ULRICH FIERZ
dipl.El.Ing.ETHZ

BROWN BOVERI & CIE AG (BBC)

VHF-UHF MOBILFUNKGERÄTE

Folge 1: 1940 bis 1963
Eine kurze Übersicht – von SEF zu RT5

WARUM?

Die BBC (heute ABB) Mobilfunkgeräte sind Teil der Schweizer Industriegeschichte und keineswegs ohne Bedeutung. Trotzdem findet man z.B. im Internet wenig Informationen dazu. Der Autor war in den 70er Jahren selbst dort in der Entwicklung tätig und versucht deshalb, den damaligen Produkten und ihrer Technik mehr Sichtbarkeit zu geben. Die erste Idee war, mit dem RT21 aus eigener Erfahrung zu beginnen – mit einem Vorwort zum Anfang. Das «Vorwort» wurde – nicht zuletzt dank der Unterstützung aus dem Historischen Archiv ABB Schweiz – immer länger und wurde so zur ersten Folge dieses Berichts zum BBC Mobilfunk.

Die aus technischer Sicht eines Entwicklers gestaltete Beschreibung folgt grob den wichtigsten Technologieschritten, die – zusammen mit regulatorischen oder betrieblichen Anforderungen – jeweils zu neuen Gerätefamilien führten. Viele weitere Dinge, Geräte, Varianten oder Zusatzeinrichtungen werden leider nur gestreift – es gäbe hier noch viel aufzuarbeiten. Viele zusätzliche Informationen und Bilder sind in den zitierten BBC-Aufsätzen zu finden, die, mit freundlicher Genehmigung des Historischen Archivs ABB Schweiz, auf der Webseite des Autors eingesehen werden können.

DER ANFANG: ASYMMETRISCHES NETZ

Ende der 30er Jahre baute BBC den Bereich Hochfrequenztechnik weiter auf und darin eingebettet eine Entwicklungsgruppe für mobile VHF Geräte für verschiedene Zwecke. Eine erste BBC VHF-Pilotanwendung ab 1939 in Zürich – nach einer Vorlage von Galvin (Motorola) – wird 1941 in [1] beschrieben: mobile 10W VHF-FM Sender in den Fahrzeugen (Bild 1, 1944) und über das Stadtgebiet verteilte, ferngesteuerte VHF-Empfänger wurden kombiniert mit einem Kurzwellen 500W AM Sender in der Zentrale und Empfängern in den Fahrzeugen für die Gegenrichtung. Das doch etwas exotische Verfahren wurde jedoch durch die Entwicklung von VHF-Sendeempfängern bald überholt und obsolet.

Bild 1: Feuerwehrauto mit Stabantenne (S, VHF) und flacher Dachantenne (E, KW)

Die Basis für die Weiterentwicklung bildeten dabei Mobilfunkgeräte der Firma Galvin (Motorola), die gerade noch vor dem Kriegseintritt der USA importiert werden konnten [3]. Die Motorola Geräte basierten auf Röhren, die für andere Anwendungen entworfen, aber für diesen Einsatz sehr gut geeignet waren: die primär für Autoradios entwickelten Allglasröhren mit Loktalsockel (1938, SYLVANIA) und die für den aufkommenden VHF-Flugfunk entwickelte Sendedoppeltetrode 815, ca. 1940, RCA. Diese amerikanischen Bauelemente bestimmten für die nächsten Jahre die Konfiguration der BBC Mobilfunkprodukte.

Die VHF-FM Technik wurde damals in Europa zum ersten Mal eingesetzt. Die Beurteilung, welches Frequenzen- und Modulationsverfahren sich für solche Mobilverbindungen (bis zu vielleicht 30km) am besten eignet, war umstritten. Im Krieg setzten die USA vor allem auf VHF-FM, Europa (CH, DE und UK) auf AM, meist auf KW. Im Bereich 30 – 40MHz und mit Frequenzmodulation, führte BBC schon 1939/40 aus ihrer Sicht erfolgreiche Feldversuche [2] durch und war von VHF-FM überzeugt. Die Projekte bei BBC folgten also nicht dem Zeitgeist und hatten Pioniercharakter.

ERSTE PRODUKTE: SF UND EF ALS SE-202

Die Weiterentwicklung und der Dialog mit den Benutzern im Krieg erlaubte BBC die Nutzung einer unvorhersehbaren Gelegenheit: Die Armee beschaffte ab 1946 aus Liquidationsbeständen die tschechischen G13 Panzerjäger [3]. Die deutschen Funkgeräte, sofern überhaupt vorhanden, passten aber nicht zu den amerikanischen VHF-FM Geräten (FIX, REX), die man aus US-Liquidationsbeständen beschafft hatte. Ein neues FM-Gerät wurde rasch benötigt und nur BBC war in der Lage, passende VHF-FM Sendeempfänger kurzfristig zu produzieren. Äusserlich ähnlich den Motorolageräten, war die Schaltungstechnik jedoch besser und das SE-202 – so hiess die SEF Anlage später – wurde bis 1973, der Ausserdienststellung der G13, benutzt! Die ganze gut recherchierte Geschichte mit Bildern siehe [3].

1948: KOMMERZIELLER START: SEF MIT S11/21 UND E11/21

Nach diesem gelungenen Start mit der neuen Technik wurden die Geräte zu einem kommerziellen Produkt weiterentwickelt. 1948 gehörten solche Anlagen im unteren VHF-Bereich um 40MHz samt Zubehör zum Angebot der BBC und entsprechende Anstrengungen, diese Produkte auch zu vermarkten, wurden gestartet. So wurde an den Olympischen Winterspielen in St. Moritz eine Reportage über Funk direkt von der 50 km Loipe eingerichtet (Bild 2).
Die mit Erfolg verkaufte und leistungsfähige Anlage mit dem Sender S11 mit 8 Röhren hat eine Leistung von 30 W und bis zu 4 umschaltbare Kanäle. Der Empfänger E11 ist als Doppel-Superhet aufgebaut, hat 14 Röhren und eine Empfindlichkeit von 1µV. Dazu gehörten verschiedenes Zubehör und auch Geräte mit integrierter Netzspeisung für Feststationen.

Das Brown Boveri FM-Radiotelephon im Dienste der Reporter an den 5. Olympischen Winterspielen in St. Moritz 1948

Dank der Verwendung unseres FM-Radiotelephons war es möglich, von Wettkampfplätzen, wo keine Telephonleitungen zur Verfügung standen, Reportagen weiterzugeben. Das Bild zeigt eine Reporterstation am 50-km-Lauf.

Bild 2: Werbung in BBC Mitteilungen Nr. 3/4 1948

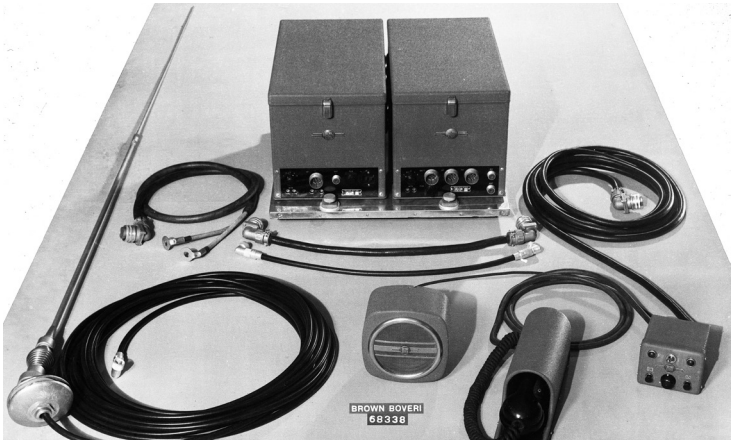

Bild 3: Komplettes SEF VHF Sprechfunkgerät

Die Basisanlage besteht aus zwei Metallkoffern, je einem Gehäuse für Sender und Empfänger. Bild 3 zeigt eine solche Konfiguration mit dem für den Mobilbetrieb notwendigen Zubehör. Das Bediengerät (rechts unten), der Hörer und der Lautsprecher werden im oder am Armaturenbrett befestigt. Wurden noch Selektivruf- oder eine Telefoneinwahleinheit benötigt, fanden diese in einem dritten Koffer Platz. Beim Betrieb ins Telefonnetz mit Gegensprechen kommt zudem noch eine Frequenzweiche dazu.
Diese umfangreiche und schwere Ausrüstung wurde bei Personenwagen meist im Kofferraum eingebaut (Bild 4) und erforderte eine spezielle Verkabelung im Fahrzeug. War längerer Betrieb im Stand geplant, waren auf Grund des hohen Stromverbrauchs eine zweite Batterie samt zweiter Lichtmaschine notwendig.

Aus dieser Anlagebeschreibung wird klar, dass die SEF Geräte selbst, die Installation im Fahrzeug, aber auch der Unterhalt kostspielig und nicht jedermanns Sache waren. Der Kundenkreis war entsprechend klein:

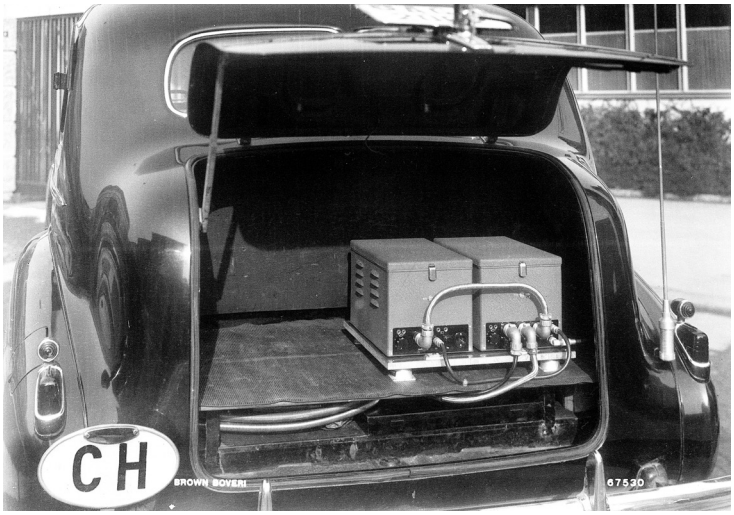

Bild 4: SEF im Kofferraum, Stabantenne rechts

Behörden, Blaulichtorganisationen oder Industrieunternehmen – letztere besonders aus der Energie- und Logistikbranche und oft schon bestehende BBC-Kunden. Weitere Anwendungen sowie Bilder dieser Geräte sind in [4] zu finden.

1954: NEUE FREQUENZEN, NEUE RÖHREN: DIE RT5 FAMILIE

Anfangs 50er Jahre führten die zunehmende Verbreitung von Mobilfunkanlagen zu neuen Vorschriften, neuen Frequenzbändern und zu Entwicklungen in der Röhrentechnik, die die BBC Geräte obsolet werden liessen.

- die Einrichtung des Fersehbandes I und die Bedürfnisse des Militärs führten in Europa zu einer Verdrängung des Mobilfunks aus dem unteren VHF Bereich zu höheren Frequenzen. Zu den bestehenden Zuteilungen um 160 MHz (2m) kam neu – eine technische Herausforderung – ein Band im UHF Bereich um 460 MHz (70cm). In CH blieb der 80 Mhz (4m) Bereich für überregionale Anwender reserviert und das 40 MHz Band fiel weg.

- Um mehr Netze pro Band unterzubringen wurde Kanalabstand von 100 kHz auf 50 kHz halbiert – das verlangte u.a. höhere Frequenzstabilität und kleinere ZF-Bandbreite.

- die Verbreitung und Produktion, auch in Europa, der US 7-pin Miniaturröhren aus der Kommunikationstechnik mit neuen und besseren (V)HF-Eigenschaften machten die Loktalröhren endgültig obsolet und ein komplettes Redesign wurde notwendig. Auch in Europa, oft getrieben von der aufkommenden UKW- und Fernsehrundfunktechnik, wurden neue interessante Röhrentypen entwickelt.

- die Industrie entwarf und produzierte speziell für den VHF/UHF-Funk auch in Europa (z.B. PHILIPS, Mullard) neue Senderöhren. Dazu gehören, neben Kleinleistungsröhren wie der 5763, besonders die neu intern neutralisierten (rot markiert) QQE-Doppeltetroden (Bild 5) mit einem streuinduktivitätsarmen, symmetrischen und kompakten System, das z.B. den einfachen Aufbau der Leistungskreise als parallele Lecherleitungen erlaubte und die Nutzung der neuen Zuteilungen bis 470Mhz erst ermöglichte.

Für die Umsetzung dieser Anforderungen entwickelte BBC die 1954 lancierte RT5 Familie. Auch das RT5, in Mobilkonfiguration, besteht aus zwei Gerätekoffern und einem abgesetzten Bediengerät (Bild 6). Der Einbauaufwand, das Gewicht oder der Stromverbrauch reduzierten sich kaum, doch die Geräte waren zuverlässiger, hatten

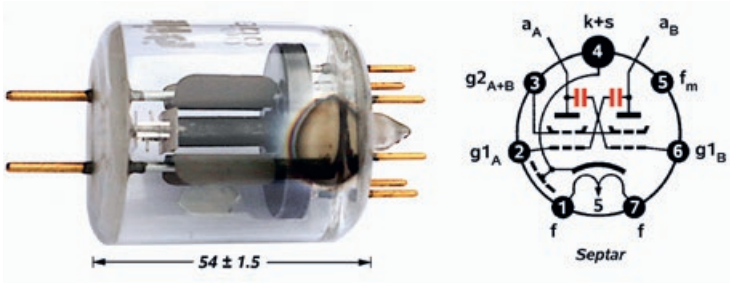

Bild 5: QQE03/20, nom. 20W bis 600MHz

bessere technische Eigenschaften und brauchten weniger Wartung als die Vorgängermodelle (Tab. 1). BBC Geräte – aus einem Betrieb, der Industrieelektronik baute – waren ausserdem sorgfältig und mit hochwertigen Bauelementen aufgebaut. Keine «Konsumelektronik», dafür natürlich auch teuer.

RT	504	508	516	546	
	Empfänger				
$U_{E\ 20dB\ S/N}$	0.3	0.4	0.6	1	µV
$D_{\pm 30kHz}$	100	100	100	100	dB
Vorstufe	6AK5	6AK5	6AK5	EC80	
P_{DC}	40	40	40	40	W
	Sender				
P_{out}	45	45	20	20	W
$D_{nebenwellen}$	80	80	80	80	dB
Endstufe	QQE06/40	QQE06/40	QQE03/20	QQE03/20	
$P_{DCstandby}$	30	30	30	30	W
P_{DC}	220	220	220	220	W

Tabelle 1: Nominelle Eckwerte RT5

Die RT5 Empfänger sind Doppelsuper, die höhere Selektion wird in der zweiten ZF 455kHz erreicht. Die HF Schaltungen mit der 6AK5 erlaubten bessere Empfindlichkeits- und Intermodulationswerte. BBC blieb bei bewährten US Röhrentypen, nur im 460 MHz Eingangsteil findet die EC80 (Philips) Verwendung, eine neue UHF-Triode hoher Steilheit für Gitterbasisschaltungen.

In den RT5 Sendern wurde für die Leistungsstufen auf die neuen Röhren umgestellt. Die HF-Kreise mit den Doppeltetroden erlaubten höhere Gütewerte und damit eine grössere Nebenwellendämpfung. Man blieb bei den relativ hohen Sendeleistungen und der Anodenstromversorgung mit einem Einankerumformer (Dynamotor). Die höhere Frequenzstabilität wurde durch beheizte Quarze erreicht und bis zu 6 umschaltbare Kanäle standen zur Verfügung.
In Gestellen montierte Stationen, meist mit Netzspeisung, standen für die Zentrale, aber auch als Richtfunkgeräte entlang von Pipelines oder Energieversorungsanlagen zur Verfügung. Nicht nur für Sprechfunk und Telefonie in öffentliche oder private Netze, sondern auch zur

Übertragung von Daten oder Alarmen. Zahlreiches Zubehör wie Selektivruf, Wahleinrichtungen für mobile Stationen oder Mehrkanalausrüstungen, redundante Umschaltung für Fixstationen ergänzten das Angebot. Bilder der Geräte, Einsatzmöglichkeiten und der Kundenkreis für die RT5 Familie sind in [5], besonders ab S. 425 zu sehen. Auch die CH Armee beschaffte RT5 für den Wasserwarndienst (SE-223) [6]. Die RT5 Familie wurde erfolgreich verkauft und noch anfangs 60er Jahre produziert.

Bild 6: Prospekt RT5 (Ausschnitt)

UND JETZT?

Bereits Ende der 50er Jahre zeigte sich der zunehmende Erfolg einer neuen Technologie: Germanium-Transistoren. Mit viel weniger Strom- und Platzverbrauch und höherer Zuverlässigkeit waren mit diesen Bauelementen ausgerüstete Geräte einen wirklich grossen Schritt weiter. Nicht alles konnte schon transistorisiert werden, aber Hybridgeräte gab es in USA: das MOTOROLA Motrac HHT (1958!) [8] hatte, als wohl weltweit erstes VHF-Mobilfunkgerät, einen Empfänger und die Stromversorgung auch für den Sender nur noch mit Ge-Halbleitern bestückt. Für die grossen, schweren, stromhungrigen und teuren RT5 Stationen war das eine schlechte Nachricht – ein neues BBC-Gerät musste her. Es wurde entwickelt und 1963 lanciert: das RT18.

Quellen und Zusatzinformationen:

Anmerkung:
Die zitierten Aufsätze aus den BBC Mitteilungen sind – mit freundlicher Genehmigung des Historischen Archivs ABB Schweiz – auf der Webseite des Autors https://hb9aik/radio/BBC abrufbar.

[1] «Moderne Polizeifunk-Anlagen», A. Wertli, BROWN BOVERI MITTEILUNGEN, Dezember 1941.
Aus Archiv ABB Schweiz Nr. B.0.8.102.27.8, S. 409ff.
[2] «VI. Hochfrequenztechnik», K. Sachs, A. Meldahl, BROWN BOVERI MITTEILUNGEN, Jan/Feb/März 1940.
Ein Kurzbericht aus Archiv ABB Schweiz Nr. B.0.8.102.26.1, S. 73ff.
[3] «Die Funkstation SE-202», Klaus Utzinger, Verein IG Uem, 2017. Mit Abbildungen und viel Hintergrundinformation.
https://hamfu.ch/_upload/Die-Funkstation-SE-202_V3.1.pdf.
[4] «Anwendungsmöglichkeiten des drahtlosen Telefons, insbesondere in Fahrzeugen», H. Labhart, BROWN BOVERI MITTEILUNGEN, März/April 1948. Aus Archiv ABB Schweiz Nr. B.0.8.102.34.2, S. 104ff.
[5] «Die vielseitige Verwendung des BBC Radiotelephons», W. A. Bohli, BROWN BOVERI MITTEILUNGEN, November 1954. Aus Archiv ABB Schweiz Nr. B.0.8.102.40.11, S. 417ff.
[6] «SE-223», M. Bösch, http://armyradio.wiki/doku.php?id=de:se-223.
[7] Aus BBC Faltblatt 2452D – XII.2, Aug. 1962.
[8] «TIMELINE», MOTOROLA Solutions, https://www.motorolasolutions.com/en_us/about/history/timeline.html.

Bildnachweis:
Bild 1: Historisches Archiv ABB Schweiz, N.1.1.61742
Bild 2: Aus Historisches Archiv ABB Schweiz, B.0.8.102.34.2
Bilder 3,4: Historisches Archiv ABB Schweiz, N.1.1.68338, N.1.1.67530
Bild 5: Autor
Bild 6: Aus BBC Faltblatt 2452D – XII.2, Aug. 1962, Scan M. Bösch.

Mehr davon in Folge 2!