

Einleitung

Reparieren — das Handwerk der Zukunft

Industrielle Erzeugnisse für den Massenkonsum können nur dann so gleichmäßig, betriebszuverlässig und wirtschaftlich gemacht werden, wie der Markt verlangt, wenn man sie nach den Verfahren der modernen Serienfabrikation herstellt. Für das Handwerk ist da kein Platz mehr. Denn weder ein Uhrmacher, noch der Schuster oder Tischler kann mit seiner Hände Arbeit die Präzision und Schnelligkeit der Maschine erreichen — ganz abgesehen davon, daß seine Erzeugnisse viel zu teuer würden.

Aber damit ist das Handwerk keineswegs abgeschafft, sondern erhält durch eine Richtungsänderung neuen Auftrieb. Es gilt auch in Zukunft, was unsere Väter und Großväter sagten: „Handwerk hat goldenen Boden“. Man muß nur erkennen, daß

Reparieren

das Handwerk der Zukunft ist. In noch höherem Maße gilt dieses Entwicklungsgesetz dort, wo der Krieg nicht nur die Produktionsmittel, sondern auch einen großen Teil des Fertigwarenbestandes vernichtet hat. Denn in solchen Ländern müssen die noch vorhandenen technischen Erzeugnisse noch viele Jahre ihren Dienst tun, also auch dann wieder repariert werden, wenn es in normalen Zeiten wirtschaftlicher wäre, neue zu kaufen. Selbstverständlich wird man auch bei uns wieder danach streben, Radioapparate, Photokameras und Uhren nach dem Prinzip der Serienherstellung zu fertigen. Aber die Serien werden in den ersten Jahren sehr klein sein. Um so mehr müssen die Fabriken darauf sehen, die Apparate so zu konstruieren, daß sie leicht repariert werden können und recht lange halten. Das Reparieren wird also trotz der tiefgreifenden Beschränkung unserer Produktionsmittel das Handwerk der Zukunft bleiben. Ja, die Entwicklung geht sogar dahin, daß der eigentliche Fachhandel mindestens für die nächsten Jahrzehnte seine Existenzberechtigung in der Wirtschaft beinahe ausschließlich von der Reparaturwerkstatt herleiten kann.

Der Einwand, daß Reparieren nur einen bescheidenen Verdienst bringt, ist nicht ganz richtig. Denn der Ersatz beschädigter Einzelteile, verbrauchter Röhren und die Erneuerung abgenutzter Bauelemente ist ein zusätzliches Geschäft, das wesentlich dazu beiträgt, die Reparaturwerkstatt wirtschaftlich zu gestalten.

W. Eckardt für radiomuseum.org

Daneben wird sich der Handel mit Einzelteilen ausdehnen. Denn es ist klar, daß in Zeiten wirtschaftlichen Niedergangs die Bastlerbewegung neuen Auftrieb erhält, weil jeder versuchen wird, das, was er mit eigenen Kräften zum Erhalt seiner technischen Dinge beisteuern kann, auch wirklich selbst zu tun. Denn die Verarmung in Europa ist grenzenlos und wird erst mit den Jahren allen offenbar werden.

Beides führt zu immer größeren Anforderungen an die Kenntnisse des Fachhändlers. Dazu kommt noch ein Drittes: Viele Einzelteile, ja sogar Rohstoffe, sind nicht mehr in der Qualität und Art vorhanden wie früher. Man ist fast bei jeder Reparatur gezwungen, zu einem Ersatzstück oder Ersatzstoff zu greifen. Damit nun das fertige „Werk der Hände“ an Lebensdauer und Betriebseigenschaften die ursprünglichen Leistungen wieder erzielt, muß man besonders fachkundig arbeiten: Das „Auswege-Finden“ wird in jeder Werkstatt die größte Kunst sein.

*

Der Radiohandel befindet sich in einer besonders schwierigen Lage, weil es sich in seinen Reparaturwerkstätten meist nicht um mechanische, sondern elektrische Fehler handelt, die sich zudem noch bei verschiedenen Frequenzen verschieden auswirken. Der Mechaniker kann sich auf sein scharfes Auge und seine geschickten Hände verlassen — der Radiofachmann aber muß darüber hinaus über wohlfundierte elektrotechnische Kenntnisse verfügen und diese auch richtig anzuwenden verstehen. Denn elektrische Fehler pflegen sich zu verstecken, so daß das Fehlersuchen bei einem Radioapparat viel schwieriger ist als bei einer Schreibmaschine, Taschenuhr oder einem anderen rein mechanischen Gerät. Daher muß ein Radio-Reparatur-Praktikum von anderen Gesichtspunkten ausgehen als beispielsweise ein Lehrbuch der Feinmechanik. Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, den Leser in die Arbeitsweise der Grundschaltungen der Superhets einzuführen, so daß er auch dann einen versteckten Fehler herausfinden kann, wenn die Schaltung des Empfängers nicht vorliegt. Damit soll keineswegs der Wert einer möglichst kompletten Schaltungssammlung in der Radioreparaturwerkstatt herabgemindert werden. Denn es ist selbstverständlich, daß man einen Fehler schneller und leichter findet, wenn man die Schaltung zur Hand hat und weiß, welche Spannungen an den einzelnen Meßpunkten stehen sollen. Aber bei der Vielzahl der vorhandenen Empfängermodelle, die sich keineswegs auf die deutsche Produktion beschränkt, ist es kaum möglich, das Schaltschema in jedem Einzelfall herbeizuschaffen. Wenn man aber die Grundprinzipien der Schaltungen beherrscht, kann man sich notfalls auch ohne Schaltschema helfen, wenngleich natürlich in diesem Fall die Auffindung der Fehler länger dauert. Eine Schal-

W. Eckardt für *radiomuseum.org*

tungssammlung spart viel Zeit und Arbeit in der Reparaturwerkstatt und ist deshalb genau so notwendig wie ordentliche Meßgeräte und gutes Werkzeug.

Um den Umfang des Buches nicht über den Rahmen eines Werkstatt-Praktikums hinauswachsen zu lassen, wird vorausgesetzt, daß der Leser über ordentliche Kenntnisse der Feinmechanik verfügt und Schaltungen richtig zu lesen versteht. Daß ich fast bei jedem Einzelproblem auch der elektrischen Dimensionierung große Aufmerksamkeit schenkte, geschah deshalb, weil wohl in den meisten Fällen genau passende Einzelteile gar nicht zu beschaffen sind, so daß man sich mit Näherungswerten behelfen muß. Dabei ist es wichtig, die zulässigen Schwankungsbreiten zu kennen. Auch dem Ersatz nicht mehr vorhandener Röhren durch solche, die ursprünglich für einen anderen Zweck gebaut wurden, ist ein breiter Raum gewidmet worden. Dagegen verzichtet das Buch auf eine einfache Sammlung von Reparaturrezepten, die heute wenig nützen können, weil man nicht die richtigen Einzelteile bekommt. Dafür wurde versucht, den Gedankengängen der Konstrukteure nachzuspüren, die zu dem besonderen Aufbau des Empfängers geführt haben. Nur auf diesem Wege wird der Praktiker schließlich in der Lage sein, einen eventuell nötigen Umbau sachgemäß durchzuführen. Man wird deshalb auch manche alte Schaltung in dem Buch finden, die heute nicht mehr angewendet wird. Aber ihre Kenntnis ist notwendig, weil sich der moderne Aufbau aus einer zwanzigjährigen Entwicklung der Rundfunkempfängertechnik ergeben hat, die Schritt für Schritt vor sich gegangen ist, so daß nur der eine moderne Schaltung versteht, der auch ihre Vorläufer kennt.

Weil das Buch für den Mann der Werkstatt geschrieben wurde, bleibt alles weg, was nicht in einer größeren Serie von Empfängern irgend einmal praktisch Anwendung gefunden hat. Die Grundelemente der Meßtechnik und des elektrischen Rechnens müssen vorausgesetzt werden. Auch die Einrichtung einer Werkstatt und die praktische Ausführung von Lötungen und Verdrahtungen gehört nicht in ein Buch für Fachleute. Denn diese Dinge muß man genau so beherrschen wie richtiges Messen, wenn man überhaupt Radioreparaturen ausführen will.

Der Verfasser weiß, daß vielen Fachleuten unter seinen Lesern ein großer Teil von dem, was in dem Buch steht, schon bekannt ist. Aber weil der Superhet alle Elemente enthält, die irgendwie einmal in Empfängerkonstruktionen Verwendung gefunden haben, mußte er oft auch auf Schaltungsmaßnahmen zurückgreifen, die gewöhnlich nur bei Geradeausempfängern Anwendung finden, aber gelegentlich doch auch auf den Super übertragen worden sind.

In Anlehnung an die Praxis der Fehlersuche beim Super wurde der stufenförmige Aufbau, vom Netzteil ausgehend bis zur Hoch-

W. Eckardt für radiomuseum.org

frequenzvorstufe, gewählt. Dabei konnten leider lange nicht alle Abweichungen von den Grundsaltungen erwähnt werden, die in der Praxis vorkommen. Aber es ist leicht, sie zu verstehen, wenn man die wenigen Grundsaltungen genau kennt, auf die sich solche Abweichungen zurückführen lassen. Darüber hinaus sind handliche Rechnungsgrundlagen gegeben und so viele Dimensionierungsbeispiele, daß man wohl in allen vorkommenden Fällen beurteilen kann, wie das Gerät am einfachsten wieder in Gang zu bringen ist.

So hofft der Verfasser, auf Grund seiner Praxis ein Buch zustande gebracht zu haben, das in jeder Reparaturwerkstatt wirklich die Rolle eines Praktikums spielen kann. Für den Amateur enthält es eine Fundgrube von praktischen Beispielen und gedanklichen Erwägungen, für den Konstrukteur eine Sammlung von Ideen, die irgend einmal den Weg in die Praxis des Superbaus gefunden haben.

Berlin-Dahlem, Ehrenbergstr. 1 a, Januar 1947.

Otto Kappelmayer

geb. 27. 5. 1894 Druisheim.

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung	3	Adaptieren für zusätzliche Spannungswerte	42
I. Die ersten Handgriffe ..	10	Die Siebkette	43
Voruntersuchungen nach den Ergebnissen der Fehlerhäufigkeitsstatistik	10	Weitere Schutzmaßnahmen für Hochvoltelkos	46
Der Netzteil	10	Bosch-M-P-Kondensatoren	47
Die Feldspule des Lautsprechers ..	11	Behelfsweiser Elko-Ersatz	50
Die Lautsprecherröhre	12	Die Brummspannung	50
Der Lautsprecher	13	Besonderheiten in Wechselstrom-Netzteilen	57
Wellenschalter	13	Anodenüberbrückungskondensatoren	61
Lautstärkeregler	14	Hochfrequenzschutz	61
Unterbrechung einer Schirmgitterleitung	15	Netzschalter und Sicherungen ..	63
Drehko-Schluß	16	Trockengleichrichter statt Gleichrichterröhre	66
NF-Kopplungsblock durchgeschlagen	16	Ersatz eines durchgeschlagenen Transformators	66
Gegenkopplungsfehler	17	Größe der Ladekondensatoren bei Delonschaltung	67
Trimmerfehler	17	Streifelder	68
Gitterkappen	18	B) Allstrom-Empfänger	69
Bei Allstromgeräten	19	Entwicklung des Gleichstrom-Netzanschlusses	70
Allgemeine Störgeräusche bei Allstrom-Kleinsuperhets	20	Die Leistungsaufnahme	75
Die mechanische Prüfung	21	Die Eisenurdoxwiderstände	77
Andere Methoden der Voruntersuchung	21	Reihenfolge der Röhren	79
Keine Garantie für Reparaturen ..	22	V- und U-Röhren	79
II. Die Stufen des Superhets	24	Netzteil von ABC-Koffersuperhets ..	83
Der Netzteil	24	Trockengleichrichter im Allstrom-Netzteil von Superhets	88
A) Wechselstrom-Empfänger ..	24	Umbau von Wechselstrom- zum Allstrom-Netzteil	90
Normaler Wechselstrom-Netzteil ..	24	Ein interessanter Umbauvorschlag ..	93
Gleichrichterröhren	24	Stromersparnis bei Allströmern an W-Netzen	94
Tabelle der Gleichrichterröhren ..	26	Tabelle der 200- und 50-mA-Röhrenserie für die Heizspannung U und die Kapazität des Vorschalt-Kondensators in μF ...	96
Kleine Austauschabelle für Gleichrichterröhren verschiedener Fabrikate	30	C) Netzteil von Allstrom-Zwerggeräten	98
Tabelle der Trockengleichrichter ..	31	Die Skalenbeleuchtung	99
Der Netztransformator	31		
Die Anodenspannungswicklung ..	35		
Tabelle der Kennfarben für Netztrafos nach der internationalen Norm	41		

W. Eckardt für radiomuseum.org

Der Schutzwiderstand vor der Gleichrichterröhre	101	Der Empfänger atmet	149
Tabelle der Schutzwiderstände für die Röhren CY1 und CY2 ...	101	Akustische Rückkopplung der Röhren	150
D) Allgemeine Baugrundsätze für Allstrom-Netzteile	101	Modernisierung älterer Niederfrequenzteile	150
Zusammenhang zwischen Gleichstrombelastung und Selbstinduktion bei Eisendrosseln ..	103	HF-Verblockung gegen NF-Störungen	152
Glimmspannungsteiler oder Stabilisatoren	103	Der Tonabnehmeranschluß	152
Tabelle der für Stabilisatoren geeigneten Eisen-Widerstände	104	Verblockung des TA-Anschlusses	157
Stabilisatoren	105	Lautstärkereger	157
E) Einfache Allstrom-Netzansode für Kofferradios	107	Schallplattenverzerrung im Großsuper	162
Endstufe und Tonfrequenz-Verstärker	108	Entzerrerschaltungen	166
Ersatz älterer Endröhren	110	Fluchtlinientafel für L und C bei Tonfrequenzen	169
Kleine Handtabelle zum Austausch von Endröhren in Kleinsuperhets mit amerikanischer Bestückung	117	Fluchtlinientafel für parallel geschaltete Widerstände oder Kondensatoren in Reihenschaltung	170
Allgemeine Gesichtspunkte, die beim behelfsmäßigen Röhrenersatz durch andere Typen zu beachten sind	117	Die Hochfrequenz-Gleichrichtung	172
Tabelle der deutschen Endröhren	120	Deutsche Gleichrichterröhren für HF und ZF einschließlich der Verstärkerröhren, die Dioden enthalten	172
Amerikanische Endröhren	121	Arten der HF-Gleichrichtung ...	173
Berechnung des Tonfrequenzverstärkerteiles	122	Vergleich der Arten der HF-Gleichrichtung	173
Vorwärtsgeregelte Vorverstärkerstufe	123	Detektor und Sirutor	174
Gegenkopplung	124	Dioden	176
Wechselstromwiderstände von Kondensatoren	125	Duodioden	178
Tonfrequente Rückkopplung	131	Tripeldioden	181
Der einfache NF-Teil	132	Das Audion	182
Durchgeschlagene Blockkondensatoren im NF-Teil	133	Der Richtverstärker	182
Störgeräusche bei Allstrom-Endröhren	134	Der Zwischenfrequenz-Verstärker	185
Der Kathodenwiderstand	134	Deutsche Röhren für Zwischenfrequenz-Verstärkung	185
Ersatz der großen Kapazitäten ..	135	Allgemeines	186
Der Lautsprecherübertrager	136	Wickeldaten für Zwischenfrequenz-Bandfilterspulen von 442 bis 485 kHz	188
Ausgleichschaltungen	140	Wickeldaten für Zwischenfrequenz-Bandfilterspulen von 128 kHz	188
Die Boucherot-Schaltung	140	Industrie-Wickeldaten für normalisierte ZF-Bandfilter	189
Anschaltung eines zweiten Lautsprechers	141	Die Theorie des Bandfilters	189
Hochton-Lautsprecher	142	Regelbare Bandfilter	195
Gegentaktschaltungen	144	Die induktive Regelung	195
Die Phasenumkehrschaltungen ..	146	Die kapazitive Spannungskopplung	197
Nachträgliche Verbesserungen im Tonfrequenzteil	148	Bandbreitenregelung durch Widerstandsbeeinflussung des induktiven Kopplungsgrades	199
		Dreifachbandfilter	199

W. Eckardt für radiomuseum.org

Bandbreitenregelung in mehreren Stufen	202	Bandbreitenregelung durch Verstimmung	250
Selbsttätige Bandbreitenregelung	203	Die Hochfrequenzvorstufe	251
Sonderschaltungen regelbarer Bandfilter	204	Moderne HF-Vorstufen-Regelröhren	251
Die Mischstufe	207	Beispiel für die Dimensionierung von Kurzwellenspulensätzen ..	255
Tabelle der europäischen Mischröhren	207	Sichtbare Scharfabstimmung	257
Allgemeines	208	Tabelle der Anzeigeröhren	257
Der Oszillator	209	III. Fehler und Reparaturen an Einzelteilen des Supers	263
Die Oktode oder Achtpol-Mischröhre	212	Regenerieren von Radioröhren ..	263
Ältere Misch-Anordnungen	213	Über den Elko	266
Amerikanische Mischschaltungen	220	Elkoprüfer für Reparaturwerkstätten und Kundendienst ...	274
Ersatzmöglichkeiten für USA-Mischröhren	220	Fehler an Spulen und Kondensatoren	277
Einige Besonderheiten der neuen Triode-Hexoden UCH 21 resp. ECH 21 und ECH 4	223	Reparaturen an Wellenschaltern	279
Die Wellenbereich-Umschaltung ..	226	Reparieren von Lautsprechern ..	284
Bandspreizung	229	Klebstmittel	286
Kalkulation des Oszillators	233	Reparaturen an Skalen und Zeigern	286
Unterdrückung der Spiegelfrequenz	234	Das vielseitigste Gerät in der Werkstatt: Der Leitungsprüfer	289
Verhältnis der Zwischenfrequenz zu möglichen Spiegelfrequenzen	235	Die Prüfschnarre	290
Fehlersuchen am Oszillator	237	Mittlere Werte der wichtigsten Einzelteile im Super	292
Der 1600-kHz-Super	242	Allgemeine Werte-Tafel der Einzelteile in Superhets	295
Bandfiltereingang oder Vorstufe?	245	Der Lorenz-Kleinsuper P 2000 ...	298
Regelbare HF-Bandfilter	247	Farbencode	301
Wickeldaten für Eingangsbandfilter	249		