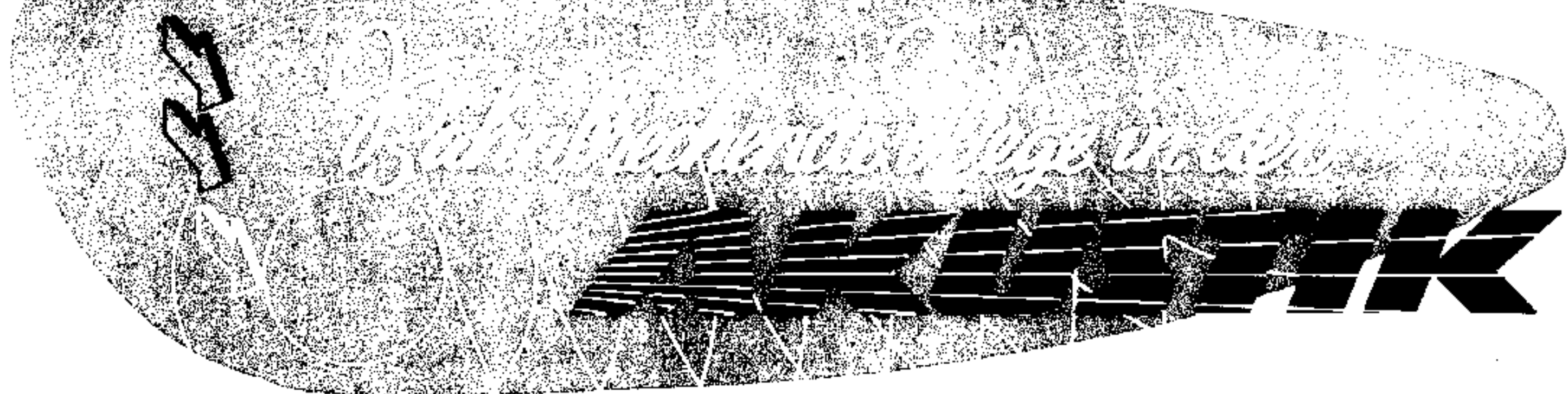


# 4R-RUNDSTRAHL-RAUMKLANG



Referat des Chefindgenieurs der GRAETZ RADIO-FERNSEH-WERKE Herrn Dipl.-Ing. Boom anlässlich eines Presseempfangs am 16. September 1954 in Hamburg.

Gerade wir Techniker pflegen an den Begriff der Entdeckung oder Erfindung recht kritische Maßstäbe anzulegen. Der Begriff „Großer Fortschritt“ ist, wie jede Wertbemessung, eine Frage des Maßstabes. Man könnte sich einen Snob vorstellen, der einen solchen Maßstab anlegt, daß in der Geschichte der Technik eigentlich nur noch zwei große Erfindungen übrig bleiben. Die erste wäre die Entdeckung des Feuers. Der Akt, sich das Feuer als erste Naturkraft nutzbar zu machen, steht zweifellos an der Schwelle der Menschheitsgeschichte und markiert wohl überhaupt den Schritt vom halbtierischen Wesen zum denkenden Menschen. Wie wir heute wissen, ist das Feuer ein chemischer Vorgang, eine Reaktion der Elektronenschalen der Atome miteinander.

Der Snob könnte nun feststellen, daß einige hunderttausend Jahre nach dieser fundamentalen Entdeckung nichts Wesentliches mehr geschehen sei. Einige kleinere Gebrauchsmuster, wie Rad, Hebel und Rolle, wurden angemeldet. Aus der Nutzbarmachung des Feuers ergab sich durch schrittweise Verbesserungen ganz zwanglos der Kochtopf, die Dampfmaschine, der Gasmotor, das Auto und der Düsenjäger. Aus der Weiterverfolgung der chemischen Reaktionen ergab sich schließlich Kunstseide, Atebrin und Nylon.

Zwischendurch wurde noch die Elektrizität entdeckt und nutzbar gemacht, die u. a. auch zum Rundfunk- und Fernsehgerät führte. Für den Snob zählt dies aus seiner planetarischen Schau nicht zu den ganz großen Erfindungen, weil es keine neue Epoche der Erdgeschichte einleitete.

Erst etwa 600 000 Jahre nach der Nutzung des Feuers wurde die zweite große Erfindung in der Geschichte der Menschheit gemacht: Die Entdeckung der Reaktion der Atomkerne miteinander. Sie ist im Grunde genau so anonym wie die erste, an keinen einzelnen Namen gebunden. Die ersten praktischen Anwendungen in der Plutonium-, der Wasserstoff- und der Lithiumbombe erleben wir heute. Es werden Kräfte freigelegt, die sonst auf der Oberfläche dieses Planeten nicht mehr vorkommen. Die Folgen dieser Entdeckung können z. Zt. nicht einmal abgeschätzt werden. Die erste große Erfindung steht an der Schwelle des Zeitalters der Menschen; es ist immerhin denkbar, daß die zweite Erfindung das Ende dieser Epoche herbeiführen und sogar unseren ganzen Erdball markant verändern kann. Wir wollen es nicht hoffen.

Aus den eisigen Höhen einer solchen planetarischen Schau würde es sich nicht lohnen, über Rundfunk, Fernsehen und unserer ameisenhaften Arbeit daran überhaupt zu reden. Aber wir sind ja keine Snobs, und wir können sehr wohl auch die vielen kleineren und größeren Steine würdigen, die, einer auf dem anderen aufgebaut, erst das stolze Gebäude der heutigen Technik ergaben. Man kann auch die einzelnen Entwicklungsschritte des naturwissenschaftlich-technischen Geistes nach ganz verschiedenen Gesichtspunkten bewerten. Die Entdeckung der nichteuklidischen Mathematik, die Durchrechnung eines vierdimensionalen

Raumes, die Errechnung des Planeten Neptun waren sicher Geistesfaten von ganz anderem Kaliber als z. B. die Erfindung des Reißverschlusses und der Büroklammer. Und doch hat fast jeder von uns heute noch täglich etwas mit der Büroklammer zu tun, während der Planet Neptun meines Wissens nicht einmal im Horoskop vorkommt.

Wenn wir unser eigenes Arbeitsgebiet betrachten, kommt es gerade dem an der Arbeit Beteiligten oft so vor, als ob die Entwicklung nicht mehr recht weiter wollte. Schon vor dem Kriege wurde geschrieben, daß der Rundfunkempfänger am Ende seiner technischen Entwicklung stehe. FM-Technik und UKW-Bereich gaben dann nochmals eine tiefgreifende Veränderung. Die Verstärkung und Empfangsleistung auf diesem neuen Wellenband wurde so weit gesteigert, daß man heute an der physikalischen Grenze angekommen ist, die durch das Antennenrauschen gegeben ist. Wohl kann man sich vorstellen, daß dieses Ziel einmal auf einfacherem und wirtschaftlicheren Wege erreicht werden wird, aber die Grenze der Empfangsleistung bleibt gegeben.

Die FM-Technik auf der Ultrakurzwellen erschloß aber durch ihre große Bandbreite und ihren niedrigen Störpegel zwei volle weitere Oktaven des Tonspektrums für die Übertragung. Dieser Vorzug wurde erst allmählich ausgenutzt. Zunächst mußte sich die niederfrequente Aufnahme und Übertragungstechnik des Studios anpassen, dann der Empfänger und schließlich — und das war fast das Schwerste — mußte der Hörer dazu erzogen werden, diese Auswertung des Klangspektrums überhaupt zu schätzen, nachdem ihm der „dunkle und volle“ Ton seines alten Gehäuses lieb und wert geworden war. — Die Umerziehung des Hörers stellte rasch auch neue Ansprüche an den Gerätebauer; wir wurden uns schmerzlich wieder bewußt, wo eigentlich die schwächste Stelle unserer sonst schon ganz ansehnlichen Konstruktionen lag: an der Stelle, wo man die elektrischen Schwingungen, die eine mehrmalige Transponierung und die Reise durch den Raum heute recht gut und unverfälscht überstehen, wieder in Schallwellen zurückverwandeln soll. Der akustische Transformator ist das schwächste Glied in der ganzen Kette. Wenn man dieses Problem ganz nüchtern betrachtet, könnte man verzweifeln: Man soll die Klangwirkung eines Orchesters, das vielleicht eine räumliche Erstreckung von sagen wir 20 mal 10 m hat, aus einem Instrument wiedergeben, das etwa 60 cm breit und 40 cm tief ist. Man soll dem Hörer in einem Zimmer von vielleicht 20 qm den Eindruck vermitteln, in einem Konzertsaal oder in einer Kirche zu sein. Der kleine Rundfunkempfänger soll möglichst den Ton einer 7 m langen Orgelpfeife naturecht übertragen, mindestens aber den Ton des Kontrabasses und der Kesselpauke, die vielfach größer sind als er. Er soll aber auch die höchsten Formanten der Geige noch leicht und sicher wiedergeben.

Glücklicherweise verzweifelten die ersten Rundfunkpioniere nicht und faßten das anscheinend unlösbare Problem mutig an. Ein Umstand kam ihnen zu Hilfe: Das menschliche Ohr

ist unvollkommen wie jedes Sinnesorgan, und zudem ist das Hören kein rein physikalischer, sondern zugleich ein psychologischer Vorgang, und die Phantasie kann viel. Wir werden allerdings sehen, daß dieses den Akustikern nicht nur Vorteile, sondern auch allerhand Schwierigkeiten brachte. Wie wir alle wissen, ist bisher immer noch der dynamische Lautsprecher der beste akustische Transformator geblieben. Er arbeitet nach dem Prinzip der Kolbenmembran. Seine Durchrechnung ergibt einen abfallenden Wirkungsgrad nach den hohen Frequenzen, da er ein tief abgestimmtes System darstellt. In der Praxis wird dieser Effekt z. T. dadurch kompensiert, daß sich die Membran bei höheren Frequenzen unterteilt, d. h. es bilden sich auf ihr stehende Wellen, und am stärksten schwingt der Innenteil des Konus. Die scheinbare Masse wird reduziert, so daß die hohen Frequenzen besser abgestrahlt werden als die Theorie erwarten läßt. Man kann diesen Effekt durch geeignete Wahl von Konuswinkel und Material kräftig unterstützen. Außerdem hat er für die hohen Tonlagen eine ausgeprägte Richtwirkung. Diese kann durch die Schallbündelung bei Schalldruckmessungen auf der Achse sogar einen Anstieg nach hohen Frequenzen vortäuschen. Trotzdem ist es zweckmäßig, den Frequenzbereich zu unterteilen und Klangstrahlergruppen zu nehmen, wobei für die Abstrahlung der hohen Frequenzen Lautsprecher mit hochliegender Eigenresonanz und geringer Membranmasse oder auch statische Lautsprecher gewählt werden. Alle besseren Geräte haben zwei, meist sogar drei Lautsprecher, denen die einzelnen Frequenzbereiche durch Weichen unterteilt zugeführt werden.

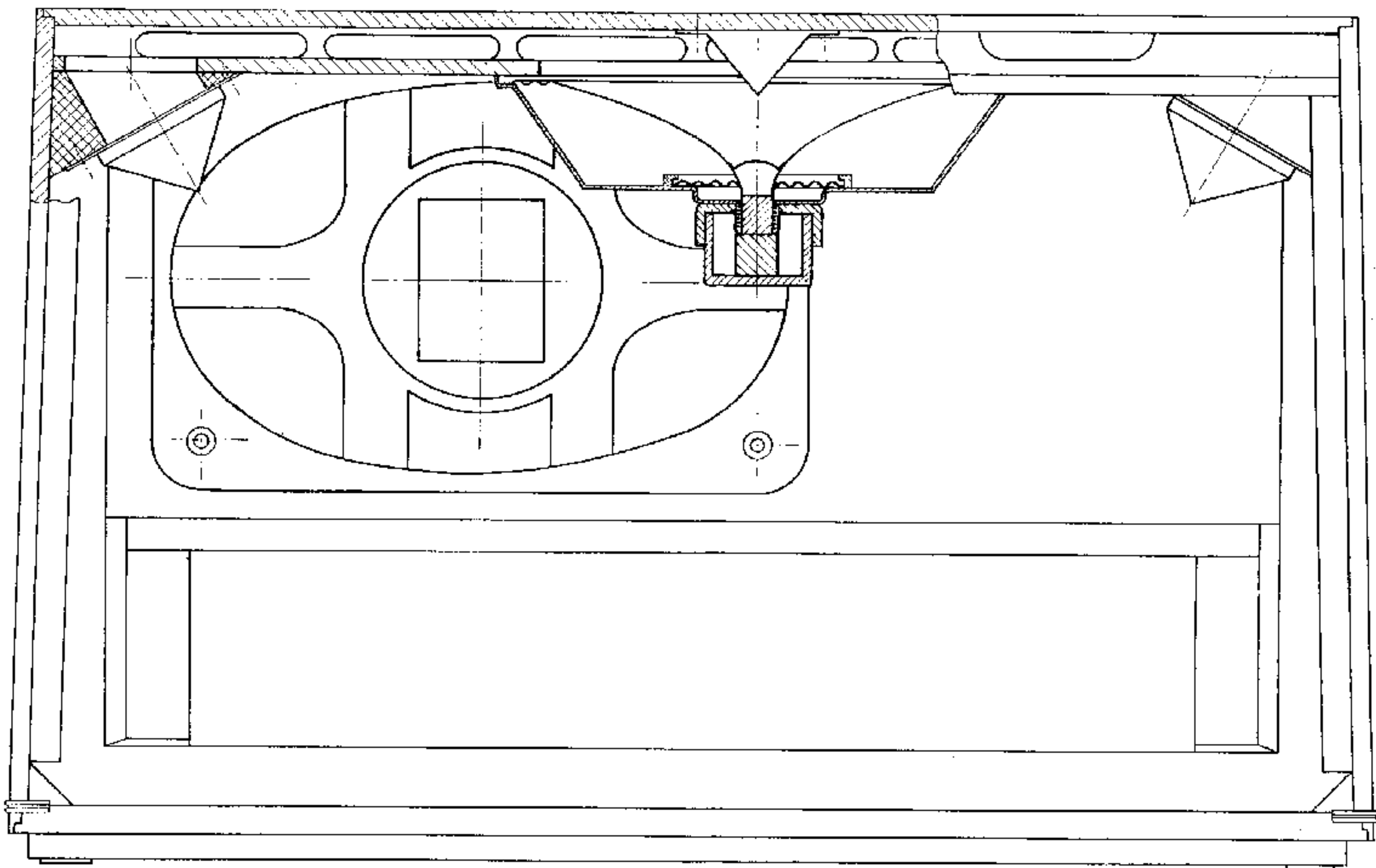
Man erreicht eine recht gute Höhenwiedergabe, gemessen auf der Achse des Gerätes, denn die Richtwirkung der hohen Töne bleibt im Prinzip erhalten. Leider wird durch die Hochtonlautsprecher die Schallquelle noch kleiner und punktförmiger, und da das Richtungsempfinden des Ohres für mittlere und hohe Lagen am besten entwickelt ist, kann man mit dem Ohr beinahe die Stelle auf der Schallwand lokalisieren, aus der der Klang quillt. Die fast ebenen Schallwellen, die die Kolbenmembran bei hohen Tönen

abstrahlt, kommen in der Natur nur bei großer Entfernung der Schallquelle vor. Man hat also den Eindruck, die Musik liege tief hinten im Gehäuse.

Zweifellos kann man nun das Klangbild verbessern und echter machen, wenn es gelingt, alle Frequenzen gleichmäßig nach allen Seiten abzustrahlen und die scharfe Bündelung, die „Scheinwerferwirkung“ der sonst so nützlichen Hochtonlautsprecher zu vermeiden. Bei den tiefen Tönen, deren Wellenlänge größer als der Membrandurchmesser ist, wird der Öffnungswinkel des Schallkegels  $180^\circ$ , d. h. diese Wellen breiten sich gleichmäßig, annähernd kugelförmig aus und füllen den ganzen Raum.

Man kann nun, wie es bei den bekannten, in den Rundfunkanstalten verwendeten Abhörlautsprechern geschieht, viele Hochtonlautsprecher gleichmäßig auf einer Kugel verteilen und erzielt damit eine fast gleichmäßige Abstrahlung, die dem Ideal der atmenden Kugel recht nahe kommt. Der Aufwand ist leider recht hoch; Versuche bei uns zeigten, daß man dazu wirklich eine große Zahl Systeme benötigt, da die Öffnungswinkel der Schallstrahlen bei den höchsten Frequenzen sehr klein werden. Eine grobe Annäherung durch 2, 3 oder 4 nach verschiedenen Seiten strahlende Hochtonsysteme schafft auch nur unzulängliche Lösungen, und man kann die einzelnen „Schallstrahlen“ beim Bewegen im Raum mit dem Ohr deutlich vernehmen. Ja, bei nicht sehr vorsichtiger Dimensionierung kann man den Eindruck erhalten, daß die einzelnen Frequenzbereiche sozusagen auf getrennten Wegen in den Raum geschickt werden, was beim ersten Eindruck vielleicht eigenartige Effekte erzeugt, aber auf die Dauer recht unbehaglich wirkt.

Ich erinnere an die mit verteilten Lautsprechern arbeitenden Lautsprecheranlagen älteren Stils, bei denen man in der neutralen Zone zwischen zwei Lautsprechern den sehr unangenehmen Eindruck gestörten Gleichgewichts hatte. Wir fanden nun eine andere Lösung, die derart einfach und einleuchtend erscheint, daß man sie eigentlich gar nicht zu erklären braucht. [Fortsetzung Seite 9]



Schnittzeichnung des UKW-Rundstrahl-Raumklang-Spitzensupers „Sinfonia 4 R“



Ein Hochtonlautsprecher wird senkrecht nach oben gerichtet und der Schall durch die Deckplatte des Gehäuses waagrecht umgelenkt. Er dringt radial aus einem schmalen Spalt unter dem Deckel gleichmäßig nach allen Seiten heraus. Es ergibt sich ein fast idealer Rundstrahler. Da der Schall beim Austritt aus dem schmalen Spalt nach oben und unten etwas abgelenkt wird, versorgt er den Raum gleichmäßig mit **direktem Schall**; denn gerade in einem Wohnzimmer sich auf Reflexionen zu verlassen, ist bei dem hohen Schluckgrad von Gardinenstoffen, Polstermöbeln und Teppichen besonders für hohe Töne eine zweifelhafte Sache. Das System ist so einfach, daß es schon deswegen gut ist. Zu erklären bleibt nur noch, warum es doch nicht ganz so simpel ist, wie es aussieht. Schon früher gab es sogenannte Rundstrahler, die in Großanlagen verwendet wurden und an deren eigenartigen, blechernen Klang wir uns alle noch erinnern. So ganz wehrlos läßt sich der Schall nämlich nicht umlenken. Alle Schallführungen haben Grenzfrequenzen nach oben und nach unten, ähnlich wie die in der Zentimeterwellentechnik verwendeten Hohlleiter. Die alten Rundstrahler versuchten, den ganzen Hörbereich durch einen Schallspalt zu pressen; das geht nicht so einfach. Die richtige Wahl des Frequenzbereiches, vor allem seiner unteren Grenze, hat einige Mühe gemacht, ebenso die Bemessung der Höhe des Schallspaltes. Der nun einmal gegebenen Rechteckform mußten wir Rechnung tragen durch die Gestaltung des Verteilerkörpers, und bei dem großen Gerät „Sinfonia“ durch die Anordnung von drei Lautsprechern. — Schließlich ist das Material der Schallführung nicht gleichgültig. Vor vielen Jahren, in der Zeit der Rundstrahler, haben wir einmal statt der üblichen Blechausführung einen solchen aus Holz gemacht und fanden die Vermutung bestätigt, daß er sehr viel angenehmer klang. Die Wände der Schallführung sind nicht tot, denn kein Material hat die Masse unendlich oder die Steifigkeit Null. Der Deckel und der Boden des Schallspaltes schwingen mit, genau wie es alle Wände des Rundfunkgehäuses tun. Glücklicherweise ist Holz ein gutes Material, und die Resonanzen lassen sich so beherrschen, daß sie den gewollten Klang nicht verderben, sondern unterstützen. Wir haben schon früher auf diese Tatsache hingewiesen.

Die Diagramme zeigen, daß die Lösung des Problems recht weitgehend gelungen ist. Die kleinen radialen Spitzen — es handelt sich um eine Messung bei einer definierten Frequenz und nicht um eine gewobbelte oder sonstwie ausgebügelte Mittelwertskurve — treten nicht in Erscheinung, da sie bei jeder Frequenz anders liegen. Der gesamte Klangeindruck ist ganz gleichmäßig rund um das Gerät herum.

Auch wir Techniker dürfen nie vergessen, daß ein Rundfunkgerät nicht nur mit dem Ohr, sondern auch mit dem Auge gekauft wird. Schon aus mancher an sich guten Konstruktion wurde ein Mißerfolg, weil das Äußere nicht gefiel.

Der Schallspalt nun stört das Aussehen des Gehäuses nicht; er unterbricht nicht die ruhigen Holzflächen und läßt sich in dezenter und sogar dekorativer Weise verkleiden. Er stellt eine Lösung dar, gegen die auch der Formgestalter nichts einzuwenden hat.

Wir haben unserer Ausführung einen neuen Namen gegeben. 4R bedeutet Abstrahlung in vier Richtungen und beschreibt genau das, was die Anordnung tut. Der gesamte Klangeindruck ist, als ob sich der Ton vom Gehäuse löst und nicht mehr tief aus dem Kasten kommt. Ich brauche wohl nicht zu erwähnen, daß dies alles mit echtem stereophonischem oder 3-dimensionalen Hören nichts zu tun hat. Wie Sie alle wissen, kann man eine echte stereophonische Wiedergabe nur mit getrennten Aufnahme-Mikrofonen und getrenntem Übertragungswagen erreichen. Es fällt für den Rundfunk wegen des damit verbundenen hohen Kostenaufwandes vorläufig aus.

Trotzdem ist der Klangeindruck wesentlich echter und natürlicher als bei bisherigen Empfängern, und man wird vielleicht in einigen Jahren nicht mehr begreifen, warum man lange Zeit die Klangstrahlergruppen so gewissenhaft immer noch auf der vorderen Schallwand versammelt hat, wenn nicht ein Argument für diese Anordnung spräche, das immer Gültigkeit behalten wird: sie ist billiger! — und dieser Umstand wird sicher noch manchen Käufer veranlassen, weiter Geräte ohne Rundstrahlcharakteristik zu kaufen.



Rückansicht  
des UKW-Groß-  
super „Melodia 4 R“