

90 Jahre Radio- und Elektronikbaukästen – vom Kristalldetektor zum DSP-Empfänger

von Klaus Leder



Abb. 1: Französischer Kristalldetektor mit Bleiglanzkristall und Schiebespule (1920er Jahre)

Zu Weihnachten 2017 wurden Kindern und Jugendlichen wieder Computer, Spielkonsolen, Robotermodelle und natürlich Smartphones geschenkt. Eine immer kleiner werdende Nische ist die Radiobasterei, die sich seit der Entstehungszeit des Rundfunks in den 1920er Jahren bis heute erhalten hat - trotz der Konkurrenz des Computers und des abzusehenden Endes der analogen Rundfunktechnik. Auch 2017 gab es wieder einen Radio-Adventskalender von B. Kainka und von Firmen wie z. B. Conrad, Franzis, ELV und Kemo werden weiterhin Radiobausätze für Jugendliche und technikinteressierte Erwachsene angeboten.

Experimentierkästen und Bauanleitungen aus den letzten 90 Jahren zeigen schlaglichtartig die Entwicklung der Radiotechnik, der elektronischen Bauelemente, der didaktischen Begleitmaterialien sowie gesellschaftliche Veränderungen auf. Es ist interessant, am Beispiel der Baukästen den wissenschaftshistorischen Weg der Empfangstechnik zu verfolgen. Der kurze Rückblick auf die Radiobasterei beginnt beim Kristalldetektor und endet beim DSP-Radio der

heutigen Zeit.

1. Vom Funkensprung zum Detektorradio

Der Engländer J. C. Maxwell hat 1864 theoretisch begründet, dass es eine bis dahin unbekannte Strahlung gibt, die man später Radiowellen nannte. Heinrich Hertz hat die Existenz der elektromagnetischen Wellen 1888 mit Experimenten zum „Funkensprung“ an Dipolen nachgewiesen. Mit Versuchen zur Brechung, Interferenz und Polarisierung konnte Hertz die Wesensgleichheit von Licht und elektromagnetischen Wellen beweisen.

Zur drahtlosen Telegrafie nutzte der Franzose E. Branly 1890 den sog. Kohärer (Fritter), mit dem aber keine Sprache sondern nur Morsesignale übertragen werden konnten.

1896 hatte der italienische Erfinder Guglielmo Marconi einen verbesserten Funkensender und -empfänger gebaut, mit dem er Signale 15 Kilometer weit über den Bristolkanal und 1901 über den Atlantik senden konnte. Zur gleichen Zeit führte auch der russische Wissenschaftler A. Popow Experimente zur Übertragung von Funksignalen mit einer geerdeten Antenne durch.

Der Physiker F. Braun hatte 1874 den Gleichrichtereffekt zwischen Metallsulfiden und einer Drahtspitze entdeckt. Im Gegensatz zu Marconi legte Braun die Funkenstrecke nicht an die Sendeantenne sondern in einen mit dem Antennenkreis induktiv gekoppelten Schwingkreis. 1899 baute er den ersten Kristalldetektor. Mit diesem Bauteil wurde die Demodulation hochfrequenter Wellen und der Empfang von Sprache und Musik in der Funktechnik möglich. 1913 konstruierte Braun die Rahmenantenne zur Richtungsbestimmung eines Senders. Gemeinsam mit Marconi erhielt Braun 1909 den Physik-Nobelpreis für die Pionierleistungen auf dem Gebiet der drahtlosen Telegraphie.

Mit dem Beginn des Rundfunks in Deutschland im Jahr 1923 begann auch die Ära des Bastelns von Radios. Am Anfang der Empfangstechnik standen Detektoren mit Bleiglanz- oder Pyritkristallen, auf denen mit einem Draht eine geeignete Stelle mit Halbleitereigenschaften gefunden werden musste (s. Abb. 1). Die Frequenzabstimmung des Schwingkreises konnte induktiv mit Schiebepulen oder Variometern erfolgen. Bei der kapazitiven Abstimmung wurden variable Kondensatoren wie z. B. Drehkondensatoren eingesetzt (s. Abb. 2).

Mit den Radio-Experimentierkästen, die von dem schweizer Sekundarstufenlehrer W. Fröhlich konzipiert und ab 1934 von der Franckh'schen Verlagshandlung in Stuttgart unter dem Namen „Radiomann“ herausgegeben wurden, konnten klassische Versuche der Funktechnik von Schülerinnen und Schülern durchgeführt werden. Die Versuchsanleitung enthielt Versuche zur Erzeugung von Funken und zu deren Empfang mit einer Feilspanbrücke. Die Bedeutung von Antenne und Erde für die modellartigen Kohärer-Versuche wurde erprobt. Mit Hilfe des Kristalldetektors und einem mit einem Drehkondensator abstimmbaren Schwingkreis konnten Radiosendungen mit einem elektromagnetischen Kopfhörer gehört werden.

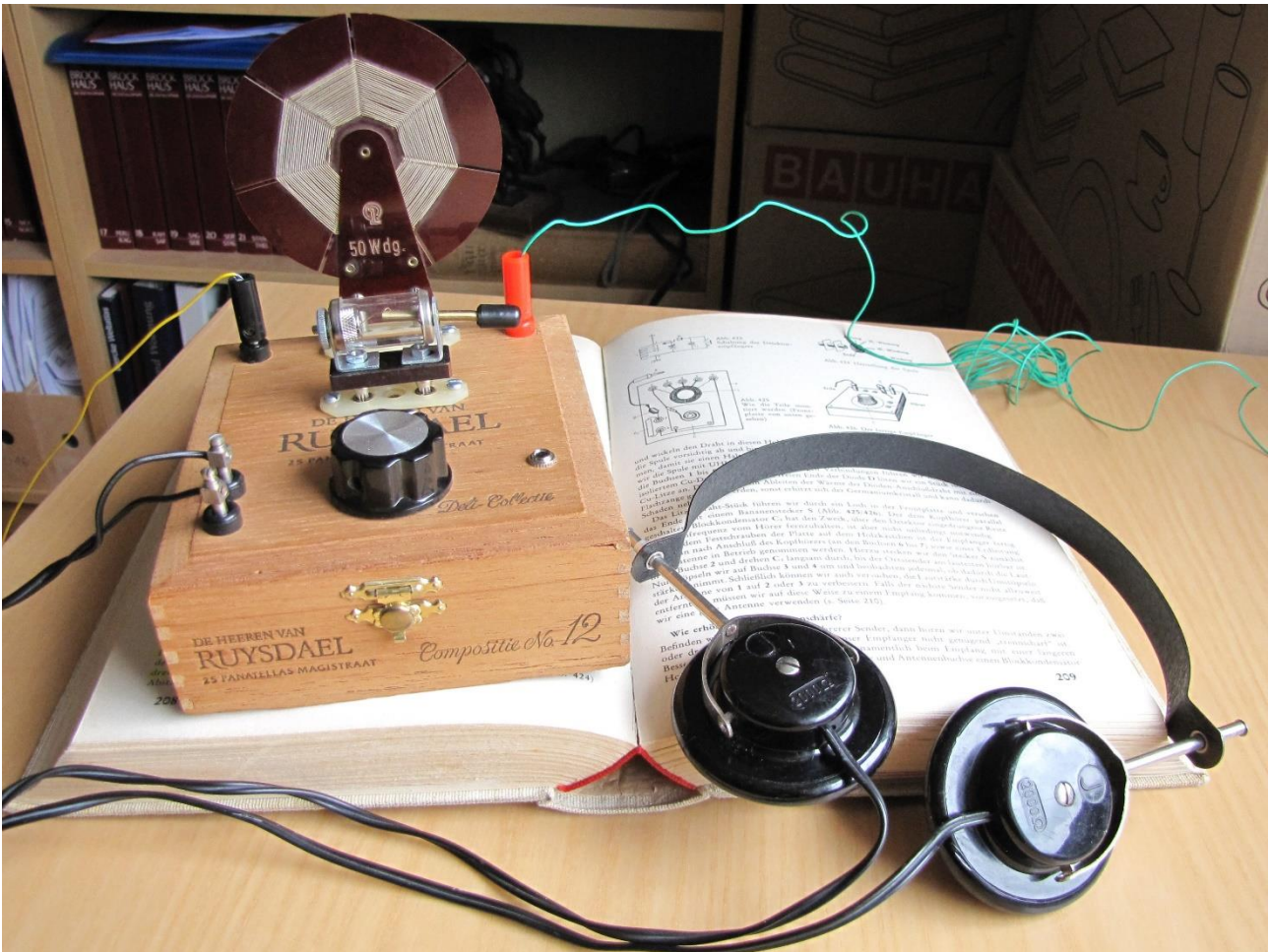


Abb. 2: Nachbau eines Radios mit Kristalldetektor, Korbbodenspule, Drehkondensator und elektromagnetischen Kopfhörern

Der Reiz, mit wenigen Bauteilen und ohne eine Batterie ein Radio zu basteln, hat das Interesse am Bau von Detektorempfängern bis in die heutige Zeit erhalten. Anstelle des Kristalldetektors werden heute Germaniumdioden verwendet, wobei die älteren Spitzendioden und Schottkydioden aufgrund ihrer niedrigen Durchlassspannungen die besten Ergebnisse liefern. Hochohmige Ohrhörer mit Piezokristallen haben die alten elektromagnetischen Kopfhörer abgelöst (Abb. 3).



Abb. 3: Baukasten mit Germaniumdiode, Drehkondensator, Spule mit Ferritkern und Ohrhörer aus den USA (1980er Jahre)

Verlage und Firmen wie z. B. Kosmos, Riess, Opitex und AK Modul Bus haben auch in neuerer Zeit Bausätze für Detektorempfänger herausgegeben (Abb. 4). In einem Video (YouTube) kann man dem wiener Experimentalphysiker Werner Gruber beim Basteln eines Schiebepulendetektors mit einer Klopapierrolle, Draht, einer Diode und einem Ohrhörer zusehen.



Abb. 4: Kosmos-Experimentierkasten „Detektor-Radio“ mit Drehkondensator, Zylinderspule, Germaniumdiode und Ohrhörer (1996)

2. Radoröhren und Audions

Der Amerikaner Lee de Forest (1906) und unabhängig von ihm der Österreicher Robert von Lieben gelten als die Erfinder der Elektronenröhre. Die von ihnen gebauten Trioden ermöglichten mit der Audionschaltung eine Demodulation und Verstärkung der Hochfrequenzsignale und lösten die Detektorradios ab.

1913 konstruierte der Österreicher A. Meißner bei der Telefunken-Gesellschaft in Berlin einen Röhrensender mit Rückkopplung, mit dem er ungedämpfte Schwingungen erzeugen konnte. Die von ihm anschließend entwickelten Empfänger mit Rückkopplung übertrafen an Empfindlichkeit und Trennschärfe alle damals bekannten Geräte und beflügelten die Radiobastelei. In den 1920er und 1930er Jahren blühte der Selbstbau von Audiongeräten. In Zeitschriften und Büchern wurden zahlreiche Bauanleitungen veröffentlicht.

In der Zeit des Nationalsozialismus wurde der Volksempfänger („Goebbelschnauze“) preisgünstig hergestellt und zu einem wichtigen Werkzeug der staatlichen Propaganda. Das Abhören von Feindsendern war in den Kriegsjahren bei Androhung der Todesstrafe verboten.

Nach dem Zweiten Weltkrieg hatten die Geradeausempfänger Audion und Detektor aufgrund der Mangelsituation bei Bastlern erneut Konjunktur. Der legendäre Bausatz „Heinzelmann“ von Max Grundig erschien 1947. Das Versandhaus Radio RIM in München lieferte Bausätze und

veröffentlichte in den RIM-Jahrbüchern zahlreiche neue Schaltungen.

Für den Experimentierkasten „Radiomann“ konnte eine Doppelgitterröhre RE074D (Telefunken) oder U409D (Valvo), später eine DM300 hinzugekauft werden. Mit der Radoröhre wurden u. a. folgende Versuche beschrieben: „der Versuch von Edison, die Anodenbatterie saugt Strom aus der Anode, der Einfluss des Gitters, die Rundfunkröhre als Verstärker, die Röhre als Detektor, Audion, die Rückkopplung, einfacher Röhrensender, eigenes Rundfunkkonzert“. In der 13. Auflage von 1960 (Abb. 10) wurde die Pentode EF98 verwendet, die in den 50er Jahren für Autoradios entwickelt worden war. Allerdings verschwanden in der Anleitung dieser Auflage die Versuche zum Funken- und Röhrensender.

1958 hatte die Franckh'sche Verlagshandlung den Experimentierkasten „Radio + Elektronik A“ von Ing. Heinz Richter herausgebracht (Abb. 5). Der Ergänzungskasten D „Praxis der Fernsteuerung und Elektronenröhre“ von 1963 stellte die Elektronenröhre EF98 in den Mittelpunkt, obwohl er zusätzlich einen Hochfrequenztransistor AF116 und einen Steuerquarz enthielt. Auf dem Universalchassis des Grundkastens A und mit dem Niederfrequenztransistor OC602 und dem Spezialrelais aus dem Kasten B konnten zahlreiche Versuche im Mittelwellen- und Kurzwellenbereich durchgeführt werden. Für Fernsteuerversuche enthielt der Kasten D ein Spezialchassis für den Senderaufbau und zwei Kurzwellenspulen.



Abb. 5: Kosmos-Experimentierkästen „Radio + Elektronik A, B und D von Heinz Richter mit Transistoren und Röhre EF98 (1958 und 1963)

In dem umfangreichen Versuchsprogramm wurden u. a. folgende Versuche beschrieben: die Gitterbasisschaltung, die Anodenbasisschaltung, Anodengleichrichter mit Transistorverstärker in Transformatorkopplung, Transistorverstärker mit nachgeschaltetem Röhrenverstärker. Für Mittelwellen-Röhrensender konnten 7 Schaltungen aufgebaut werden, z. B. Röhrensender in Dreipunktschaltung mit Bremsgittermodulation, Röhrensender mit kapazitiver Dreipunktschaltung (Colpitts-Schaltung), ECO-Sender mit Bremsgittermodulation.

Im Kurzwellenbereich wurden 16 verschiedene Schaltungen für Röhrenempfänger und 8 für

Röhrensender erprobt, z. B. Röhrensender mit induktiver Dreipunktschaltung, Röhrensender in Meißnerschaltung, quartzgesteuerter Röhrensender für 27,12 MHz, Pierce-Schaltung, quartzgesteuerter Meißner-Röhrensender, quartzgesteuerter ECO-Röhrensender.

Das 428 Seiten umfassende Buch „Radiotechnik für Alle“ von Heinz Richter erläuterte in der 12. Aufl. 1961 radiotechnische Grundlagen ausschließlich mit Radoröhren. Die Neubearbeitung in der 15. Auflage von 1967 stellt dann den Transistor in den Mittelpunkt. Richter schreibt in der Einleitung: „Die Röhre hat in der Radiotechnik praktisch ausgespielt und ist nahezu gänzlich vom Transistor abgelöst worden“.

Nach dem Siegeszug des Transistors setzte um die Jahrtausendwende eine Rückbesinnung auf die Röhrentechnik ein, die bei hochwertigen Verstärkern weiterhin verwendet worden war. Kosmos brachte 2004 eine Jubiläumsausgabe „70 Jahre Radiomann“ mit der Doppeltriode ECC82 heraus. Schaltplan und Versuchsanleitung stammten von Burkhard Kainka. Der Aufbau auf einer Holzkonsole erinnert an Vorbilder aus der Anfangszeit der Röhrenradios in den 1920er Jahren (Abb. 6).



Abb. 6: Kosmos Jubiläumsausgabe „70 Jahre Radiomann“ mit der Doppeltriode ECC82, Korbodenspule, Luftdrehko und NF-Übertrager (2004). In das Gehäuse wurde nachträglich ein NF-Verstärker mit Lautsprecher eingebaut.

Von der Firma Conrad und vom Franzis Verlag wurden 2009 und 2011 Retroradio-Bausätze von Burkhard Kainka mit der chinesischen Röhre 6J1 aufgelegt und erfolgreich verkauft (Abb. 7). Die Retro-Baukästen nutzen Röhren, die mit ungefährlichen Batteriespannungen betrieben werden. Die Nachfrage zeigt, dass die alte Röhrentechnik auch heute noch Interesse bei Bastlern findet, sei es

aufgrund des besonderen Klangs der Röhrenverstärker, aufgrund der Durchschaubarkeit der Schaltungen oder aus Nostalgie.



Abb. 7: Franzis-Baukästen „Röhrenradio“, „Retroradio Deluxe“ und „Röhrentechnik“ von B. Kainka mit der chinesischen Röhre 6J1 (2009, 2011)

Die japanische Firma Gakken hat in der Reihe „Sophisticated Science Kit for Adults“ zwei „Vacuum Tube Radio Kits“ hergestellt, die Bauteile nach radiohistorischem Vorbild enthalten. Bei dem ersten Bausatz handelt es sich um ein Audion mit der chinesischen Röhre 1A2 (DK91) und einer Variometer-Abstimmung des Schwingkreises mit zwei verdrehbaren Luftspulen (Abb. 8). In der reich bebilderten Anleitung wird die Geschichte des Radios dargestellt und es werden Versuche zur Anpeilung von Sendern mit einer Rahmenantenne beschrieben.



Abb. 8: Baukasten „Vacuum Tube Radio“ der japanischen Firma Gakken mit der chinesischen Röhre 1A2, Drehko- und Variometerabstimmung

Der zweite Bausatz mit den chinesischen Röhren 1K2, 1B2, 2P2 ist ein 0V2-Empfänger. Er ist mit einer Rahmenantenne, einem Hornlautsprecher und einem mit einer Schraube einzustellenden „Klapp-Kondensator“ ausgestattet (Abb. 9).



Abb. 9: Baukasten „Vacuum Tube Radio Ver. 2“ der japanischen Firma Gakken mit Rahmenantenne, Klappkondensator, Hornlautsprecher und den chinesischen Röhren 1K2, 1B2, 2P2

3. Transistoren erobern die Welt

Im Jahr 1945 war in den USA eine elektronische Rechenmaschine namens „ENIAC“ im Einsatz, die mit 18 000 Röhren arbeitete, etwa 30 Tonnen wog und den Platz einer 140-Quadratmeter-Wohnung beanspruchte.

Die amerikanischen Physiker John Bardeen, Walter Brattain und William Shockley arbeiteten in den Bell Laboratories in New Jersey mit den Halbleitern Germanium und Silicium, um einen Ersatz für die großen, schwerfälligen und empfindlichen Vakuumröhren zu finden. 1947 erfanden sie den

Transistor, der aus einer Kombination von dotierten Halbleitern in drei Schichten bestand. Wenn bei einer npn-Anordnung von Germaniumkristallen ein kleiner Strom auf die mittlere Schicht (Basis) geleitet wurde, führte das zu einem großen Strom auf der Strecke zwischen Emitter und Kollektor. Die neuen Halbleiterverstärker und – schalter ermöglichten eine Verbesserung, Verkleinerung und Verbilligung beim Bau von Computern, Verstärkern und Radios, die mit viel weniger Energie arbeiten konnten.

Der Transistor sicherte den USA den Vorsprung in Computertechnik und Raumfahrt. Die Mercury-, Gemini- und Apolloraumschiffe waren mit Transistoren für Steuerungs- und Regelungsfunktionen und für die Kommunikation ausgestattet. Die moderne Halbleitertechnik ermöglichte 1969 die erste Mondlandung mit Apollo 11.

Mit der Transistortechnik begann die Blütezeit der Elektronik-Experimentierkästen. Der „Radiomann“ der 13. Auflage von 1960 enthielt erstmals einen Transistor OC71 und eine Germaniumdiode von TeKaDe. Das Versuchsprogramm wurde um 38 Versuche erweitert, die sich durch die hervorragende Didaktik W. Fröhlichs auszeichneten. Die Funktionen von Diode und Transistor wurden mit hydraulischen Modellen sehr anschaulich erklärt (Abb. 10).

Unabhängig von dem im elterlichen Wohnzimmer thronenden Röhrensuper konnten Schülerinnen und Schüler mit selbstgebastelten einfachen Transistorschaltungen Radio hören und gewannen damit Freiheit. Unter der Bettdecke konnten sie die Musik der Beatles mit dem Kopfhörer genießen, ohne gestört zu werden oder andere zu stören. Mit den kleinen Transistorradios wurde Radiomusik für Jugendliche überall verfügbar, ob auf dem Fahrrad, im Schwimmbad oder im Partykeller.



Abb. 10: Kosmos-Experimentierkasten „Radiomann“ von W. Fröhlich (1960). Aufbau von Röhrenaudion mit EF98 und Radio mit Germaniumdiode und Transistor OC71 (AC173)

Auch andere Firmen entwickelten Elektronik-Experimentierkästen. Der aus Veröffentlichungen in der „Radio-Praktiker-Bücherei“ bekannte Autor Herbert G. Mende schuf 1963–1965 drei Funk-Stabo Experimentierkästen, die von GETA Hans Kolbe & Co, Hildesheim herausgegeben wurden (Abb. 11). Der Funk-Stabo 1 erklärte ausführlich die Funktechnik und ermöglichte den Bau eines Reflexempfängers mit dem Transistor AF116 für Kopfhörerbetrieb. Der Ergänzungskasten Funk-Stabo 2 brachte Lautsprecherempfang mit den Transistoren OC70 und OC71 und einem Anpassungstransformator. Der Funk-Stabo 3 ermöglichte den Bau eines Superhet-Empfängers mit zwei weiteren Transistoren AF117, einem Drehkondensator mit Abstimmkupplung, einer Oszillatospule und einer Ferritantenne.

Das Neue an den Lehrmittelkästen von Stabo war die ungewöhnliche Verbindungstechnik mit Leitungsschienen an Stelle von Drähten, die auf und unter eine Acryl-Montageplatte geschraubt wurden. Mende schreibt in der Anleitung: „Sie ähnelt in ihrem Aufbau und in der Art der Leitungsführung, einschließlich des Problems, Leitungskreuzungen zu beherrschen, weitgehend der modernen Technik der gedruckten Schaltungen, die heute in jedem Radio- und Fernsehempfänger und in vielen elektrischen Geräten des täglichen Bedarfs vorherrschen“.



Abb. 11: Funk-Stabo-Experimentierkästen 1 (1963), 2 (1964) und 3 (1965) von H. G. Mende

1974 erschien die Jubiläumsausgabe des Buches „Radiobasteln für Jungen“ von Heinz Richter, das seit der Erstauflage 1955 mehr als 100.000 Mal gedruckt wurde. Der Autor schreibt in der Einleitung: „Jeder von euch hat wohl schon einmal die Rückwand eines Empfängers abgeschraubt und mit Bewunderung die vielen Einzelteile in dem dunklen Gehäuse betrachtet. Warum sitzt dort ein Transistor? Wie ist er gebaut? Welchen Zweck hat jenes kleine Metallkästchen? Solche Fragen stellt jeder echte Junge, und dieses Buch will sie beantworten. Ihr findet darin aber nicht nur eine Erläuterung der Wirkungsweise, sondern gleichzeitig noch etwas viel Schöneres, nämlich Anleitungen zum Selbstbau!“. Für die Beschaffung der Einzelteile gibt Richter den Rat: „Aber Taschengeld habt ihr ja, und wenn ihr dem Vater gute Zeugnisse vorlegt, bewilligt er euch auch außer der Reihe etwas“.

Das aufwendigste und umfangreichste Elektronik-Experimentierkasten-System schuf H. Richter mit dem Elektronik-Labor XG, das von der Franckhschen Verlagshandlung 1966 bis 1974 herausgegeben wurde (Abb. 12). Die Deckel der fünf Kästen warben mit Bildern von Technikern, die an Rechenanlagen, an einem Elektronenmikroskop, an einer Fließbandsteuerung, im Tonstudio, in einem Weltraumkontrollzentrum oder auf einer Baustelle mit Sprechfunkgeräten arbeiten.

Die Anleitungsbücher trugen den Titel „Telekosmos-Praktikum“ und wendeten sich an 14-15jährige Jugendliche und Erwachsene. Der Grundkasten „Elektronik-Labor XG“ bot 180 Versuche mit 80 Schaltungen aus Radiotechnik und Elektronik, die mehr und mehr in den Vordergrund rückte. Der Superzusatz XS ermöglichte u.a. den Bau eines 5-Transistor-4-Kreis-Radio-Superhets. Der Ergänzungskasten XR war der elektronischen Regel- und Steuerungstechnik und den Grundschaltungen der Computer-Technik gewidmet. Der Kasten XU-1 erschloss den UKW- und Kurzwellenbereich, Kasten XU-2 die Fernsteuertechnik mit dem Bau eines quartzesteuerten, tonfrequenzmodulierten Fernsteuersenders. H. Schwab und S. Wilhelm brachten 1974 noch einen Zusatz XZ auf den Markt, mit dem sich aufwendige Schaltungen wie Flüssigkeitspegelmesser, Gewittermelder, elektronisches Schlagzeug oder Tonbildschau mit diskreten Bauteilen verwirklichen ließen.



Abb. 12: Kosmos Elektronik-Labor XG (1966), XS (1967), XR (1969), XU-1, XU-2 (1971) und XZ (1974) von Heinz Richter

Von 1974 bis 1983 wurden von der Deutschen Philips GmbH, Hamburg zahlreiche Elektronik-Experimentierkästen der EE-Reihe herausgegeben, für die der aus Fernsehsendungen bekannte Professor Dr. Heinz Haber in einem Vorwort schrieb: „Jungen Menschen von heute ist es eine Selbstverständlichkeit, daß man mit elektronischen Hilfsmitteln eigentlich jede praktische Aufgabe der Automatisierung lösen kann. Feuchtigkeitsfühler und Zeitschalter für den Wecker, Einbrecher-Alarmanlagen und Lichttonbetriebsanzeiger, UKW-Radios und Telefonverstärker, Lichtkontrollanlagen und Tonblenden. Solche Geräte lassen sich mit den Philips Elektronik-Experimentierkästen mit den einfachsten Mitteln herstellen. Es liegt auf der Hand, daß es einem jeden Jungen, und auch jedem Mädchel, einen viel größeren Spaß bereitet, diese raffinierten Produkte der modernen Elektronik selbst zusammenzubasteln, als sie etwa für einen vielfachen Preis fertig zu kaufen“.



Abb.13: Philips-Experimentierkasten EE2003 (1974) und Ergänzungskasten EE2005 (1975)

Im anderen Teil Deutschlands, der DDR, wurde Mitte der 1960er Jahre der Baukasten „Der junge Funktechniker“ von der Moritz Hädrich KG in Saalfeld/Thüringen hergestellt. Entwickler und Konstrukteur war Peter Grube, der auch nach der Enteignung und Umwandlung der Firma zum VEB Polytronik Saalfeld den Transistor-Baukasten „Elektronik 1“ Anfang der 1970er Jahre schuf. Später wurde das „Baukastensystem Polytronik ABC“ (Autor: R. Müller) herausgegeben, das bis in die 1980er Jahre verkauft wurde (Abb.14). Die Anleitungsbücher zeichneten sich durch klare Strukturierung und gute Erklärungen der Schaltungen aus.

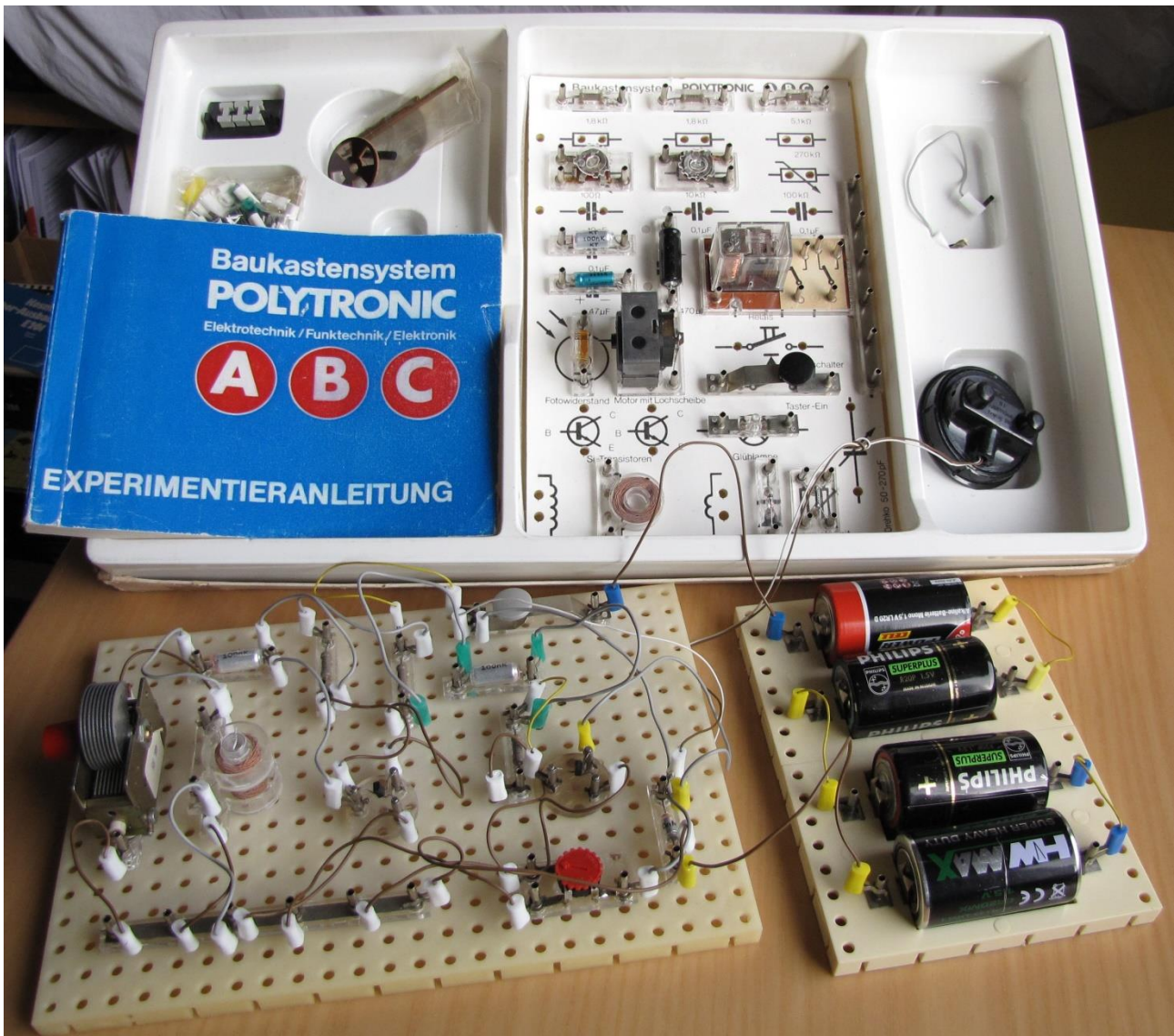


Abb. 14: Polytronic-Experimentierkasten „ABC“, Audion-Aufbau mit 2 Transistoren SC236 aus DDR-Produktion (1980er Jahre)

Die analogen Schaltungen mit Schwingkreisen, aktiven und passiven Bauelementen für Verstärker waren durchschaubar gewesen und besaßen damals für Schülerinnen und Schüler Motivations- und Lernpotenziale. Es ergaben sich vielfältige Möglichkeiten für Verbesserungen und Erweiterungen der selbstgebauten Empfänger. In der DDR blieb aufgrund der Mangelsituation und der hohen Preise für elektronische Geräte das Hobby des Radio- und Elektronikbastelns länger erhalten als in der Bundesrepublik.

4. Vom Integrierten Schaltkreis zum DSP-Radio

Elektronische Schaltungen bestanden bis zum Jahr 1958 aus einzelnen Transistoren, die auf einer Leiterplatte oder Platine miteinander verbunden waren. Dem amerikanischen Ingenieur Jack Kilby gelang es in diesem Jahr, den ersten integrierten Schaltkreis auf einem Stück Halbleiter zu bauen. Die Herstellung der Mikrochips konnte durch spezielle physikalische und chemische Verfahren zu immer höherer Integration weiterentwickelt und perfektioniert werden. Anfang der 1970er Jahre konnten Chips mit einigen Tausend Transistoren hergestellt werden, heute sind es mehrere Milliarden.

Den ersten Mikroprozessor stellte die Firma Intel 1971 mit dem Intel 4004 her, der in Taschenrechnern eingesetzt werden konnte. Mikroprozessoren, sog. „programmierbare Logikschaltkreise“, wurden immer leistungsfähiger und finden heute in allen Bereichen Anwendung. Dampfmaschine und Elektrizität gelten als Antreiber der 1. bzw. der 2. Industriellen Revolution. Durch Mikroelektronik und Informationstechnologie wurde um 1970 das Tor zur 3. Industriellen Revolution aufgestoßen.

2011 brachte die Firma Silicon Labs den Chip SI4844 heraus, der alle Funktionen eines AM- und FM-Empfängers auf einem Chip integriert. Der One-Chip-Receiver enthält einen digitalen Signalprozessor (DSP), der HF-Eingangssignale digitalisiert, verarbeitet und am Ausgang wieder analoge Audiosignale zur Verfügung stellt.

Wie beim Transistor vor 70 Jahren ist mit der DSP-Technik ein Paradigmenwechsel im Radiobau erfolgt. Digitale Auswertung von Hochfrequenzsignalen mit Mikroprozessoren ersetzt konventionelle, analoge Schaltungstechnik. Damit wird die Radiofertigung stark vereinfacht und verbilligt. Die Erfindung der DSP-Radios hat auch soziale Auswirkungen. Die Ein-Chip-Radios werden armen Menschen in Entwicklungsländern den Empfang von Weltnachrichten auf Kurzwelle ermöglichen und sie unabhängig von netzbasierten Informationsträgern machen. Durch die weite Verbreitung von den kleinen, billigen DSP-Radios werden Warnungen vor Naturkatastrophen die Menschen früher erreichen.

Seit Mitte der 1970er Jahre haben ICs und Mikroprozessoren auch bei Elektronik-Baukästen Einzug gehalten. Experimentierkästen werden seitdem nicht nur mit diskreten Transistoren sondern auch mit ICs ausgerüstet.

Die Firma Busch in Viernheim/Hessen bot von 1976 bis Ende der 1990er Jahre mit dem „Elektronik-Studio 2070“ ein ambitioniertes Experimentiersystem an, das aus einem eleganten Pultgehäuse mit Lochplatten und rauchglasfarbiger Abdeckhaube sowie Steckbausteinen bestand. In Zusammenarbeit mit dem Elektronik-Magazin „ELO“ des Franzis Verlags wurden Ergänzungskästen zur IC-Verstärkertechnik und zur Digitaltechnik sowie Kästen zur Radiotechnik und Opto-Elektronik entwickelt. Mit dem „Busch-Microtronic“ von Jörg Vallen wurde 1981 ein betriebsfertig installiertes Mikro-Computer-System mit 24 Funktions- und Programm-Steuertasten und einer 6-stelligen Leuchtanzeige angeboten (Abb. 15).



Abb. 15: Busch „Elektronik-Studio 2070“ (1976) und Ergänzungskästen „Radio-Technik und Opto-Elektronik“ (1981), „Digital-Technik“ (1977) und „Microtronik Computer-System“ (1981).

Der Franckh-Kosmos Verlag gab 1979 das Elektronik-Labor E200 heraus, dessen 3 Aufbauplatten mit 4-Loch-Steckfedern des sog. KOSMOtronik-Systems versehen waren (Abb. 16). Original-Industriebauteile konnten so schnell miteinander verbunden werden. Das fertigestellte Gerät vermittelte mit dem Messinstrument einen professionellen Eindruck. Mit dem Vierfach-Operationsverstärker TDB 0124DP konnten zahlreiche Versuche aus der Radiotechnik (MW, KW, UKW), NF-Technik, HF-Technik, Analogrechner-Technik, Digitaltechnik, Opto-Elektronik und Messtechnik durchgeführt werden. Es gab den Ausbakasten E201 „Digital-Praxis“ mit 2 Zählern und 2 Ziffernanzeigen. Der Labor-Ausbau E202 „Infrarot-Praxis“ mit Sendediode und Fototransistor ermöglichte optoelektronische Versuche. Mit dem Labor-Ausbau E203 „Hifi-Praxis“ konnte man einen 2x10 W Stereo-Verstärker mit zwei integrierten Leistungsverstärkern bauen. Die „Bio-Elektronik“ war Thema des Ausbakasten E204, der ein IC LM324N enthielt. Das Elektronik-Labor-System E200 war aufgrund der Themenvielfalt und der Einbeziehung einiger mathematischer Formeln der anspruchsvollste Experimentierkasten von Kosmos.

1986 bot Kosmos den Kasten „electronic X3000-X4000“ an, der ebenso wie der Nachfolger „XN3000“ (1992) wieder eine Pultform des Experimentierfeldes aufwies.



Abb. 16: Kosmos-Elektronik-Labor E200 (1979) mit Ergänzungskästen E201 „Digitalpraxis“ und E204 „Bio-Elektronik“ (1980)

In den Jahren 2008-2012 entwickelten die Firma Conrad und der Franzis-Verlag eine Reihe von „Retro-Radio-Bausätzen“ für MW, KW und UKW, die in praktische Gehäuse eingebaut werden konnten (Abb. 17). Die Schaltungen und Bauanleitungen stammten von Burkhard Kainka.



Abb. 17: Retro-Radios für MW, UKW und KW von Franzis und Conrad (2008-2012)

2013 gab der Franzis Verlag einen Radiobaukasten von Dr. Martin Müller mit zwei ICs heraus, die den Audioverstärker LM386 und das IC CD4007 enthielten (Abb. 18). Damit konnten verschiedene Diodenempfänger, Audion- und Superhetschaltungen für MW, LW, KW und UKW auf zwei Steckbrettern aufgebaut werden.

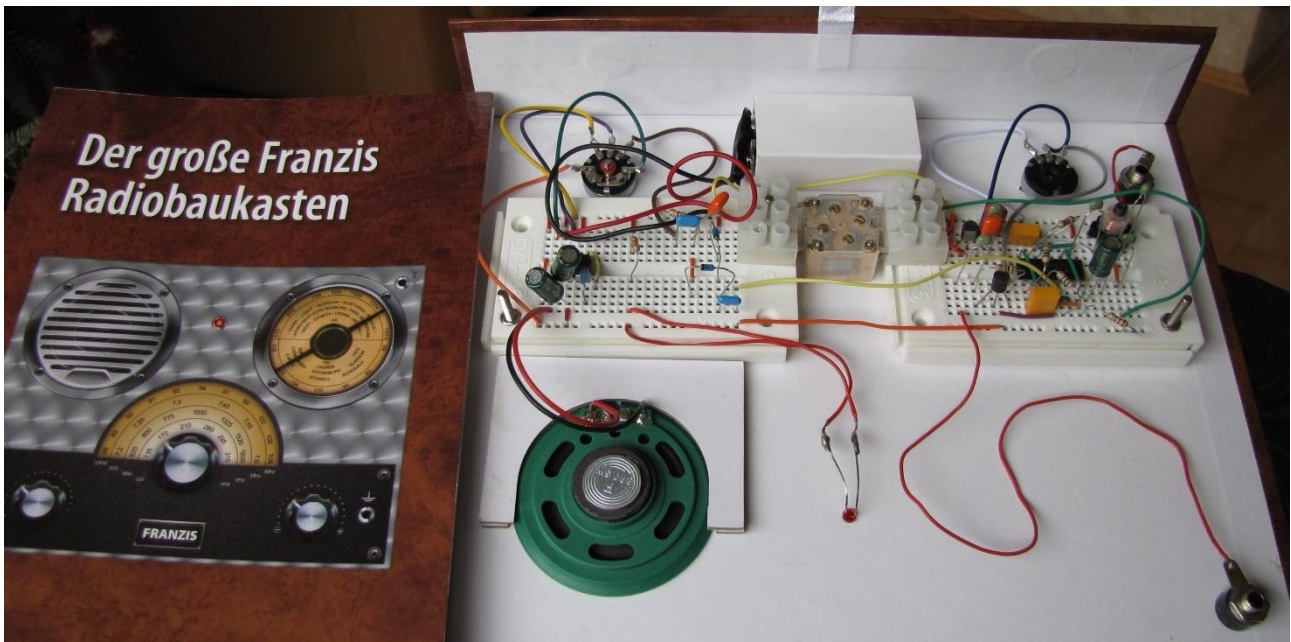


Abb. 18: „Der große Franzis Radiobaukasten“ (2013) mit LM386 und CD4007 von Dr. M. Müller

Seit 2011 werden von der Firma Conrad und vom Franzis Verlag Adventskalender mit Radiobausätzen angeboten, die B. Kainka entwickelt hat (Abb. 19). Der Bausatz von 2011 enthielt das MW-IC TA7642, im Dezember 2012 und 2013 war eine Radio-Platine mit dem TDA7088 für ein UKW-Radio im Kalender und seit 2014 wird der Digital-Radiochip BK1068 beigegeben. Trotz der Nutzung von Radiochips sind die Kalender aufgrund der Versuchsbeschreibungen lehrreich und beliebt. Sie bringen für jugendliche Bastler zahlreiche Informationen und Erkenntnisse zur Elektronik.



Abb. 19: „Adventskalender-Radiobausätze“ von B. Kainka (2011, 2012, 2014)

Mit den sehr billigen und leistungsstarken DSP-Radios aus China ist das Ende der Radiobastelei eingeläutet worden. Bei den neuen DSP-PLL-Radios mit Display müssen nur noch eine Batterie, ein Antennenkabel und ein Lautsprecher an eine Platine angeschlossen werden (Abb. 20 u. 21).

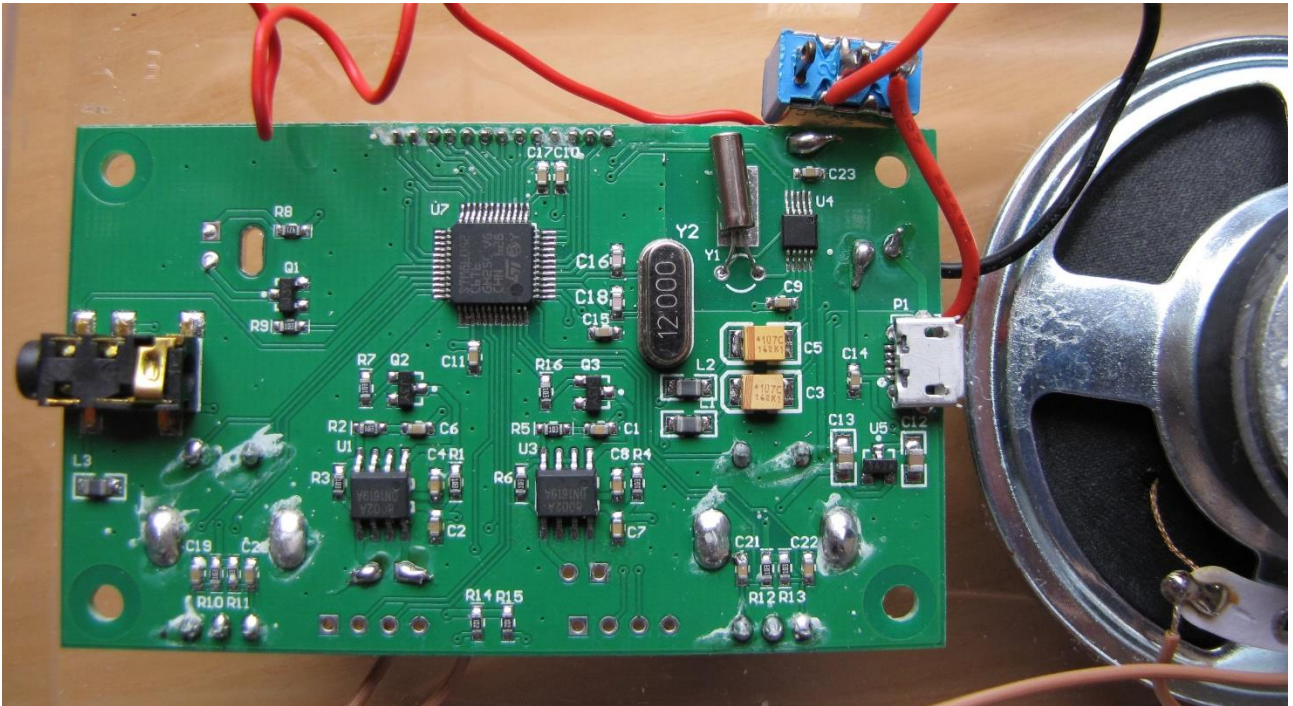


Abb. 20: Platine des DSP PLL FM Receiver Moduls aus China (2018)

Die Zeiten, als Radiobastler Schaltpläne studierten, Bauteile bestellten, Spulen wickelten und ihre Empfänger auf einer Platine zusammenlöteten sind lange vorbei. Die umfangreichen und differenzierten Versuchsprogramme der Elektronikkästen der 1960er, 1970er und 1980er Jahre spiegeln etwas von der damaligen Aufbruchstimmung und Bastelkultur wider. Die Jugendlichen hatten für das Selbstbauen und Experimentieren viel mehr Zeit als heute, wo Computer, Internet und Smartphone allgegenwärtig sind. Das Argument der Kostenersparnis ist mit den billigen Importen von Elektronik aus Asien hinfällig geworden. Allein das technische Interesse und die zu einem hör- und sichtbaren Erfolg führende Handarbeit bleiben Antriebe des Experimentierens und Bastelns.



Abb. 21: DSP PLL FM-Receiver Modul aus China, eingebaut in eine transparente Box (2018)

Seit den 1980er Jahren sind neue Gebiete für Bastler erschlossen worden. Roboter, Mikroprozessoren und deren Programmierung sind für Schülerinnen und Schüler neue Herausforderungen und Betätigungsfelder geworden.

Es ist jedoch zu begrüßen, dass Firmen wie z. B. Franzis, Conrad und ELV auch heute noch Radio-Bausätze herausgeben. Damit wird etwas vom Weg der Nachrichtentechnik des vergangenen Jahrhunderts aufgezeigt und ein Stück Technikgeschichte in das Bewusstsein gerückt, das den Bau der heute von allen gerne genutzten Smartphones erst ermöglichte. Gleichzeitig werden beim Basteln manuelle und handwerkliche Fähigkeiten erworben, die bei der heutigen Schülergeneration immer weniger ausgebildet und gefördert werden.

(s. **Alte Experimentierkästen in neuer Funktion**)

Dieser Artikel als PDF: **[Radiobasteln.pdf](#)**