demodulation noch eine lineare Frequenzverzerrung (de-emphasis) notwendig. Die Ausnützung der durch die Frequenz- bzw. Phasenmodulation gebotenen Vorteile in bezug auf Störraum hängen weitgehend von der Wirksamkeit einer vor dem Demodulator (Diskriminator) eingefügten Begrenzerstufe ab.

In bezug auf die Wahl des höchstmöglichen Frequenzhubes und den damit im Zusammenhang stehenden Kanalabstand stellen sich Probleme, die nicht allgemein bekannt sein dürften und deren Diskussion sich daher lohnt. Wie in der Literatur [2] dargestellt, nähern sich bei abnehmendem Kanalabstand und damit abnehmendem Frequenzhub die Eigenschaften der Frequenz- bzw. Phasenmodulation denjenigen der Amplitudenmodulation. Unter der Voraussetzung gleicher zu übertragender Niederfrequenzsignale nimmt, sofern das Signal-Rauschverhältnis eines empfangenen Hochfrequenzsignals gut ist, der Störabstand im demodulierten Niederfrequenzsignal bei Frequenz- bzw. Phasenmodulation mit zunehmendem Frequenzhub zwar zu, hingegen ergibt beim Vorhandensein eines extrem schlechten Signal-Rauschverhältnisses im Hochfrequenzsignal die Amplitudenmodulation für den (natürlich ebenfalls schlechten) Störabstand im demodulierten Niederfrequenzsignal bessere Werte. Bei den zwischen diesen Extremen liegenden Fällen werden für jedes Signal-Rauschverhältnis bei einem bestimmten Wert des Frequenzhubes die günstigsten Verhältnisse geschaffen. Der günstigste Frequenzhub kann deshalb nur unter Voraussetzung bestimmter Empfangsverhältnisse festgelegt werden und hat deshalb bei tragbaren Sende- und Empfangsgeräten einen andern Wert als bei Rundfunk. Ein kleiner Frequenzhub, welcher den weiteren grossen Vorteil der Ermöglichung eines kleinen Kanalabstandes aufweist, ist somit in vielen Fällen ausgesprochen vorteilhaft und in den übrigen kaum nachteilig. Da jedoch bei der Verminderung des Frequenzhubes die benötigte Bandbreite für das gesamte ausgesendete Frequenzspektrum, sofern sich der Hub der höchsten zu übertragenden Niederfrequenz nähert, weniger als proportional zu dieser Verminderung abnimmt, besteht eine Grenze für Kanalabstand und Frequenzhub, unterhalb welcher die Phasenmodulation kaum noch Vorteile gegenüber der Amplitudenmodulation bietet. Während man früher einen Kanalabstand von 50 kHz und einen Hub von 15 kHz für richtig hielt, ist man inzwischen auf dem für Sprache als Grenze zu betrachtenden Wert von 5 kHz Hub angelangt, wobei eine Bandbreite von ungefähr

20 kHz beansprucht wird. Als Nachteil einer kleinen Bandbreite muss auf die grössere Auswirkung der in einer bestimmten Verbindung unvermeidlichen Abweichungen zwischen Sende- und Empfangsfrequenz hingewiesen werden, welche mit kleiner werdendem Kanalabstand zwar absolut gleich bleiben, relativ jedoch stärker ins Gewicht fallen. Die im praktischen Betrieb auftretenden Abweichungen sind jedoch bis zum Bereich von ca. 200 MHz nie so gross, dass dadurch eine Verständigung verunmöglicht würde.

Um die für einen Sender festgelegte höchstzulässige Bandbreite nicht zu überschreiten und dadurch fremde Verbindungen zu stören, ist eine Hubbegrenzung notwendig, welche bei zu lautem Sprechen die Signale zwar verzerrt, jedoch nicht unverständlich macht. Die Wahl der Schaltbreite, d. h. des Frequenzbandes, innerhalb welchem bei einem bestimmten Gerät die verschiedenen umzuschaltenden Kanäle gewählt werden können, stellt einen Kompromiss zwischen Störungsempfindlichkeit und der Möglichkeit günstiger Frequenzplanung dar. Ein Wert zwischen 0,6 und 1,2 MHz, worin 24 bzw. 48 Kanäle mit 25 kHz Kanalabstand untergebracht werden können, wird als den meisten Forderungen gerecht werdend angesehen.

Die Entwicklung der Transistoren für hohe Frequenzen und hohe Leistungen ist noch immer im Fluss, was sich unter anderem in einer ständig sinkenden Preistendenz für solche Transistoren bemerkbar macht. Da zur Zeit der Entwicklung der auf Fig. 4 und 6 dargestellten Geräte solche Transistoren noch kaum erhältlich waren, entschied man sich seinerzeit für die Ausstattung der Sender-Endstufe mit Röhren und nahm den damit verbundenen erhöhten Energieverbrauch und den Aufwand für die Erzeugung passender Spannungen in Kauf. Neuentwicklungen von Kleinfunkgeräten können nun jedoch ohne Schwierigkeiten ausschliesslich mit Transistoren ausgerüstet werden.

Der Forderung nach kleinstmöglichem Raumbedarf kann am besten durch Aufbau der Geräte mittels Leiterplatten genügt werden. Um die erwähnten Vorteile zu erreichen, muss jedoch von der beispielsweise in elektronischen Steuergeräten angewandten Einschubtechnik abgegangen werden, in welcher die Leiterplatten in Rahmen mit Stecken eingeschoben werden, und in welcher die Widerstände und Kondensatoren mit ihren Achsen parallel zur Leiterplatte verlaufen. In Kleinfunkgeräten müssen die Schaltelemente, wie Fig. 7 zeigt, aufgestellt werden, wodurch ein wesentlicher Platzgewinn erzielt werden kann. Eine solche Anordnung erschwert allerdings die Anwendung des zeitsparenden Tauchlötverfahrens. Befestigung

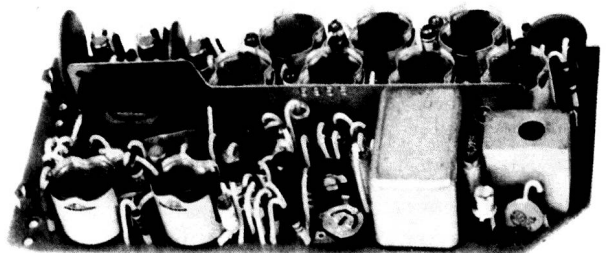


Fig. 7: Detail aus einer Leiterplatte von der Elementenseite aus gesehen. Durch die Anordnung der Schaltelemente senkrecht zur Plattenfläche wird eine raumsparende Bauart erreicht.

gen und Abschirmungen von Spulen werden vorteilhafterweise auch mit den Platten verlötet, wodurch die Zahl der Schraubenverbindungen und damit auch die Wahrscheinlichkeit von Störungen, welche durch sich lösende Schrauben verursacht werden, herabgesetzt werden kann. Es ist nicht nur für die Fabrikation, sondern auch für die Fehlersuche an Funkgeräten vorteilhaft, wenn — wie aus Fig. 8 ersichtlich — auf den Leiterplatten Ösen angeordnet werden, an welche gegebenenfalls Verbindungen zu Messinstrumenten angeklemt werden können. Durch Markierung bestimmter Messpunkte mit Farbe wird eine weitere Erleichterung in diesem Sinne erreicht.

Diskussion besonderer bei der Entwicklung auftretender Probleme

Um im Empfänger eine scharfe Selektion zu erreichen und um das Empfangssignal mit genügendem Wirkungsgrad demodulieren zu können, ist eine möglichst tiefliegende Zwischenfrequenz (ZF) erwünscht. Bei Empfangsfrequenzen im UKW-Gebiete kann jedoch eine solche Forderung nicht mit einer einzigen ZF erfüllt werden, da dann der Empfang der Spiegelfrequenz nicht verhindert werden könnte. Es ist daher zwei-

malige Mischung notwendig, wobei die Hauptselektion in der 2. ZF erzielt wird, während die Selektion in der Empfangsfrequenz den Empfang der auf die 1. ZF bezüglichen Spiegelfrequenz und die Selektion in der 1. ZF den Empfang der auf die 2. ZF bezüglichen Spiegelfrequenz verhindern muss. Beide Überlagerungsfrequenzen müssen mit Kristallen erzeugt werden, um eine genügende Stabilität der Empfangsfrequenz zu ermöglichen, wobei für die sehr hoch liegende erste Überlagerungsfrequenz, sofern keine entsprechenden Kristalle erhältlich sind, eine Vervielfachung der Kristallfrequenz notwendig ist. Die zweimalige Mischung bringt als unvermeidlichen Nachteil infolge der Erzeugung unerwünschter Mischprodukte eine gewisse Gefahr von Nebenempfangsstellen mit sich. In den abgebildeten Geräten SE 18 wurden die Frequenzen für die 1. ZF auf 10,7 MHz und für die 2. ZF auf 471 kHz festgesetzt, womit allen Forderungen an die Selektion entsprochen werden kann. Änderungen des Empfangskanals werden durch Änderung der ersten Überlagerungsfrequenz bewirkt, so dass die Schaltbreite durch die Durchlassbreite in den Eingangskreisen bestimmt ist.

Wegen des kleinen zur Verfügung stehenden Raumes kommen als Filter zur Ausiebung der Empfangs- und Zwischenfrequenzen nur solche mit konzentrierten Schaltelementen, d. h. aus Spulen und Kondensatoren aufgebaute, in Frage. Der grundsätzlich gegenüber Röhren niederohmige Charakter aller Transistorschaltungen kommt zudem dieser Forderung entgegen. Infolge der gegenüber Topfkreisen bedeutend kleineren erreichbaren Kreisgüte sind zur Erreichung des gleichen Ziels mehr Kreise erforderlich, wobei die Filter als mehrkreisige unsymmetrische, nach Filtertheorien berechnete Filter ausgeführt werden müssen. Bei Filtern dieser Art, welche neben einer schmalen Durchlassbandbreite eine hohe Flankensteilheit, verbunden mit einer kleinen Dämpfung im Durchlassgebiet, besitzen, muss die Güte jedes einzelnen Kreises und die Kopplung zwischen zwei Kreisen entsprechend dem Ergebnis der Berechnung bewusst gewählt werden. Dies kann nur dann erreicht werden, wenn sämtliche, der Selektion eines Frequenzbandes dienenden Kreise ohne Zwischenverstärkung zusammengefasst werden und die notwendige Verstärkung in einem mehrstufigen Verstärker konzentriert wird. Auf diese Weise werden auch Anpassungsverluste und -schwierigkeiten, die beim abwechslungsweisen Einsatz von Verstärkerstufen und Filterkreisen auftreten, vermieden. Entsprechende Stromkreise für die Ausiebung der 2. ZF (471 kHz) sind auf Fig. 9 dargestellt, und die Fig. 10 zeigt die entsprechende Selektionskurve. Auf der selben Figur ist auch die Selektionskurve für die 1. ZF (10,7 MHz) aufgezeichnet. Im letztgenann-

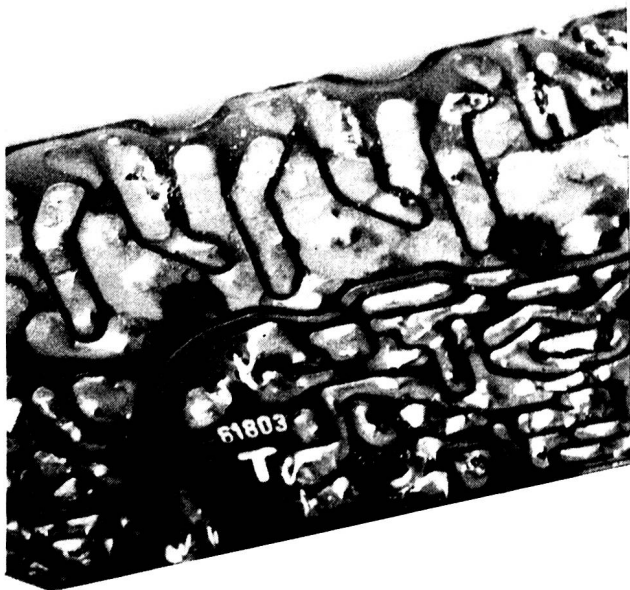


Fig. 8: Detail aus einer Leiterplatte von der Leiterseite aus gesehen. Durch Lötösen, farbige Markierungen und sonstige Anschriften werden Abstimmung und Unterhalt erleichtert.

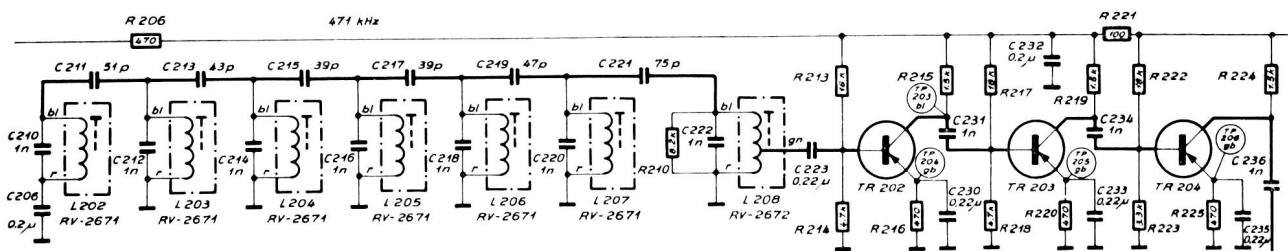


Fig. 9: Schema des Filters und Verstärkers für die zweite Zwischenfrequenz eines Funkgerätes. Durch Konzentration der Kreise einerseits und der Verstärkerstufen andererseits kann gegenüber abwechslungsweisem Einsatz von Filter- und Verstärkerkreisen eine bessere Filtercharakteristik erreicht werden.

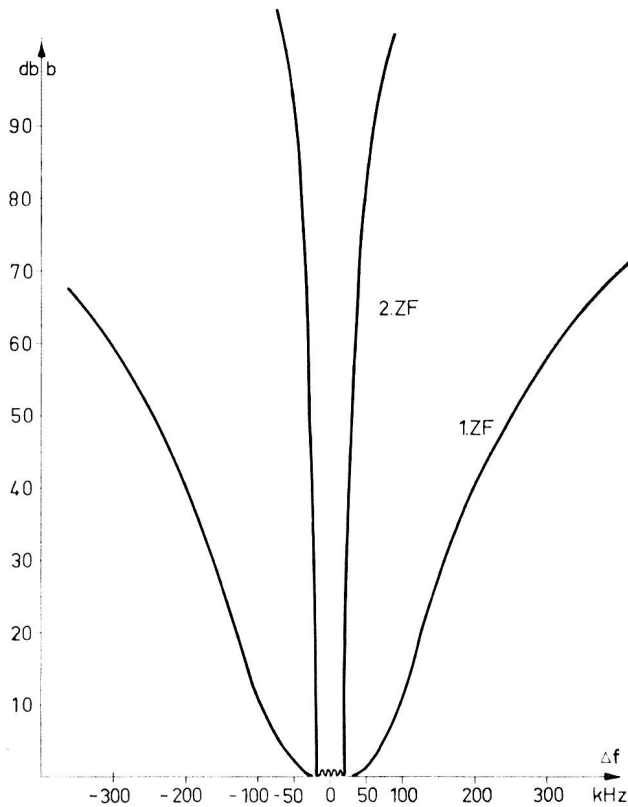


Fig. 10: Beispiele von Selektionskurven für die erste und die zweite Zwischenfrequenz bei 50 kHz Kanalabstand. Die 1. ZF beträgt in diesem Beispiel 10,7 MHz und die zweite 471 kHz.

ten Falle ist die beschriebene Anordnung wegen der Schwäche des vorhandenen Zwischenfrequenzsignals nicht konsequent durchführbar, indem die Kette der Filterkreise durch einen neutralisierten Verstärker unterbrochen werden muss, so dass die Filterkurven leicht voneinander abweichende Charaktere aufweisen.

Für die Phasenmodulation des Senders wird vorzugsweise ein phasenlineares Bandfilter verwendet, in welchem die Kapazitäten durch spannungsabhängige Kondensatoren gebildet werden. Durch Überlagerung der Modulationsfrequenz über eine feste, an diese Kondensatoren angelegte Vorspannung wird die Lage des Durchlassbandes dieses Filters in bezug auf die zu modulierende Frequenz im Takte der Modulation derart verändert, dass diese Frequenz zwar immer innerhalb dieses Bandes verbleibt, jedoch in ihrer Phase verschieden stark gedreht wird [3]. Mit einem dreikreisigen Filter kann auf diese Weise ein Phasenhub von mehr als ± 2 Radianen erreicht werden, so dass bei 1 kHz Modulationsfrequenz mit lediglich einer Verachtfachung mehr als 16 kHz Hub erreicht werden können und für einen Höchsthub von 5 kHz bereits mit einer Verdoppelung auszukommen ist. Der nichtlineare Zusammenhang zwischen Modulationsspannung und Kapazität der veränderbaren Kondensatoren kann durch passende Verstimmung der Modulatorkreise nahezu ausgeglichen werden, so dass trotzdem eine bemerkenswert lineare Modulationskennlinie zu erreichen ist.

Für die Erzeugung der Anodenspannung der Röhren muss ein Spannungsumformer verwendet werden. Im Hinblick auf die Möglichkeit, das Funkgerät aus einer in ihrer Spannung stark schwankenden Autobatterie anstelle der zugehörigen tragbaren Batterie zu betreiben, müssen die Ausgangsspannungen dieses Umformers stabilisiert werden. Vorteilhafterweise wird die Heizspannung der Röhren ebenfalls durch den Umformer geliefert. Als Spannungsumformer steht heutzutage nur noch der transistorbestückte Sperrschwinger, welcher gleichzeitig als Transformator dient, zur Diskussion [4]. Sofern nicht — wie das meist üblich ist — die während der Abnahme, sondern die während der Zunahme des Primärstromes entstehende Sekundärspannung gleichgerichtet wird, wird eine von der Belastung unabhängige Spannung erzielt. Die dann noch verbleibende Abhängigkeit der Ausgangsspannung von der Batteriespannung kann durch irgendeine Regeleinrichtung behoben werden. Als besonders günstig hat es sich dabei erwiesen, wenn nicht die am Ausgang erzeugte gleichgerichtete Spannung, sondern die Spannung jedes einzelnen Impulses zur Regelung herangezogen wird. Die Anwesenheit eines Umformers in einem auf kleinem Raum zusammengedrängten Funkgerät bringt wegen der dabei erzeugten Störspannungen und der Gefahr des Auftretens von störender Sekundärmodulation durch die Umformerdiode besondere Probleme mit sich. Da ein solcher Umformer üblicherweise oberhalb des Sprachbandes, beispielsweise bei 7 kHz arbeitet, sind die durch ihn verursachten Störungen zwar nicht direkt hörbar, erzeugen aber infolge ihrer hohen Frequenz einen relativ grossen störenden Frequenzhub mit einem breiten Frequenzspektrum, durch welches fremde Verbindungen gestört werden können. Um solche störende Wirkungen zu beseitigen, sind eingehende Siebungs- und Abschirmmassnahmen zu treffen, worunter beispielsweise die getrennte Führung der Rückleitungen von verschiedenen Schaltungsteilen und die Einfügung eines Tiefpasses zwischen Mikrophonverstärker und Modulator fällt.

Gasdichte Akkumulatoren weisen neben ihren in die Augen springenden Vorteilen auch Nachteile auf, denen entgegengetreten werden muss. Als Hauptnachteil ist hier die Unmöglichkeit der Feststellung des Ladezustandes zu nennen. Erst die vollständige Entladung zeigt sich durch ein plötzliches Sinken der Spannung an. Sofern nach Erreichung des vollständig geladenen Zustandes mit einem eine bestimmte Grenzstromstärke übersteigenden Strom weitergeladen wird, wird durch sich entwickelnde Gase eine Blähung bewirkt, welche auch beim Aufhören der Ladung nicht mehr zurückgeht. Die im geladenen Zustand zulässige Ladestromstärke ist jedoch vom Druck abhängig, welchen das Gehäuse aushält und kann somit durch Einspannen des Gehäuses vergrössert werden. Die auf Fig. 6 mit C bezeichnete Batterie enthält 5 quaderförmige Akkumulatorzellen mit einer Kapazität von je 4 Ah. Das äussere Gehäuse ist dort aus den erwähnten Gründen mit Sicken versteift. Trotzdem beträgt der höchstzulässige Dauerladestrom nur 40 mA, so dass sich bei einem Wirkungsgrad 0,8 für eine vollständig entladene Batterie eine Ladedauer von 120 h, d. h. ungefähr die fünffache Dauer der mit dieser Batterie zu erreichenden Betriebszeit ergibt. Sofern eine kürzere Ladezeit gefordert wird, muss die Batterie zuerst vollständig entladen und nachher nach einem genau definierten Programm wiederum geladen werden, wofür ein spezielles, relativ kompliziertes Ladegerät benötigt wird. Auf diese Weise las-

sen sich Ladezeiten von etwa 9 Stunden erreichen. Mit runden Akkumulatoren, welche einen höheren Druck aushalten, lässt sich zwar eine höhere Dauerladestromstärke, dafür aber eine schlechtere Platzausnützung erreichen.

An kleineren Einzelproblemen sei kurz auf den Schutz des Empfängereinganges und auf die Vermeidung der Abstrahlung von Oberwellen durch den Sender hingewiesen. Als Schutz des Einganges vor Überlastung durch in der Nähe befindliche Sender wird vorzugsweise zum einfachen Mittel einer parallelgeschalteten Diode gegriffen. Zur Unterdrückung einzelner störender Frequenzen am Senderausgang kann eine dort parallel angeschaltete kurzgeschlossene Leitung dienen, deren Länge der Hälfte der auf die Leitung bezogenen Wellenlänge der unerwünschten Frequenz entspricht. Eine solche Leitung wirkt am Senderausgang für die betreffende Frequenz bekanntermassen als Kurzschluss, während sie für die Sendefrequenz eine hohe Impedanz darstellt.

Als interessantes Einzelproblem aus der Fabrikation sei noch der störende Umstand erwähnt, dass sich die Daten von einstellbaren Schaltelementen, insbesondere von Spulen, im Laufe der Zeit ändern, wodurch die einmal eingestellten Daten eines Gerätes in Mitleidenschaft gezogen werden. Glücklicherweise ist es möglich, solche Schwierigkeiten zu vermindern, wenn das Gerät vor der Abstimmung durch mehrmaliges Erhitzen auf 60 °C und dazwischenliegendes vollständiges Abkühlen auf Zimmertemperatur künstlich gealtert wird.

Antennenprobleme

Es wurde schon eingangs auf die besondere Wichtigkeit der Antennenfragen hingewiesen. Bei Kleinfunkgeräten werden für die verschiedenen Fälle des Einsatzes an die Antenne teilweise widersprechende Anforderungen gestellt, so dass es nur bei einer ganzen Reihe von verschiedenen zur Verfügung stehenden Antennen möglich ist, in allen Fällen die jeweils bestgeeignete einzusetzen. Im einen Fall wird eine möglichst grosse Reichweite verlangt, wobei die Länge der Antenne keine Rolle spielt, während in andern Fällen, z. B. auf Bauplätzen und im Rangierbetrieb der Bahnen, die Antenne möglichst kurz und leicht sein soll, wobei eine kleinere Reichweite in Kauf genommen wird. In andern Fällen wird ausserdem Wert darauf gelegt, dass die Antenne isoliert und so geformt ist, dass sie nirgends einhängen kann.

Beim dauernden Einsatz von Kleinfunkgeräten in Gebäuden und Automobilen kommen feste Antennen aller Art in Frage, wie sie auch für andere Anlagen gebraucht werden, für Antennen dagegen, welche direkt am Funkgerät befestigt werden, kommen nur vertikale Antennen in Frage, da in diesem Falle eine Richtwirkung in der Horizontalebene nicht erwünscht ist. Die einfachste Vertikalantenne ist die Viertelwellenantenne (Fig. 5), welche lediglich aus einem Stab besteht, dessen Länge einem Viertel der Wellenlänge entspricht.

Damit sie richtig abstrahlen kann, sollte diese Antenne auf einer als Gegengewicht dienenden ebenen und relativ grossen leitenden Unterlage angebracht werden. Auch unter solchen idealen Voraussetzungen weist sie jedoch den Nachteil auf, dass der grösste Teil der Energie in der Richtung eines Kegels mit 90° Öffnungswinkel und damit gegen den Himmel abgestrahlt wird. Diese Verhältnisse werden bei einem tragbaren Gerät, in welchem lediglich das kleine Gehäuse und die tra-

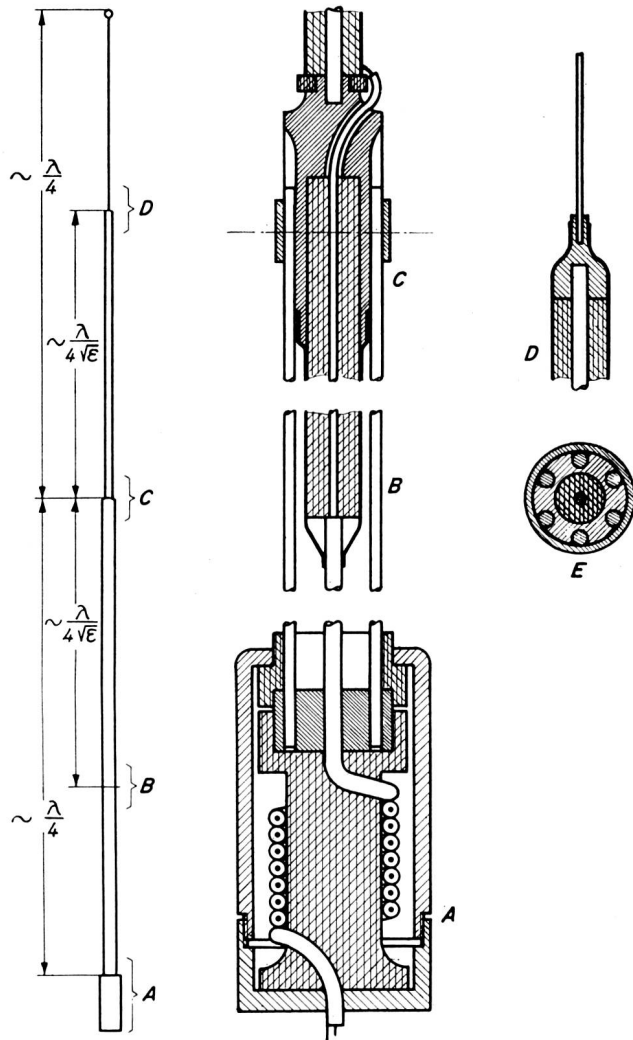


Fig. 11: Biegsame Koaxial-Dipol-Antenne mit Sperrtopf für das 2-m-Band. Der Maßstab der halbschematischen Darstellung wurde in der Querrichtung grösser als in der Längsrichtung gewählt, weshalb die Antenne in Wirklichkeit schlanker ist als sie auf der Zeichnung erscheint. Die an der Übersichtsdarstellung links mit Buchstaben bezeichneten Abschnitte sind rechts vergrössert dargestellt und mit den selben Buchstaben bezeichnet. E stellt einen Querschnitt zwischen den Bereichen A und B dar.

gende Person als Gegengewicht wirken, weiter verschlechtert. In den meisten Fällen genügt aber eine solche Antenne trotzdem und wird wegen ihrer Einfachheit und ihrer Kürze bevorzugt verwendet, so dass es sich empfiehlt, den Senderausgang dieser Art von Antenne, welche eine Eingangsimpedanz von 50 Ω besitzt, anzupassen.

In Fällen, in welchen jedoch eine gute Wirkung der Antenne notwendig ist, kommt nur eine Dipolantenne in Frage, welche ausserdem breitbandig sein sollte, damit sie nicht auf eine spezielle Frequenz abgestimmt werden muss. Dies kann durch Ausbildung des obern Antennenarmes als Sperrtopf erreicht werden, indem bei einer Diskrepanz zwischen ausgesendeter Frequenz und Länge der Antenne die Verstimmung bei der

Antenne und beim Sperrtopf die gegenteiligen Wirkungen zur Folge hat, so dass die Impedanz bei verschiedenen Sendefrequenzen einigermaßen gleichbleibend ist. Für tragbare Geräte muss eine solche Antenne koaxial aufgebaut und zudem biegsam sein. Da sie eine Impedanz von 74Ω besitzt, müssen ausserdem Transformationsmittel zwischen Senderausgang und ihrem strahlenden Teil eingesetzt werden. Die Fig. 11 zeigt in halbschematischer Darstellung den Schnitt durch eine solche Antenne [5]. Die Entkopplung zwischen der Zuleitung und dem untern Dipolarm wird hier durch einen unterhalb des elektrischen Endes der Antenne angebrachten Sperrtopf erreicht, für welchen infolge der Verwendung eines schraubenförmigen Innenleiters nur eine kleine Bauhöhe notwendig ist. Durch die Verlegung des offenen Endes dieses Sperrtopfes gegen oben, d. h. gegen die Antenne, werden besonders günstige Verhältnisse geschaffen. Oberhalb des Sperrtopfes besteht der untere Arm der Antenne grundsätzlich aus einer koaxialen Leitung und die obere Hälfte aus der Fortsetzung des Innenleiters dieser Leitung. Der in der untern Hälfte vorhandene Aussenleiter dient einer Doppelaufgabe. Seine Innenseite dient als Aussenleiter der Leitung zur Zuführung der Speiseenergie zum Mittelpunkt der Antenne, während seine Aussenseite als unterer Dipolarm und weiter unten als schraubenförmiger Innenleiter des Sperrtopfes wirkt. Die Transformation wird bei der abgebildeten Antenne durch Zwischenschaltung eines Transformationskabels mit einer Länge von einem auf die dielektrischen Eigenschaften des Kabels bezogenen Viertel der Wellenlänge erreicht. Das Transformationskabel wird, ohne Unterbruch des Innenleiters, durch Anbringen eines dickeren Dielektrikums hergestellt. Der Sperrtopf in der obern Hälfte der Antenne ist auf ähnliche Art gebaut wie das Transformationskabel. Zur Versteifung des untern Teiles der Antenne ist eine Reuse aus Stahlstäben angeordnet, und der obere Teil besteht aus einem einzelnen biegsamen Stahlstab. Die ganze Antenne ist aussen mit einem Isolierschlauch überzogen, und die Hohlräume sind mit einer plastischen Masse ausgegossen. Die mit einer solchen Koaxial-Dipol-Sperrtopfantenne erreichten Ergebnisse stehen einer entsprechenden für fixe Aufstellung verwendeten Antenne nicht nach, indem damit bei tragbaren Geräten gegenüber einer Viertelwellenantenne Unterschiede von 5 db in der Feldstärke erreicht werden können. Eine solche Antenne eignet sich auch für vorübergehenden fixen Einsatz, indem sie auf einen beliebigen Mast aufgesetzt werden kann.

Universalitätsforderungen und deren Erfüllung

Ein Teil der eingangs gestellten Forderungen nach universeller Verwendungsmöglichkeit eines Kleinfunkgerätes kann durch Zubehörteile erfüllt werden, welche ausserhalb des Gerätes wahlweise angebracht werden können. Darunter fallen in erster Linie verschiedene Besprechungsgarnituren, welche zur Befriedigung entsprechender Bedürfnisse notwendig und auf Fig. 12 dargestellt sind. Es sei besonders auf das aufsteckbare Lautmonophon hingewiesen, welches auf Fig. 5 im Einsatz gezeigt wird und welches dem das Gerät Bedienenden — ohne dass dieser am Kopfe etwas anzuziehen hat — gestattet, beim Empfang die Hände vollständig frei zu halten. Besonders von Bahnen wird oft eine Kontrolleinrichtung gewünscht, welche während der Zeit, da in einer Verbindung

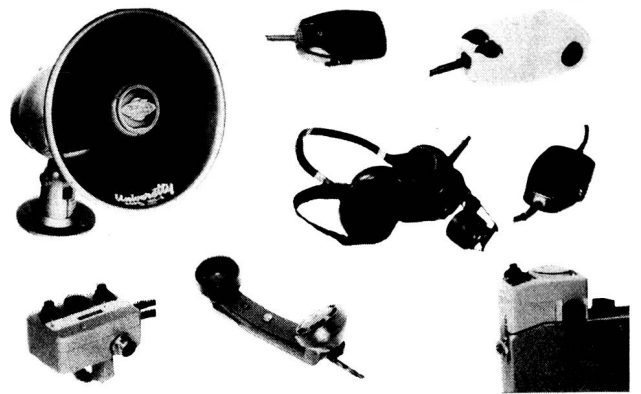


Fig. 12: Die von einem Kleinfunkgerät geforderte Universalität wird am besten durch diese Darstellung einer unvollständigen Sammlung von Besprechungsgarnituren zum Gerät SE 18 verbildlicht. Links aussen die Motorradausrüstung, bestehend aus Lautsprecher-Mikrophon und darunter Bedienungsgerät mit eingebautem Verstärker. In der oberen Reihe, Mitte, gewöhnliches Monophon und rechts Hand-Lautmonophon. Mittlere Reihe Lärmgarnitur mit Kehlkopfmikrophon und zugehöriges Bedienungsgerät. Unten Mikrotelefon und aufsteckbares Lautmonophon.

weder in der einen noch in der andern Richtung gesprochen wird, in Zeitabständen von einigen Sekunden periodisch einen kurzen Kontrollton aussendet, der über den eigenen Empfänger und den Empfänger der Gegenstation empfangen wird und das Fortbestehen der Verbindung, mindestens in einer Richtung, anzeigt.

Für den gegenseitigen Anruf der Stationen kann in einfachen Fällen irgendein Ton dienen, welcher beispielsweise durch Rückkopplung des Mikrophonverstärkers erzeugt wird. Für individuellen Ruf können Zusatzeinrichtungen verwendet werden, welche in ihrer Frequenz genau definierte Anruftöne aussenden oder aussieben, so dass nur ein bestimmter Ton auf den Hörer gelangen kann. Gelegentlich besteht das Bedürfnis nach Geräten mit zwei Empfängern, welche je nach Frequenzabstand über eine Weiche oder über einen Verstärker an die Antenne angeschlossen werden und in welchen solche aussiebende Rufeinrichtungen, welche während eines Gesprächs überbrückt werden, besonders nützlich sind. Die Bedienung wird sehr einfach, wenn diese Umschaltungen mit dem gleichen Schalter geschehen können, mit welchem auch die Kanäle des Senders und der beiden Empfänger umgeschaltet und die Empfänger ein- und ausgeschaltet werden.

Soll ein Kleinfunkgerät wirklich universell eingesetzt werden können, müssen dafür Trag- und Speisevorrichtungen verschiedenster Art vorhanden sein, da der eine Benutzer das Tragen auf dem Rücken, der andere auf der Brust und der dritte an der Seite vorzieht. Für Lotsen, welche Meerwasserspritzern ausgesetzt sind, sind weitere Spezialausführungen notwendig, und Haltevorrichtungen für Motorräder und Automobile müssen das Programm ergänzen. Die Speisung des Gerätes aus dem Starkstromnetz oder aus einer Akkumulatorenbatterie von anderer als der Nennspannung des Sendempfangsgerätes muss ebenfalls möglich sein, wozu neben Lade- und Puffergeräten entsprechende Speisegeräte erforderlich sind.

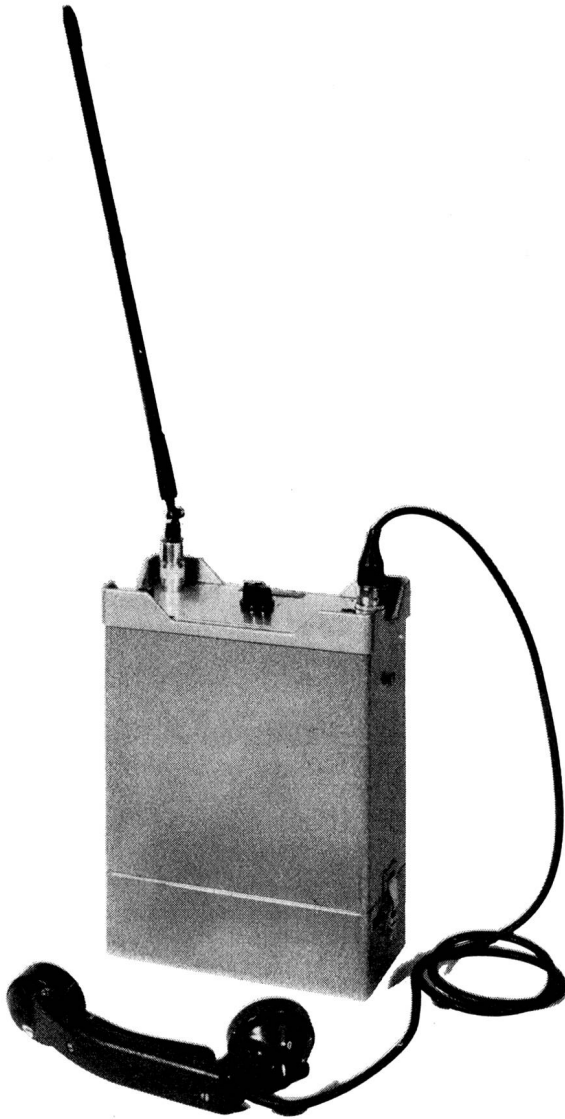


Fig. 13: Beispiel eines Funkgerätes mit einer Sendeleistung von 6 W und einem Gewicht von 5,5 kg, welches unter Verwendung der Bauteile des auf Fig. 4 gezeigten Gerätes entwickelt wurde und im übrigen die gleichen Eigenschaften aufweist. Besonders für den Gebrauch auf Motorrädern geeignet.

Entwicklungsmöglichkeiten grösserer Geräte aus Kleinfunkgeräten

Kleinfunkgeräte, welche in Leiterplattentechnik aufgebaut sind, eignen sich besonders gut zur Entwicklung von mittleren Funkgeräten, deren Sendeleistung etwas grösser, deren übrige Eigenschaften jedoch gleich sind wie die der kleinen Geräte, indem die Leistungsstufe des Senders und deren Speiseteil durch grössere Einrichtungen ersetzt, mit den übrigen unveränderten Teilen in ein entsprechend grösseres Gehäuse eingebaut und gegebenenfalls durch eine grössere Batterie ergänzt werden. Auf diese Weise wurden die auf den Figuren 13 und 14 gezeigten Geräte entwickelt.

Ausblick auf zukünftige Entwicklungen

Mit dem Erscheinen von Transistoren mit immer höheren Grenzfrequenzen und zu immer niedrigeren Preisen auf dem

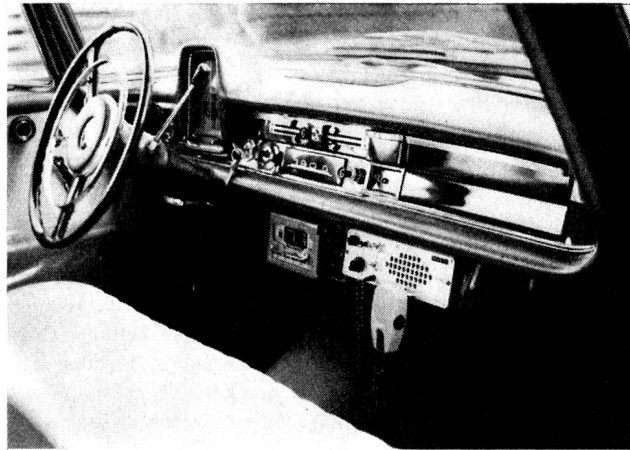


Fig. 14: Beispiel eines Funkgerätes zum Einbau in Automobilen mit einer Sendeleistung von 9 W, welches ebenfalls unter Verwendung der Bauteile des auf Fig. 4 gezeigten Gerätes entwickelt wurde. Das Gerät besitzt ausser der Sendeleistung die gleichen Eigenschaften wie jenes Gerät und ist besonders für Taxis geeignet.

Markte wird es in Zukunft möglich sein, Kleinfunkgeräte herzustellen, welche keine Röhren mehr enthalten, was insbesondere in bezug auf Stromverbrauch und Entbehrlichkeit von Spannungsumformern Vorteile bietet. Zur Stromversorgung wird es in Zukunft möglich sein, Akkumulatoren mit einer bedeutend grösseren dauernd zulässigen Ladestromstärke als bisher zu verwenden, wodurch die Ladung auch mit einfachen Mitteln in kurzer Zeit möglich sein wird.

Durch den Einsatz immer kleinerer Schaltelemente und neuer Bestückungstechniken können die Geräte immer mehr verkleinert werden. Bei Verwendung von Frequenz-, Phasen- oder Einseitenbandmodulation unter Voraussetzung einer bestimmten Frequenz ist der Verkleinerung allerdings eine untere Grenze durch die Grösse der Spulen gesetzt, und ein Sender mit einer bestimmten Leistung kann ebensowenig beliebig verkleinert werden. Es ist möglich, dass die Impulsmodulation einmal auch für Kleinfunkgeräte eine Rolle spielt, wobei dann in vermehrtem Masse logische Stromkreise zum Einsatz kommen können, welche die Verwendung integrierter Stromkreise erlauben, wodurch weitere Verkleinerungen möglich sind. Es werden auch günstige Ergebnisse von einer Verwendung von Kristallfiltern anstelle von Spulenfiltern erwartet, indem es dann infolge der ausserordentlich steilen Charakteristika solcher Filter möglich ist, die gesamte Aussiebung des zu empfangenden Kanals bereits bei der ersten Zwischenfrequenz vorzunehmen, wodurch die Zahl der Nebenempfangsstellen wesentlich vermindert wird, ohne dass dafür besondere Massnahmen getroffen werden müssen.

Literatur

- [1] G. Fontanellaz: Vergleich zwischen Frequenz- und Phasenmodulation bei Sprache. Techn. Mitt. PTT, Band 31 (1953), S. 371—374.
- [2] H. Meinke und F. W. Gundlach: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik. Abschnitt «Allgemeines über Frequenzmodulation».
- [3] Deutsches Patent Nr. 704022.
- [4] Schweizer Patent Nr. 384034.
- [5] Schweizer Patent Nr. 385295.