

Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen
Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-
Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere
Band: 46 (1973)
Heft: 5

Artikel: Mechanische Selektion in der Nachrichtentechnik
Autor: Schüssler, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-561065>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Mechanische Selektion in der Nachrichtentechnik

Dr.-Ing. Hans Schüssler, Ulm

Bei dem gestellten Thema könnte man argwöhnen, dass es sich doch wohl um eine etwas anachronistische Technik handelt. Die Grundtendenz der Gerätetechniken in den vergangenen 15 Jahren war und ist weiter auf eine Ablösung mechanisch oder elektromechanisch arbeitender Einrichtungen durch elektronische Funktionseinheiten ausgerichtet. Aber die Technik folgt nicht allein dem Trend, sondern hat bei ihren Entscheidungen neben den physikalischen Möglichkeiten auch immer stark die wirtschaftliche Seite zu beachten. In dieser Hinsicht versprechen Selektionsmittel mit mechanischen Schwingern ganz wesentliche Verbesserungen bestehender Systemkonzepte oder aber die Einführung neuer Konzepte. Es sei in diesem Zusammenhang auch an das PAL-Farbfernsehsystem erinnert, das als Schlüsselbauelement eine Ultraschall-Verzögerungsleitung, die auch mit Ausbreitung mechanischer Wellen arbeitet, verwendet.

Uebertragungssystem

In der Nachrichtentechnik spielt die Uebertragung zwischen Sende- und Empfangsgeräten eine beherrschende Rolle. Bisher allgemein übliche Konzepte arbeiten im wesentlichen mit analogen Uebertragungsverfahren, d. h. die Information ist bei dem übertragenen Signal zum Beispiel in der Amplitude, in der Frequenz oder in der Phasenlage des Signals enthalten. Neuere Verfahren einer mehr digitalen Uebertragungstechnik arbeiten mit einer binären Kodierung des Signals und übertragen dann Impulsfolgen mit binärer Information (PCM-Technik). Für die Vielfachausnutzung der Uebertragungswege bei der ersteren Art der Uebertragung sind sogenannte Frequenzmultiplexsysteme eingeführt, während für die PCM-Uebertragung üblicherweise Zeitmultiplexübertragungseinrichtungen benutzt werden. Wegen der im allgemeinen besseren Ausnutzung des verfügbaren Frequenzbandes, zum Beispiel im Funkverkehr oder auf Kabeln und Leitungen haben sich Frequenzmultiplexsysteme zuerst eingeführt und sind inzwischen zu einem hohen Grad von Perfektion entwickelt worden. Filtereinrichtungen sind ein ganz wesentlicher Bestandteil dieser Uebertragungssysteme. Das Zeitmultiplexverfahren dagegen zeigt sehr viel Ähnlichkeit mit der Datenverarbeitung in Rechnern, und man macht in starkem Masse Gebrauch von monolithischen integrierten Schaltungen. Eine den Filtern vergleichbare Aufgabe kommt in dieser Technik Taktgebern hoher Konstanz zu. Trotz erheblicher Fortschritte in der Halbleitertechnologie wird der Markt auf

dem Gebiet der Uebertragungstechnik in Europa noch zu über 90 % von analogen Einrichtungen beherrscht, nicht zuletzt deswegen, weil ganz erhebliche Fortschritte bei den Filterbauelementen erzielt werden konnten. Diese Arbeiten seien an drei Beispielen eräutert.

Trägerfrequenztechnik

Ein sehr frequenzbandsparendes Modulationsverfahren ist die Einseitenbandtechnik. Es gelingt damit zum Beispiel, auf Kabelleitungen im Abstand von jeweils 4 kHz eine grosse Zahl von Telephonkanälen unterzubringen. Als Schlüsselbauelement für solche Trägerfrequenzsysteme spielen Einseitenbandfilter die entscheidende Rolle für die Trennung der Kanäle. Die Aufgabe des Filters ist es, das gewünschte Uebertragungsband dämpfungsfrei zu übertragen und alle anderen Frequenzbereiche stark zu unterdrücken, damit die bei der Modulation auftretenden nicht gewünschten Frequenzbänder keine Störungen verursachen können. Bisher eingeführte Systeme arbeiten mit Spulenfiltern im Niederfrequenzbereich oder aber mit sehr aufwendigen Quarzfiltern. Von AEG-Telefunken ist bereits im Jahre 1959 ein Trägerfrequenzsystem mit mechanischen Kanalfiltern vorgeschlagen worden, das eine wesentlich stärkere Rationalisierung bei der Fertigung der Geräte und eine Volumenverringern für die Geräte fast um den Faktor 10 erlaubt. Das in Abb. 1 dargestellte Schema zeigt die Vormodulation aller Kanäle über eine Zwischenfrequenz von 200 kHz und in einer zweiten Modulationsstufe dann die Bildung der international genormten Grundgruppe von 60 bis 108 kHz mit zwölf Kanälen.

Als Kanalfilter für dieses Trägerfrequenzsystem sind mechanische Filter mit Torsionsresonatoren und piezoelektrischen Wandlern entwickelt worden (Abb. 2). Die mechanische Schwingstruktur besteht aus acht zylindrischen Torsionsresonatoren, die in ihrem Grundmodus als $\lambda/2$ -Torsionsresonatoren so schwingen, dass ihre Mittelebene in Ruhe bleibt. Die in der Mittelebene der Resonatoren angebrachten Drähte können deswegen zur Befestigung des Filters auf einem kammförmigen Metallteil, das mit der Bodenplatte verbunden ist, benutzt werden. Die Verkopplung der

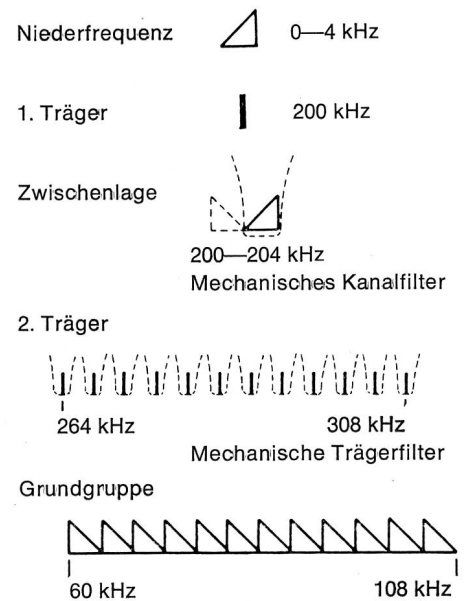


Abb. 1 TF-System mit mech. Filtern

Torsionsresonatoren erfolgt über $(2n-1) \cdot \lambda/4$ -lange longitudinal schwingende Koppeldrähte, die auf den einzelnen Resonatoren angeschweisst sind. Bei den mittleren Resonatoren erkennt man auch Koppeldrähte, die über mehrere Resonatoren hinweggreifen. Mit diesen Drähten gelingt es, Dämpfungspole an der Bandkante des Filters zu realisieren, so dass bei dem Uebergang von den jetzt benützten Spulenfiltern zu den neuen mechanischen Filtern keine Veränderungen in der Uebertragungscharakteristik auftreten. Für den Einsatz in elektrischen Schaltungen ist aber nun die Transformation der akustischen Schwingungen in elektrische Schwingungen am Ein- und Ausgang des Schwinggebildes nötig. Dafür sind piezoelektrisch wirkende longitudinal schwingende Wandler am Eingang und Ausgang vorgesehen, die über eine quer zur Länge des Wandlers liegende Keramikscheibe angeregt werden können. Der elektrische Anschluss erfolgt an den längeren Teilen der Wandler mit Hilfe von durch die Bodenplatte des Filters herausgeführten Befestigungsstiften. Der übrige Filterkörper ist zusammen mit dem Gehäuse elektrisch mit Masse verbunden. Torsionsfilter mit

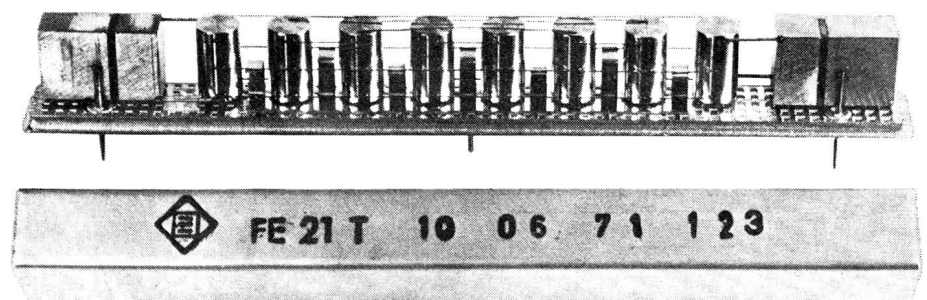


Abb. 2 Mechanische Kanalfilter mit Torsionsresonatoren

vergleichbarem Aufbau werden seit zehn Jahren produziert und in Einseitenbandgeräten in der Funktechnik eingesetzt. Ein anderer Vorschlag für eine mechanische Schwingstruktur, die als Kanalfilter verwendet werden kann, ist in der Patentschrift nach Abbildung 3 dargestellt, die 1961 Telefunken erteilt wurde. Es handelt

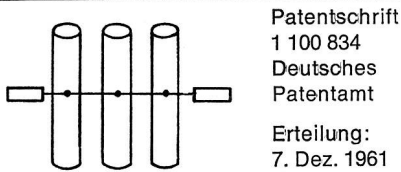


Abb. 3 Deutsches Patent für Filter mit Biegeresonatoren

sich dabei um Biegeresonatoren, die über einen in der Mittelebene der Resonatoren befestigten Koppeldraht verbunden sind. Die technische Ausgestaltung eines Biegefilters für eine Trägerfrequenz von 48 kHz mit piezoelektrischen Wandlern ist aus Abbildung 4 zu erkennen. Die Biegeresonatoren sind als angephaste zylindrische Stäbe ausgebildet und schwingen in der Ebene des Filters mit zwei Schwingungsknoten, in denen Halterungsstifte zur Befestigung in einer Grundplatte angebracht sind. Die gewünschte Kopplung wird durch einen auf der Anphasung angeschweissten Koppeldraht verwirklicht. Der unterschiedliche Abstand zwischen den einzelnen Resonatoren ist notwendig zur Realisierung des gewünschten flachen Durchlassbandes. Die Wandler sind als angephaste zylindrische Körper ausgebildet, die auf ihren flachen Seiten jeweils die piezoelektrische keramische Platte zur Anregung von Biegeschwingungen tragen. Das Filter ist als Polynomfilter ausgelegt, und deswegen werden zum Erreichen der gewünschten Selektionseigenschaften zwei Resonatoren mehr als in dem vorher gezeigten Torsionsfilter benötigt. Ein Vergleich der Abmessungen ergibt bei Einschluss zweier zur Anpassung notwendiger Spulen ein um den Faktor 2 bis 3 grösseres Volumen für das Biegefilter.

Filter	f_0 kHz	Q 10^3	TK (f) $10^{-6}/^\circ\text{C}$
Spulen	24	0,2—0,5	10—50
Bieger	48	6—15	0,5—2
Torsion	200	15—30	0,5—1
Quarz	8140	100—200	0,02—0,1

Tabelle 5 Resonanzkreise

In der Tabelle 5 sind zum Vergleich der Konzepte einige Kennwerte für Resonanzkreise zu einem Vergleich zwischen bisheriger Technik und den neuen Techniken angegeben. Intensive Arbeiten auf dem

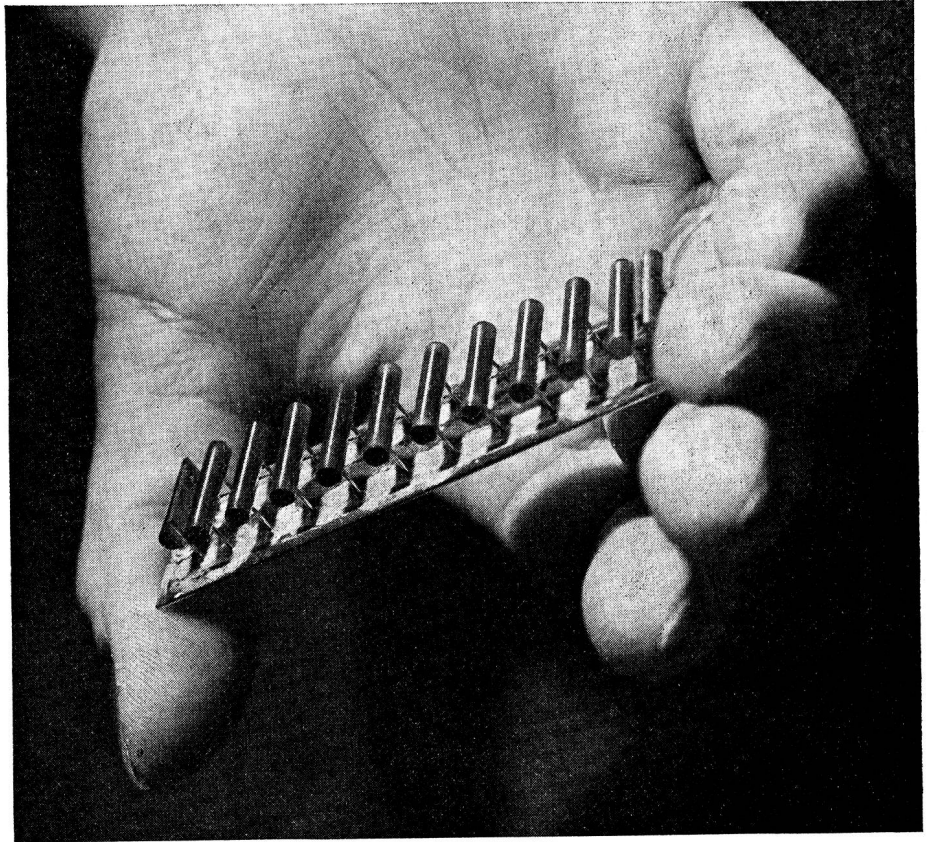


Abb. 4 Mechanisches Kanalfilter 48 kHz mit Biegeresonatoren im Grössenvergleich zu einer Hand

Gebiet temperaturkompensierter Stähle für Resonatoren und piezoelektrischer Keramiken waren zur Erreichung der hier angegebenen Werte notwendig. Man sieht, dass es infolge der höheren Güterwerte und der geringen Temperaturkoeffizienten möglich ist, Filter vergleichbarer Qualität mit mechanischen Resonatoren bei höheren Frequenzen aufzubauen, wobei die Werkstoffwerte mit wachsender Betriebsfrequenz stärker ausgenutzt werden. Als erwünschter Nebeneffekt nimmt mit der höheren Frequenz das Volumen der Filterbaugruppe und der Geräte ab, und ausserdem ergeben sich für die Gerätetechnik zum Teil auch erhebliche Einsparungen in den elektrischen Schaltungen. Vergleicht man fer-

ner den Aufwand bei der Produktion herkömmlicher Spulenfilter und mechanischer Filter, so zeigt sich, dass bei geeigneter Wahl der Schwingstruktur und der Aufbautechnik die Produktion mechanischer Filter in viel stärkerem Masse automatisiert werden kann, so dass letzten Endes wirtschaftliche Gründe für die Einführung dieser neuen Systeme massgebend sind.

Einseitenbandtechnik bei Mittelwellempfang

Die heutigen Mittelwellenprogramme befriedigen weder das vorliegende Kommunikationsbedürfnis noch die notwendigen Qualitätsansprüche. Nach der Einführung

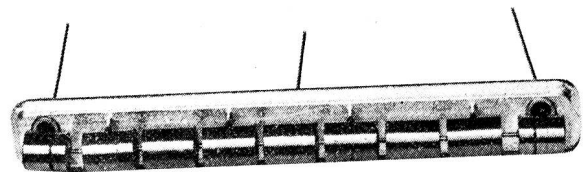
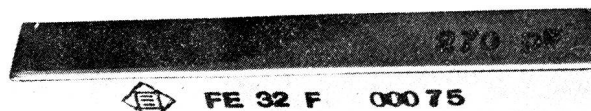


Abb. 6 Mechanisches Einseitenbandfilter Miniaturform



TUS

**erschliesst neue Möglichkeiten für die wirtschaftliche
Übermittlung von Informationen**

Das tonfrequente Übertragungssystem TUS 35 von Autophon benützt für die Übermittlung von Informationen bestehende

Telephonleitungen der PTT, ohne den Telephonverkehr zu beeinträchtigen. Dieser Übertragungsweg wird dauernd kontrolliert. Das System

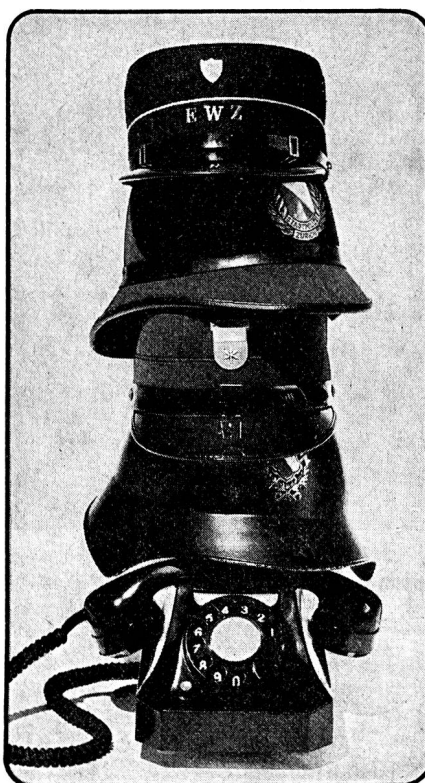
vermag mehrere Meldungen zu codieren, zu übertragen und dem richtigen Empfänger zuzuleiten.

TUS übermittelt sicher und schnell:

**Alarmmeldungen
Messwerte
Zustandskontrollen
Füllstandsanzeigen usw.**

**durch Mehrfachausnutzung
von Telephonleitungen**

(das heisst:
einen wesentlichen Teil einer
TUS-Anlage besitzen Sie schon!)



Das tonfrequente Übertragungssystem bietet zweckmässige und wirtschaftliche Lösungen für Probleme wie

- zentrale Überwachung entfernter Objekte
- automatische Übertragung von Meldungen verschiedenen Inhalts
- Aufbietung von Pikettpersonal oder Feuerwehren
- Übertragung von Fernwirkbefehlen, mit Rückmeldung
- Kontrolle von Fabrikationsprozessen, Laborversuchen, Klimaanlagen, usw.

Es gibt TUS-Anlagen für alle Bedürfnisse:

- einfacher Kanal zwischen zwei Punkten, oder
- Grossanlagen mit Unterzentralen und mehreren Auswertestellen

- Codierzusätze für die Kennzeichnung verschiedener Meldungen, automatische Wahl der zuständigen Überwachungsstelle
- Wechselbetrieb in beiden Richtungen

- automatische Kontrolle der Übertragungsleitungen
- Übertragungsgeschwindigkeit 50 bits/s

Verschiedene Kriterien von verschiedenen Orten an verschiedene Adressaten –
automatisch über Telephonleitungen:
mit TUS von

AUTOPHON



Autophon AG

8059 Zürich	Lessingstrasse 1—3	01 27 44 55
9001 St. Gallen	Teufenerstrasse 11	071 23 35 33
4052 Basel	Peter-Merian-Strasse 54	061 22 55 33
3000 Bern 22	Stauffacherstrasse 145	031 42 66 66
6005 Luzern	Unterlachenstrasse 5	041 44 84 55

Téléphonie SA

1006 Lausanne	9, Chemin des Délices	021 26 93 93
1951 Sion	54, rue de Lausanne	027 2 57 57
1227 Genf	25, route des Acacias	022 42 43 50

Fabrikation, Entwicklungsabteilung und Laboratorien in Solothurn

eines UKW-Sendernetzes mit vorzüglicher Nahversorgung ergibt sich nunmehr besonders im Zusammenhang mit der starken Bevölkerungsfluktuation in Europa der Wunsch nach einem Empfangsmedium, das den technischen Gegebenheiten nach durch Radioprogramme auf der Mittelwelle erfüllt werden könnte. Dagegen spricht allerdings der heute bestehende Wellenplan. Um vor allen Dingen der Frequenznot abzuhelfen, ist deswegen von dem Institut für Rundfunktechnik der Vorschlag gemacht worden, auf Mittelwelle das frequenzbandsparende Einseitenband-Modulationsverfahren einzuführen, womit auf Mittelwelle dann etwa doppelt so viele Sendefrequenzen zur Verfügung stehen würden.

Als Kernstück neuer Empfänger kommen mechanische Einseitenbandfilter in Frage. Für eine Zwischenfrequenz von 460 kHz können Filter aus Longitudinalresonatoren mit Longitudinalkopplung und piezoelektrischen Wandlern eingesetzt werden (Abbildung 6). In vielen Ländern sind bereits Versuchsempfänger erprobt worden. Ein Antrag der Bundesrepublik Deutschland beim C.C.I.R. (Comité de Conseil International de l'Administration des Postes pour la Radio) zur Einführung des Einseitenbandverfahrens auf Mittelwelle wird erwogen.

Monolithische Filter

Andere Entwicklungstendenzen sollen anhand von Abbildung 7 aufgezeigt werden, das neben einer Halbleiterscheibe mit vielen integrierten Niederfrequenzverstärkern neue Anordnungen mit mechanischen Resonatoren zeigt, die in einer ähnlichen Weise aufgebaut sind wie Halbleiterschaltungen. Oben links ist eine Scheibe aus kristallinem Quarz mit vier rechteckigen aus aufgedampftem Silber bestehenden Resonatorbereichen zu sehen, die über die Bereiche der Quarzscheibe zwischen den Resonatoren akustisch verkoppelt sind. Einzelheiten dieser Filtertechnologie werden in den nächsten zwei Bildern dargestellt. Die mittlere kreisrunde Keramikplatte stellt eine Anordnung von Oberflächenwellen dar. Für Filter oder Verzögerungsleitungen mit Oberflächenwellen sind bisher allerdings erst wenige Anwendungen bekanntgeworden, da die technologischen Probleme sowohl auf der Werkstoffseite als auch bei der Herstellung der interdigitalen Wandlerstruktur noch nicht genügend beherrscht werden und auch die Stabilitätsfragen solcher Anordnungen noch nicht geklärt sind. Die beiden rechten Scheiben stellen die Vorder- und die Rückseite eines monolithischen keramischen Filters dar, wie es zum Beispiel neuerdings in Radiogeräten für die FM-Zwischenfrequenz von 10,7 MHz eingesetzt wird. Die Entwicklung dieser Filter für Radioempfänger hat neben der Verringerung des Bauvolumens auch zu einer Kosten-

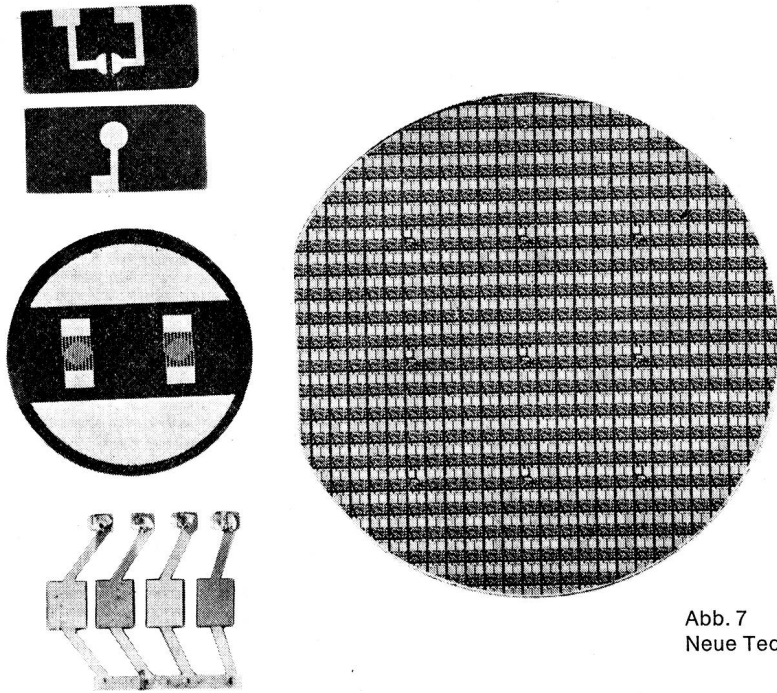


Abb. 7
Neue Techniken

verringerung gegenüber Spulenfiltern um mindestens den Faktor 2 geführt. Abbildung 8 zeigt ein für UKW-Funkgeräte geeignetes Filter, das zurzeit in die Serienfertigung überführt wird. Auf einen konventionellen Quarzhalter ist schräggehend eine isolierende Zwischenwand auf-

gebaut, an der auf beiden Seiten je eine Quarzfilterscheibe mit je vier akustisch miteinander gekoppelten Resonatoren befestigt ist. Die beiden Filterscheiben sind elektrisch in Reihe geschaltet, so dass sich für dieses Filter die Wirkungsweise eines achtkreisigen Filters ergibt. Gegen-

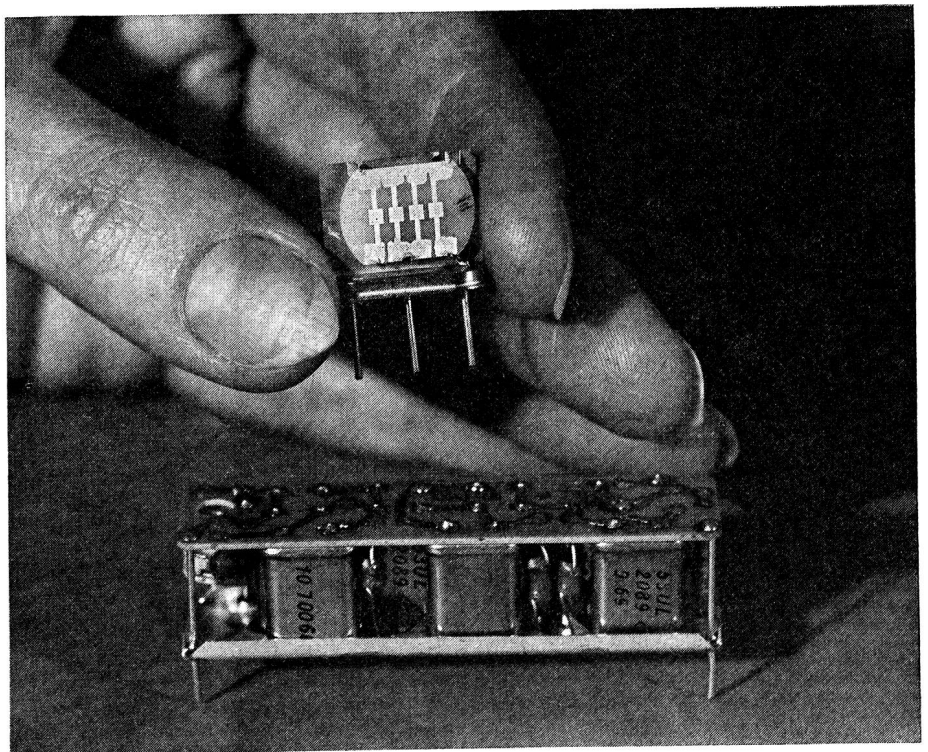


Abb. 8
Monolithische Quarzfilter MQF 10,7—15 als Zwischenfrequenzfilter für UKW-FM-Geräte

über den herkömmlichen Quarzfiltern mit acht Einzelquarzen in Differentialbrückenschaltung ergibt das neue Konzept zum Beispiel eine Einsparung bei der Zahl der benötigten Teile von mehr als 60 bisher auf 7 Teile und beim Volumen um den Faktor 6 geringere Abmessungen.

Bei allen Diskussionen über mechanische Schwingungseigenschaften ist bisher eine Angabe über die in Frage kommenden Amplituden nicht gemacht worden. Neuere Messungen zeigen, dass bei üblichen Aussteuerungen im Bereich um 100 mV die Schwingungsamplitude in einem Quarzfilter gemäss Abbildung 8 wesentlich unter $0,1 \mu\text{m}$ bleibt.

Für die Zukunft deuten sich besonders für Konzepte mit monolithischen Quarzfiltern weitere Rationalisierungsmöglichkeiten durch die recht flexible Frequenzwahl für die Filter, die man im Frequenzbereich zwischen 5 und 200 MHz herstellen können, sowie durch die bisher nur ange deuteten Integrationsmöglichkeiten von Filtern mit aktiven Elementen an. Durch diese Integration von Filterelementen und Verstärkern ist darüber hinaus eine wei-

tere Verringerung der Geräteabmessungen denkbar, so dass zum Beispiel Konzepte für hochwertige Funkgeräte von der Grös-

se einer Zigaretenschachtel möglich werden.

Alle Abbildungen: AEG-Telefunken

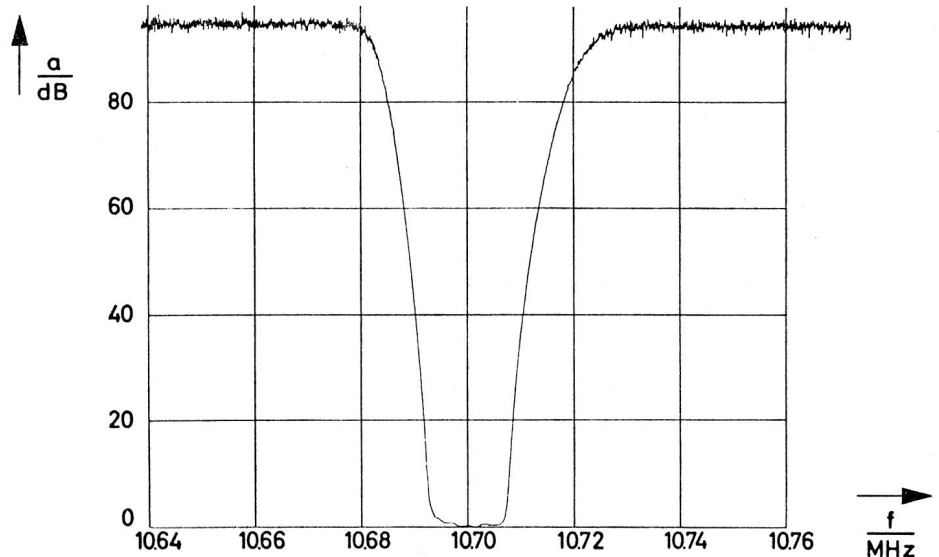


Abb. 9 Uebertragungskurve eines Musterfilters

Schweizer Armee

Neue Abzeichen für die Armee

Ab Januar 1974 erhalten die Rekruten eine neue Uniform. Zusammen mit dieser Neuniformierung werden die bisherigen Abzeichen durch ein neues System ersetzt. Was bewog die zuständigen Stellen, am bisher scheinbar gut funktionierenden System zu ändern?

Die neue Zielsetzung

Ueber den eher modisch zu nennenden Aspekt der einheitlichen Gestaltung der neuen Uniform mitsamt den zugehörigen Abzeichen und Auszeichnungen hinaus verband das Eidg. Militärdepartement mit dem zu vollziehenden Schritt den Auftrag, eine Reihe von Forderungen zu erfüllen, so u. a.

- klare Systematik
- eindeutige Trennung von Truppengattungen und Funktion
- Reserven im System für allfällige Weiterentwicklungen
- rationelle Herstellung und Bewirtschaftung
- Dauerhaftigkeit im Gebrauch

Der mit dem Studium des Problems beauftragte Berner Graphiker Kurt Wirth legte im Laufe der Entwicklung Lösungen vor, die es erlaubten, von den bisher über 160 Abzeichen in der Armee auf rund 60 Formen zurückzugehen. Diese Lösung bestand darin, für die Truppengattung von

einer primären Form auszugehen und diese für bestimmte Funktionsarten innerhalb der Gattung zu verfeinern. Diese Vereinfachung wird die Herstellung ebenso erleichtern wie die heute in den Zeughäusern kaum mehr zu meisternden «Abzeicheneuphorie». Lassen wir den Schöpfer der zur Ausführung bestimmten Entwürfe seine Lösung selber umreissen:

«Die bestehenden Symbole stehen in einem Widerspruch zu unserer mehr und mehr technisch gewordenen Armee. Ihnen fehlt ein logischer Zusammenhang und stilistisch sind sie ein heterogenes Gemisch von sehr alten und von später hinzugefügten Vignetten. Das angegebene Entstehungsjahr 1948 versteht sich für die Form des Spiegels, denn die ältesten Zeichen stammen noch aus der Zeit der Vorderlader und bilden eine rührende Auswahl von romantischen Gegenständen ohne jede Beziehung zur heutigen Bewaffnung.

Zum Teil sind sie auf die Funktion und zum Teil auf die Formation bezogen.

Gesucht war eine neue, einfache, der heutigen Organisation des Heeres entsprechende Ordnung. So wurde mir die Aufgabe gestellt.

Es war also wesentlich, beim Entwerfen neuer Symbole ein klares, übersichtliches und beziehungsreiches System zu finden. So wurden über 60 Zeichen als Ganzes, als Netz und als Struktur geplant. Das rasche Erkennen auch für den Laien wurde dadurch erleichtert, dass primäre und sekundäre Unterscheidungsmerkmale festgelegt wurden.

Die primären Formen weisen auf die Truppengattung hin: Infanterie, Artillerie usw.

Diese Zeichen sind zugleich die am häufigsten getragenen: Füsilier, Kanonier usw. Die sekundären Formen weisen auf die Funktionsarten innerhalb dieser Gattung hin, zum Beispiel Infanterie.

So wird durch eine leicht erfassbare und erweiterungsfähige Zeichensprache die Struktur und die Gliederung unseres Heeres lesbar. Dieses Programm ist flexibel, man kann hinzufügen oder auch weglassen, wie es die Entwicklung erfordert.

Nicht nur funktionell, sondern auch ästhetisch gesehen, ist die neue Lösung eine erhebliche Verbesserung. Die Balkenstärke, Winkel und Innenräume stehen bei jedem Zeichen in einem ausgewogenen Verhältnis. So war es möglich, die Anordnung auf dem Kragen klarer und schöner zu gestalten.

Das Zeichen bezieht sich auf die Funktion des Soldaten. Die Farbe des Spiegels auf die Formation und Gattung. Das Zeichen ist die Konstante.

Die Farbe ist die mögliche Variante und wechselt bei einer Umteilung. Aus rationalen Gründen sind diese Elemente getrennt. So muss nicht jedes Zeichen auf jede Farbe gestickt werden, wie das jetzt der Fall ist, und das Gold steht immer in einem gleich günstigen Kontrast zum Grund. Das Zeichen ist in Messing geprägt und gestanzt, ist leicht vergoldet und mit einem eingebrannten Lack überzogen. Es ist die gleiche und bewährte Ausführung wie auf den Uniformen der Swissair.

In die gesamte Konzeption gehören auch die Gradabzeichen der Unteroffiziere. Diese Form ist nicht nur schöner, sondern auch kostensparender.