

# UKW-FM-Antennen

Neben den vielen Fragen über die Wirkungsweise und Ausführung von Empfangsgeräten auf dem 3-m-Band, die neuartige Demodulationsteile für die Frequenzmodulation enthalten müssen, erhebt sich die Forderung, einiges über geeignete und, erprobte Antennenformen zu erfahren. In den Vereinigten Staaten von Amerika, wo der UKW-FM-Funk seit Jahren eingebürgert ist, haben sich bereits Standardnormen herausgebildet, die den Anforderungen der Praxis in bezug auf Empfangsleistung, Richtwirkung, mechanische Fertigkeit und Preiswürdigkeit weitgehend entsprechen. Zum Verständnis dieser Bauformen sollen die folgenden Ausführungen in möglichst vereinfachter, anschaulicher Form beitragen.

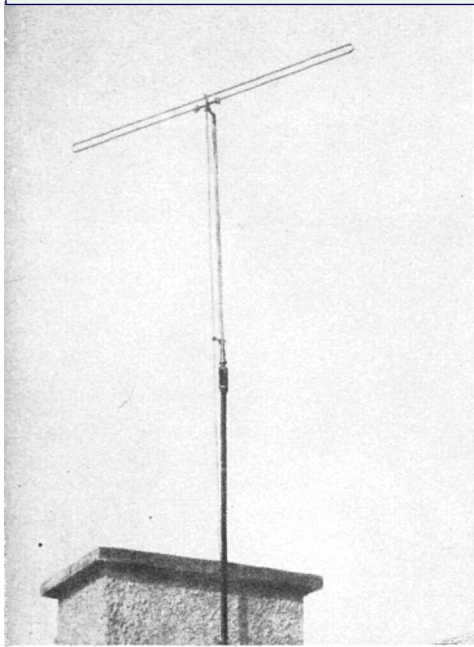


Bild 1. Freistehender Schleifendipol mit Bandableitung

## Stabantenne und Dipol

Als Antennen für die üblichen Rundfunkempfänger werden bisher fast stets unabgestimmte Strahlungsempfänger verwendet, d. h. solche, deren Eigenwellen überhaupt außerhalb der empfangenen Frequenzbänder liegen oder wenigstens stark gedämpft sind; dies hat seinen Grund darin, daß einmal sehr verschiedene Frequenzen wahlweise empfangen werden sollen und andererseits die verschiedenen Eigenschaften der angeschlossenen Antennen auf die seriennäßig vorgenommene Eichung der Empfänger einen möglichst unmerklichen Einfluß haben soll. Zwar würde die Abstimmung der Antenne auf den jeweils empfangenen Sender eine Empfangsleistungserhöhung bringen, die sicherlich einer zusätzlichen Röhrenstufe entspricht und darüber hinaus die physikalische Empfindlichkeit, also das Verhältnis von Nutzsignalleistung zu Störleistung, wesentlich verbessern würde; diese technischen Vorteile müssen aber mit einer getrennten Bedienung der erforderlichen Antennen- und Vorkreisabstimmung erkauft werden, die nur von Fachleuten, z. B. im kommerziellen Empfangsverkehr, oder von technisch geschulten Bastlern vorgenommen werden könnte.

Im Gegensatz hierzu handelt es sich beim UKW-FM-Empfang nur um die Aufnahme eines sehr engen Frequenzgebietes, meist sogar nur einer einzigen Senderfrequenz, so daß man die Vorteile einer abgestimmten Antenne ohne Bedienungerschwerung ausnutzen kann. Bei den kurzen Wellenlängen des UKW-Funks (zwischen 1 und 5 m) hat man weiterhin die Möglichkeit, zu sehr einfachen Grundformen von Antennen zu greifen, da die räumlichen Abmessungen dabei in verifizierbarer Größe liegen. Eine solche einfache Grundform ist z. B. die Stabantenne, wobei im einfachsten Fall die Länge des senkrecht auf einer ausgedehnten gutleitenden Fläche (Erdboden, Blechdach) errichteten Stabes einem Viertel der elektrischen Wellenlänge entspricht (siehe Bild 1). Es muß hier vermerkt werden, daß die bisher für Rundfunkempfang verwendeten Stabantennen, meist mit abgeschirmter Ableitung, relativ kurz gegen die Viertelwellenlänge sind und damit zu den vorher genannten unabgestimmten Antennen zählen. Für UKW-Empfang dagegen, beispielsweise auf der neuen Münchener Welle (etwas über 3 m Wellenlänge), besitzt ein Viertelwellenlängenstab  $\frac{\lambda}{4}$  = Stab) nur noch eine Höhe von weniger als einem Meter. Will man unabhängig von der erforderlichen ausgedehnten Gegenfläche zum  $\frac{\lambda}{4}$  = Stab greifen, so denkt man sich spiegelbildlich einen zweiten Stab in der Verlängerung des ersten senkrecht nach unten und kann dann die spiegelnde Zwischenebene einfach weglassen, da sie eine sogenannte „Aquipotentialfläche“ für das Strahlungsfeld darstellt und dieses bei geeigneter Einstrahlung nicht verändert. So entsteht die Dipolantenne mit einer Länge von zweimal  $\frac{\lambda}{4}$  aus dem  $\frac{\lambda}{4}$  = Stab; meist wird übrigens umgekehrt die Entstehung der Stab-

antenne aus dem Dipol durch die Spiegelung an der zwischengeschobenen Ebene beschrieben (Bild 2). Wird ein Dipol mit einer Wellenlänge zum Schwingen angeregt, deren halbe Wellenlänge seiner ganzen Ausdehnung entspricht, so gerät er in Resonanzschwingungen. Hierbei entsteht längs seiner Ausdehnung ein Spannungsgefälle, das mit geeigneten Voltmetern gemessen werden kann; im leitenden Dipolstab selbst fließt ein dem Spannungsgefälle entsprechender Leitungsstrom, der ebenfalls meßbar ist. Diese Verhältnisse und den sinusförmigen Verlauf von Spannung U und Strom I abhängig vom Meßort stellt Bild 3 dar. Man erkennt, daß an den Enden des Stabes die höchste Spannung herrscht. Der Strom dagegen hat seinen Höchstwert in der Mitte und wird an den Enden Null; dies ist notwendig, da dort, wo der leitende Stab aufhört, auch kein Strom mehr fließen kann.

## Polarisation, Richtwirkung und Anpassung des Dipols

Die räumliche Lage des Dipols gibt darüber Aufschluß, für welche Orientierung eines auftretenden Senderstrahlungsfeldes er zur Erregung von Resonanzströmen empfindlich ist. Trifft das Spannungsgefälle des erregenden elektrischen Feldes auf einen metallischen Leiter, dessen Längsrichtung mit den elektrischen Feldlinien parallel läuft bzw. zusammenfällt, so liegen beispielsweise die Endpunkte des Leiters an Stellen mit Spannungsdifferenz, also gewissermaßen an einer außen angeschlossenen elektromotorischen Kraft; damit ist die Vorbedingung zu einer elektrischen Erregung und Stromfluß im Leiter gegeben.

Die Rundfunksender auf den bisher üblichen Wellenlängen arbeiten im allgemeinen mit senkrechter Polarisation, d. h. die den elektrischen Feldstärkeverlauf symbolisierenden Feldlinien stehen senkrecht auf der Erdoberfläche. Somit werden gleichsinnig ausgedehnte Leitergebilde, also lotrechte Stäbe oder senkrecht stehende Dipolantennen, von diesen Feldern angeregt und sind damit als Empfangsantennen vorzugsweise geeignet. Für den UKW-Funk werden hauptsächlich waagrecht polarisierte Wellen, also mit zur Erdoberfläche parallelen elektrischen Feldlinien verwendet, da sich in der Praxis herausgestellt hat, daß hierbei im allgemeinen etwas weniger Ableitverluste, also größere Reichweite und geringere Störanfälligkeit erreichbar ist. Man muß ja bedenken, daß in allen elektrisch leitfähigen Gegenständen, also nicht nur in den absichtlich zu Empfangszwecken errichteten Antennen, sondern auch in Stangen und Masten, in Starkstrom- und Telefonleitungen, in Dachrinnen und Fensterblechen, in Balkongittern und Ofenrohren, aber auch in Bäumen infolge der sie umflutenden Sendefelder die hochfrequenten elektrischen Ströme angeregt werden und diese bei senkrechter Ausdehnung der Gegenstände mit Erdverbindung unter Wärmeverlusten hauptsächlich abgeleitet, bei waagrechtlicher Ausdehnung, wenigstens in größerem Abstand vom Erdboden, aber daneben noch fortgeleitet werden. So erklärt es sich, daß auch Ultrakurzwellen, die im allgemeinen wie Lichtquellen nur geradlinig innerhalb der optischen Sicht abgestrahlt werden können, durch Vermittlung von Leitungsnetzen, beispielsweise Straßenbahnleiterleitungen, noch an Stellen empfangen werden können, die außerhalb oder unterhalb des Sichtbereichs vom Sender aus liegen. Andererseits werden von Leitergebilden durch Reflexion von ankommenden Wellen häufig Drehungen der Polarisationsebene verursacht, so daß auch horizontal polarisiert ausgesandte Wellen mit vertikal polarisierten Empfangsantennen aufgenommen werden können. Es hat sich nun beim UKW-Funk aus der Praxis ergeben und eingeführt, daß von dem zwecks größerer Reich-

weite auf erhöhtem Platz errichteten Sendestrahler horizontal polarisiert ausgesandt wird und die fest montierten Empfangsstationen, deren Antennen ebenfalls möglichst hoch über dem Erdboden angebracht werden, dementsprechend Empfangsantennen bekommen, die vorzugsweise horizontal polarisierte Wellen aufnehmen. Für Dipole besagt dies, daß sie horizontal liegend montiert werden, wie dies in Bild 3 schon angedeutet ist. Bei ortsbeweglichen UKW-Anlagen in Bodennähe, z. B. in Kraftwagen, werden dagegen häufiger Vertikalantennen benützt, weil sich dabei in manchen Fällen mit konstruktiv einfachen Mitteln größere wirksame Antennenhöhen erreichen lassen.

Von größter Bedeutung für die Wirksamkeit einer Empfangsantenne ist neben der zweckmäßig ausgerichteten Polarisationsebene ihre Richtcharakteristik, deren Maximalwert zum Sender gerichtet sein soll. Ein Dipol hat die Eigenschaft, in Richtung seiner Ausdehnung fast nichts aufzunehmen, d. h. dann, wenn die Stäbe genau auf den Sender zeigen und ihre Projektion auf einer zur Senderichtung senkrechten Ebene zum Punkt zusammenschumpft. Wird ein Dipol dagegen quer gestellt, so daß er der Richtung zum Sender seine ganze Länge darbietet, ist seine Aufnahmewirkung maximal. Infolge seiner Kreissymmetrie besitzt er eine Richtcharakteristik, wie sie in Bild 4 dargestellt ist; sie ähnelt einem Ballonreifen (Ringwulst), ihr Querschnitt ist achtförmig.

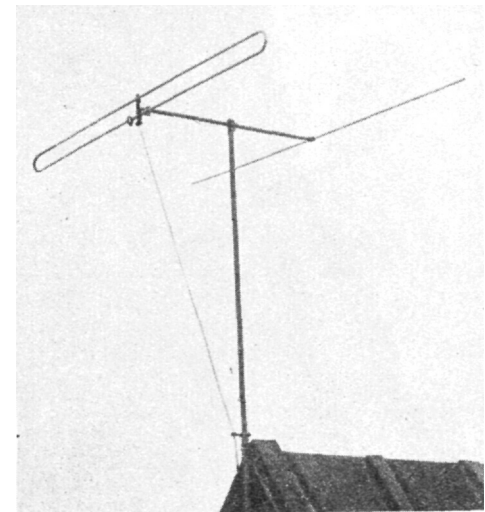


Bild 6. Schleifendipol mit Reflektor

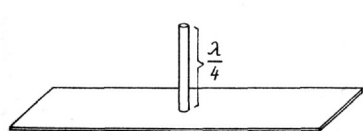


Bild 2. Stabantenne auf leitender Ebene

Rechts: Bild 3. Senkrechter Dipol mit oder ohne Zwischenebene

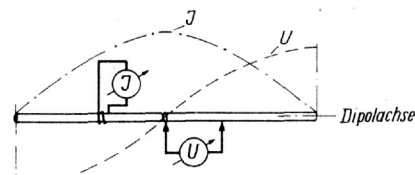
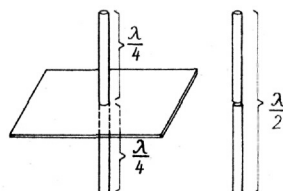


Bild 4. Strom- und Spannungsverlauf längs eines abgestimmten waagerechten Dipols

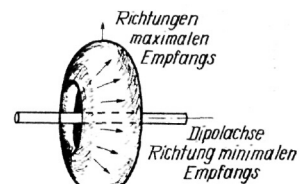


Bild 5. Ringwulstförmige Richtcharakteristik eines  $\lambda/2$ -Dipols

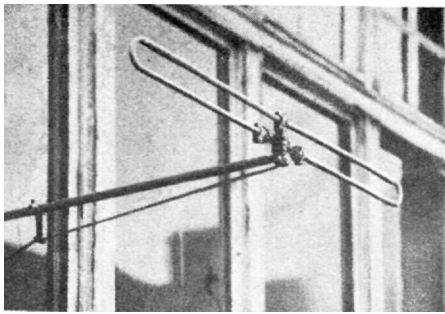


Bild 7. Schleifendipol vor einer Hauswand

indem sie entweder an kleinen Zwischenstützen befestigt sind oder am einfachsten in die Außenränder eines isolierenden Bandes eingebettet sind und so auf der ganzen Länge gleichmäßig in einem bestimmten Abstand gehalten werden. Diese Doppelleitungen haben die Eigenschaft, bei guter elektrischer Anpassung ihrer Enden an ihre Leitungswerte fast verlustlos zu übertragen und weder nennenswerte Leistungen abzustrahlen noch aufzunehmen. Am einen Ende ist also die Eingangsschaltung des Empfängers, am anderen die Dipolantenne anzupassen. Das erstere gelingt immer durch transformatorische Schwingkreisankopplung über angezapfte Spulen oder kapazitive Spannungsteilung, das letztere dadurch, daß man den „Fußpunktwiderstand“ der Antenne gleich dem Wellenwiderstand der Verbindungsleitung macht. Der erwähnte Fußpunkt- oder Anpassungswiderstand einer Dipolantenne wird z. B. so bestimmt, daß der Dipol aus Symmetriegründen in der Mitte aufgeschnitten und mit einem zwischen geschalteten Widerstand wieder verbunden wird, der so groß gewählt wird, daß in ihm die maximale Leistung erscheint (Bild 5). Es handelt sich hierbei um Wirkleistung, da ja beim  $\frac{\lambda}{2}$  = Dipol durch seine Abstimmung auf die empfangene Wellenlänge die Blindkomponenten herausfallen. Es zeigt sich, daß beim Dipol mit hohem Schlankheitsgrad (d. h. mit relativ zur Länge geringem Durchmesser der Leiterstäbe) der günstigste Anpassungswiderstand etwa  $72 \Omega$  beträgt; ein zwischen

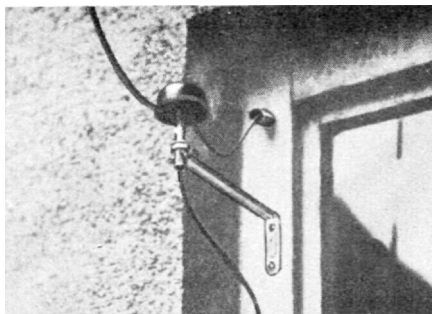


Bild 8. Blitzschutzanordnung mit Bandableiter

Abstand a zum ursprünglichen in der Mitte durch die Ableitung unterbrochenen, wie in Bild 8 dargestellt, eine Erhöhung des Fußpunktswiderstandes bringt, die bei gleicher Dipolleiterstärke  $d_1 = d_2$  gerade den Faktor 4 ausmacht, also den Anpassungswiderstand von  $72$  auf etwa  $300 \Omega$  erhöht.

Wird nun der Stabdurchmesser ungleich gewählt, z. B. der parallelgeschaltete nicht unterbrochene Dipolstab stärker ausgeführt ( $d_1 > d_2$ ), so wächst der Widerstandsvergrößerungsfaktor über 4 hinaus, es werden damit noch höhere Fußpunktswiderstände als  $300 \Omega$  realisierbar.

Damit ist eine einfach zu fertige und damit relativ billige Form für UKW-Antennen entstanden, die weiteste Verbreitung gefunden hat. Bild 9 zeigt einen derartigen „Schleifendipol“ mit seiner Bandableitung auf einem Haltestab hoch an einem Kamin angebracht. Natürlich ist diese Antennenform gemäß ihrer symmetrischen Dipolcharakteristik in der Lage, sowohl von der vorderen als von der hinteren Breitseite her in gleicher Weise zu empfangen. Die gleiche Ausführungsform, aber mit andersartiger Anbringung vor einem Etagenfenster eines Miethauses an einer dem Sender zugekehrten Hausseite zeigt Bild 10. Hier wird der Empfang von der Rückseite (Hausseite) her durch die zwischenliegende, zum Teil leitende Materie von selbst gedämpft. Soll verhindert werden, daß gleichzeitig von der dem Sender abgekehrten Breitseite Empfang möglich ist (Störungen!), und zusätzlich die

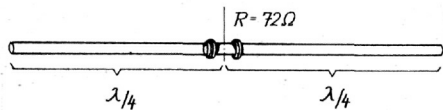


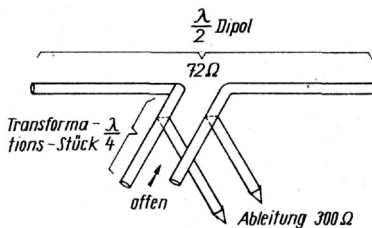
Bild 9.  $\lambda/2$ -Dipol mit Anpassungswiderstand

Rechts: Bild 10. Transformation zwischen Dipol und Empfängerzuleitung

die beiden  $\frac{\lambda}{4}$  = Stäbe gelegter ohmscher Widerstand dieser Größe oder eine Verbindungsleitung zum Empfänger mit  $72 \Omega$  Wellenwiderstand entzieht also der durch ein Senderfeld zum Schwingen angeregten Dipolantenne den höchstmöglichen Leistungsbetrag. Aus Symmetriegründen ergibt sich dementsprechend, daß der Fußpunktswiderstand einer  $\frac{\lambda}{4}$ -Stabantenne gegen den leitenden Erdboden gerade die Hälfte, nämlich  $36 \Omega$ , beträgt.

**Die neuen UKW-Antennenformen**

Der Ausgangspunkt für die Entwicklung der zweckmäßigsten und wirtschaftlichsten UKW-Empfangsantennen, wie sie in den USA, stattgefunden hat, war die Verbindungsleitung zwischen Antenne und Empfänger. Es zeigt sich nämlich, daß sich flexible Bandleitungen aus Isolier-Kunststoff mit an den Rändern eingepreßten Leitern gemäß Bild 6 am einfachsten und billigsten mit etwa  $300 \dots 600 \Omega$  Wellenwiderstand fertigen lassen. Während die Anpassung im Empfänger keine Schwierigkeiten bereitet, erhebt sich nun die Forderung, eine Dipolant zu finden, die einen Anpassungswiderstand von mindestens  $300 \Omega$  aufweist, gegenüber den  $72 \Omega$  des einfachen Dipols. Es gelingt z. B., durch Zwischen-schaltung eines angezapften transformatorisch wirk-samen Leitungswiderstandes von  $\frac{\lambda}{2}$  oder  $\frac{\lambda}{4}$  Länge zwischen den Anschlußpunkten an Dipol und hinter dem Beginn der (unabgestimmten!) Doppelleitung Anpassung herzustellen, wie es etwa in Bild 7 als eine von vielen möglichen Ausführungsformen angedeutet ist. Alle diese Konstruktionen leiden aber daran, daß sie nicht ganz einfach herstellbar sind und genaue Einstellung der Abgriffspunkte erfordern. Sie haben sich nicht eingeführt. Dagegen zeigt sich, daß die Zuschaltung eines weiteren ununterbrochenen Dipols in geringem



Richtcharakteristik so verformt werden, daß auf den Sender zu ein verstärktes Empfangsmaximum gerichtet ist, so kann dies durch Anbringung eines Reflektor-dipols mit ca.  $\lambda/2$  Länge in einem Abstand von etwa  $\frac{\lambda}{2}$  hinter dem Empfangsschleifendipol bewirkt werden.

Derartige (nichtgespeiste) Reflektor-Dipolanordnungen sind auch schon früher in vielen stationären Großanlagen in Form von doppelten Dipolwänden (Tannenbaumantennen), vorzugsweise bei kommerziellen Empfangsstationen, angewandt worden und erhöhen die Wirksamkeit der vorgelegenen Empfangsantennen auf etwa das Doppelte. Eine Ausführungsform eines Schleifendipols für UKW-Empfang mit getrennt angeordnetem Reflektordipol zeigt Bild 11, während eine Blitzschutzsicherung für die Bandableitung in Bild 12 dargestellt ist. Die in den Bildern 9, 10, 11 und 12 gezeigten Aufnahmen find deutsche Bauformen der in den USA, entwickelten UKW-Antennen nebst Zubehör und werden von der Fa. Kathrein in Rosenheim nach Angaben von Rohde & Schwarz in München hergestellt.

Es gibt freilich noch weitere Möglichkeiten, um die Richtwirkung des Empfangsdipols einseitig auf den Sender hin zu konzentrieren, z. B. durch Vorsetzen eines etwas verkürzten „Sammeldipols“ (director) vor den Empfangsdipol (radiator), hinter dem als dritter ein „Spiegeldipol“ (reflector) angeordnet ist. Aber derartige Ausführungsformen sind bereits wieder in der Herstellung recht kompliziert, nehmen viel Raum ein und stellen infolge ihrer größeren Oberfläche einen Windfang dar, der zur Verwendung stabilerer Stützvorrichtungen zwingt.

Dr. W. Bürck (Mitteilung aus dem Laboratorium von Rohde & Schwarz, Manchen.)



Bild 11. Doppeldipol (Dublette) mit nur einseitiger Mittelunterbrechung

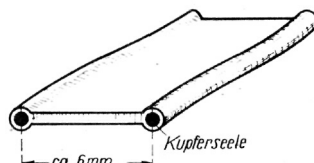


Bild 12. Querschnitt eines Bandleiters

**Sie funken wieder!**

Neue funktechnische Anschriften

Unsere Anschriftenliste kommt vielfachen Wünschen von Industrie und Handel entgegen. Wir bitten alle neuen Firmen um Mitteilung ihrer Anschrift und kurze Angabe der gegenwärtigen Erzeugnisse. Die Liste wird laufend ergänzt werden. Die Aufnahme geschieht kostenlos. Einsendungen an die Redaktion des FUNKSCHAU-Verlages, (13b) Kempten-Schelldorf (Allgäu), Kotterner Straße 12.

**AEG. Röhren- und Gleichrichterfabrik Belecke.** Neufertigung der Braunschens Röhre HR 1/60/05. Fertigung von Fotozellen, Thyratrons, Selengleichrichtern aller Art. Nur zu beziehen durch die zuständigen AEG-Büros.

**EMG Elektro-Maschinen GmbH.** (21b) Eslohe (Sauerland). Z. Z. lieferbar: Netzdrosseln 30 und 60 mA - Ausgangsübertrager 2 W...17 kV/5 Ω. — In Vorbereitung: Netzdrosseln 80...120 mA - Ausgangsübertrager 4 W - NF-Transformatoren 1:3, 1:4.

**Fritz Köppern, Transformatorbau, Funktechn. Werkstatt, (21b) Ergste i. Westf., Bergstraße.** Hersteller der F-K-Transformatoren - Netztransformatoren - VE-Wickel-Schutztransformatoren - Regeltransformatoren Ladeleichtertransformatoren - Hochwertige NF-Übertrager für Spezialzwecke - Sonderanfertigungen nach Angabe - Neuwickeln defekter Transformatoren - Relaisspulen usw. - Spulenkörper aus Preßspann.

**LEOPA Hermann Leonhardt, (17b) Neustadt/Schwarzwald.** Faserstoffzeugnisse Abt.: Lautsprecherbau. Generalvertreter: Ing. Werner Behringer, (17b) Neustadt/Schwarzwald, Eisenbahnstraße 5.

**Meersburger Elektro-KG., W. Holzer & Co., (17b) Meersburg/Bodensee. Schützenrain.** Fabrikation von elektrostatischen Voltmetern für Meßbereiche 300...2000 Volt, Wandsteckern - Abzugsteckern - Bakelit-Rundfunk-Drehknöpfen mit und ohne Leuchtring - Kipp-schaltern - Kunststoffpreßteilen - Kleinmetalleiten nach Zeichnung oder mit beigestelltem Werkzeug.

**Ing. Karl Mevert, Elektro-Apparatebau, (20a) Sülbeck, über Stadthagen.** Herstellung von Präzisions-Schwungrad-Skalen antrieben mit Flutlichtskalen, Fenstergröße (licht):  $300 \times 85$ , Abstand der Bedienungssachsen: 420 - In Vorbereitung: Gleiche Antriebe mit Negativskalen und sechs Wellenbereichen, Fenstergröße:  $350 \times 150$  - Antriebe für obenliegende Skalen für normale Gehäuse - Antriebe für Doppelskalen zum Einbau in Truhen - Nach der Wellenplanumstellung für die bereits bezogenen Antriebe passende Ersatzskalen.

**Dr. Georg Puluy, (13a) Bayreuth, Robert-Koch-Straße 8.** Bastelteile für Magnetofonbau - Spezial-Tieftonlautsprecher - Lautsprecherreparaturen - Reparatur abgenutzter Magnetofonknöpfe - Erneuerung von Saphirspritzen im TO 1002-Tonarm.

**Radio-Fritsch, (13b) Uttenhofen Nr. 37, Krs. Pfaffen-hofen/Ilm.** Fertigung und Reparatur von permanentdyn. Lautsprechern - Ausführung von Entwicklungsaufträgen, insbesondere konstruktiver Art, und Erstellung der Konstruktionsunterlagen für die Serienfertigung - Reparatur und Anfertigung von Lautsprecher-Anpassungs-Übertragern (Serienfertigung in Vorbereitung). Belie-bung von Firmen und Privat.

**Reitra Transformatorenbau Ludwigsburg, H. Reith, (14a) Ludwigsburg, Erich-Schmid-Str. 30.** Herstellung von Netztransformatoren - Drosseln - Übertragern und Kreuzspulen.

**Helmut Ripperger, (13b) Irschenberg bei Miesbach/Obb.** Hf-Doppeldrossel ( $2 \times 3$  Wicklungssteile) Typ E 1 = 0,5 A, E 2 = 1,0 A, E 20 = max. 1,5 A - Störstuchdrossel ( $2 \times 1$  Wicklung) mit den gleichen Belastbarkeiten wie die obige. A 1-, A 2-, A 20 - Meßgeräte - Spulenaggre-gate für L- und C-Meßgeräte - Frequenzmesser und Meßsender - Spulen-Normalien gealtert und auf 1% abgeglichen - Spulensätze für „FM Kleinvorsatz“ und „FM Super“ mit erprobten Bauanleitungen - Transfor-matoren für Sonderzwecke (Gegentaktendstufen usw.).

**Karl Rösch, Elektro-Geräte-Bau, (16) Alsfeld/Oberhes-sen, Postfach 95.** Montage-Winkel für Elektrolytkonden-satoren, Röhrensockel, Sicherungsleisten, Buchsen-leisten - Lötösenleisten - Skalenantriebsräder - Ver-längerungsachsen und -muffen - Skalenzeiger - An-triebsachsen - Montagebolzen sowie Anfertigung sämt-licher Blech-Stanzteile nach Angabe und Zeichnung, vor allem Chassis mit Antrieb (gespritzt und gelocht) in jeder Ausführung.

**Dipl.-Ing. Ludwig Siegert, E. W. t. Elektromech. Werk-stätte und Laboratorium, (13a) Zirndorf b. Nürnberg, Schützenstraße 2a, Postfach 27.** Herstellung von Emp-fänger-Prüfgeneratoren - Rückkopplungskondensatoren - Kapazitätstoleranzbrücken für die Industrie - Sonder-entwicklungen auf dem Gebiete der Hf- und Nf-Meß-technik.

**Alfred Schimmel Jr., (22a) Wuppertal-Langerfeld, Spitzenstraße 22.** Fabrikation von Rundfunkgeräten und Einzelteilen.

**Ing. E. Twardawa, (13a) Hillstett, Krs. Neuburg vorm Wald.** Rundfunkgehäuse in Luxusausführung komplett mit Chassis, Skala und Abstimmaggregat für sämtliche Empfängertypen.