

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 51 (1960)
Heft: 16

Rubrik: Mitteilungen SEV

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 17.02.2026

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

rechnet, zeigt Fig. 32; er ist durch 5 Geraden 1...5 approximiert. Die nach Gl. (61) berechneten Teil-Rechteckstossantworten und die resultierende Rechteckstossantwort sind in Fig. 33 aufgezeichnet.

Die Zeitkonstante der Antwort beträgt $\tau = 0,2 \mu s$ und ist somit mit den Zeitkonstanten der in den Fig. 23 und 25 aufgenommenen Rechteckstossantwort identisch.

3. Schlussfolgerungen

Der Übertragungsfehler von Messanordnungen bei in der Front abgeschnittenen Steilstößen kann nach zwei Verfahren bestimmt werden: Durch die Eichung der Messanordnung mit Rechteckstoss oder durch Messung des Amplitudenganges und der Phasenverschiebung. Die beiden Verfahren ergeben die gleichen Übertragungsfehler und können zur gegenseitigen Kontrolle verwendet werden. Schliesslich kann die Rechteckstossantwort aus dem Frequenzgang abgeleitet und mit der unmittelbar aufgenommenen Antwort verglichen werden.

Für die Praxis ist das Rechteckstossverfahren wegen seiner Einfachheit und dem geringen Zeitaufwand der Frequenzgangmessung vorzuziehen. Dagegen ergibt die zweite Methode einen tieferen Einblick in die Eigenschaften der Messanordnung und behält für grundlegende Eichungen von Messanordnungen ihre Bedeutung.

Literatur

- [1] *Elsner, R.*: Die Messung steiler Hochspannungsstöße mittels Spannungsteiler. *Arch. Elektrotechn.* Bd. 33(1939), Nr. 1, S. 23...40.
- [2] *Howard, P. R.*: Errors in Recording Surge Voltages. *Proc. IEE* Bd. 99(1952), Part 2, Nr. 70, S. 371...383.
- [3] *Goossens, R. F. und P. G. Provoost*: Fehlerquellen bei der Registrierung hoher Stoßspannungen mit dem Kathodenstrahl-Oszilloskop. Ein neuer Hochspannungs-Messwiderstand. *Bull. SEV* Bd. 37(1946), Nr. 7, S. 175...184.
- [4] *Müller, C. J. und J. F. Wittibschager*: Measurements of Steep-Front Impulse Waves with an Isolated Screen Room Installation. *Trans. AIEE* Bd. 77(1958), Part 1, *Commun. & Electronics*, Nr. 37, S. 262...271.
- [5] *Park, J. H.*: Surge Measurement Errors Introduced by Co-axial Cables. *Trans. AIEE* Bd. 77(1958), Part 1, *Commun. & Electronics*, Nr. 37, S. 343...350.
- [6] *Böckman, M. und N. Hyltén-Cavallius*: Errors in Measuring Surge Voltage by Oscilloscope in «Technical Achievements of Asea Research». Västerås: Asea 1946. S. 7...21.
- [7] *Ašner, A.*: Neue Erkenntnisse über die Messung sehr hoher, rasch veränderlicher Stoßspannungen mittels Spannungsteiler. *Diss. ETH* 2975 - 1960.
- [8] *Özkaya, M.*: Über Messfehler bei der Stoßspannungsmessung mit Spannungsteiler und Oszilloskop. *Techn. Ber. Nr. 186 der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen e.V.*: hg. v. Vorstand am 30. Juni 1958. Berlin-Steglitz und Ruit über Esslingen/N: 1958.
- [9] *Wagner, K. W.*: Operatorenrechnung und Laplacesche Transformation nebst Anwendungen in Physik und Technik. 2. Aufl. Leipzig: Barth 1950.
- [10] *Creed, F. C.*: La mesure des ondes de choc coupées sur le front. *Conférence Internationale des Grands Réseaux Électriques (CIGRE)*, 17. Session, 1958, Bd. 3, Rapp. 320.

Adresse der Autoren:

Prof. Dr. sc. techn. *K. Berger*, Hochspannungslaboratorium der ETH, Gloriastrasse 35, Zürich 6, und
Dr. sc. techn. *A. Ašner*, rue de la Servette 73/II, Genève.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Aufgaben der Elektroindustrie in der Sowjetunion

338 : 621.312(47)

[Nach N. I. Borissenko: Über die Aufgaben der elektrotechnischen Industrie. Elektritschestwo, Bd. -(1960), Nr. 1, S. 1...5]

Der Wirtschaftsplan für 1959...1965 sieht eine Energierzeugung von 500...520 TWh¹) im Jahre 1965 vor. Bis dahin soll die Gesamtproduktion der Elektroindustrie gegenüber 1958 fast verdreifacht werden, während für die Maschinenindustrie vergleichsweise eine 1,8fache Steigerung vorgesehen ist. Dieses Ziel soll durch weitgehende Automation, sowie durch eine Spezialisierung der Fabriken erreicht werden. Gleichzeitig wird die Erhöhung des technischen Niveaus, die Aufnahme neuer Produktionszweige, die Anwendung neuester Errungenschaften der Wissenschaft und Technik, sowie die Hebung der Lebensdauer und der Betriebssicherheit der Erzeugnisse gefordert. Den Fragen der Wirtschaftlichkeit, der Vereinheitlichung und der Normung soll mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Die technischen Tendenzen sind im Rahmen des laufenden 7-Jahre-Planes für die einzelnen Erzeugnisgruppen durch folgende Forderungen gekennzeichnet:

Bau von Turbo- und Wasserkraft-Generatoren

Anwendung optimaler Kühlmittel, Verbesserung der dielektrischen Festigkeit der Isolationen und Abkehr von der Glimmer-Asphalt-Isolation. Entwicklung von Einheiten von 300...500 MW, insbesonders für Freiluftbetrieb.

Elektromaschinenbau

Anwendung synthetischer Isolationen, Erhöhung der mechanischen und dielektrischen Festigkeit sowie der Betriebsicherheit bei Verminderung der Abmessungen. Einführung neuer Erregungssysteme für Synchronmaschinen (automatische Spannungsregelung mit Hilfe von Halbleitern und Transistoren). Bau gekapselter Motoren. Erweiterung des unteren Bereichs der Motoren-Reihe 10 kV (600...700 kW). Prüfung

der wirtschaftlichen Zweckmässigkeit einer Spannung von 660 V.

Transformatorenbau

Verwendung verlustarmer Bleche hoher Permeabilität. Vermehrung der Typen für Regelung unter Last. Anwendung von Kabelanschlüssen. Bau von Typen für 500 kV in Einheiten von 360 MVA und darüber. Bau von Blockstationen bis zu 30 MVA und bis 220 kV. Entwicklung einer Typenreihe mobiler Bergwerksstationen bis zu 320 kVA und bis 10 kV. Weitere Typenreihen für Elektrowärme, Lokomotiven und Umformerstationen. Aluminium als Leitermaterial erhält erstrangige Bedeutung. Schaffung einheitlicher Hochspannungsdurchführungen, genormter Kühleinrichtungen, Ummwälzpumpen usw. für den Transformatorenbau.

Hochspannungsgeräte

Neue vereinheitlichte Typenreihen für Hochspannungsschalter, Überspannungsableiter, Reaktanzspulen, Messwandler usw. Abgrenzung der Anwendungsgebiete für Ölschalter, ölarme Schalter und Druckluftschalter. Entwicklung von Blockstationen für eine Verteilspannung von 35 kV. Schaffung einer Typenreihe von Sammelschienen-Durchführungen für Hochspannung.

Statische Umformer

Entwicklung von Umformer-Aggregaten mit Quecksilber- oder Halbleiter-Ventilen und mechanischen Gleichrichtern für die metallurgische und chemische Industrie, die Elektrotraktion usw.

Elektrotraktion und Einrichtungen für Lokomotiven

Entwicklung elektrischer Fernverkehrs-Wechselstrom-Lokomotiven bis zu 4200 und 5600 kW mit Halbleiter-Gleichrichtern, ferner Industrie-Lokomotiven für Wechselstrom und mit eigener Kraftquelle. Bau neuer elektrischer Einrichtungen für Bergwerk-Lokomotiven, thermische Lokomotiven von 2200 kW (3000 PS), Rangier-Lokomotiven usw.

Elektrowärme- und Elektroschweiss-Einrichtungen

Weitgehende Automatisierung aller Einrichtungen.

¹ 1 TWh (Terawattstunde) = 10^9 kWh.

Niederspannungs-Geräte und -Installationen

Einführung der Blockbauweise. Herabsetzung der Abmessungen von Schaltgeräten bei erhöhter Ausschaltleistung und Schalthäufigkeit. Kontaktlose Steuerungs- und Regelungssysteme durch Anwendung elektronischer Einrichtungen. Weitgehende Vereinheitlichung und Normung. Anwendung von Kunststoffen, Metallkeramik, Isoliercompounds und wärmebeständiger Werkstoffe.

Kabel

Anwendung von Al, St-Al und Cu-Al als Leitermaterial. Email-Isolation statt Baumwolle. Ersatz des Bleimantels durch Al und Kunststoffe. Übergang auf Kunststoff-Isolation der Kabel-Adern anstatt Öl-Papier und Kautschuk. Entwicklung betriebsgerechter Hochspannungskabel bis zu 500 kV, flexibler Kabel langer Lebensdauer, Bergwerkakabel. Einführung automatisierter Durchlaufherstellung in der Kabelindustrie.

Elektrische Isolierstoffe und Elektro-Porzellan

Einführung synthetischer Isolierstoffe und Lacke (Epoxy, Polyurethane, Polybutadien, Silikone), weitestgehende Vermeidung von Pflanzenölen in Lacken und Isolierstoffen, Entwicklung von Austauschstoffen für Glimmer. Vervollkommenung der Imprägnier- und Compoundierungs-Verfahren, Verbesserung der Schichtstoffe, Entwicklung glühbeständiger keramischer Blechisolation. Einführung von Porzellanisatoren höherer Festigkeit und kleinerer Abmessungen, Verbreitung von Steatit und Glas.

Chemische Stromquellen und Elektro Kohle

Einführung von Fe-Ni-Akkumulatoren. Qualitätsverbesserung von Kohlebürsten und Elektrodenkohlen. Breite Anwendung metallkeramischer Konstruktions-Elemente.

Aufgaben der Randgebiete

Chemische Industrie: Herstellung genügender Mengen von Preßmassen, Folien, Lacken und Email auf Grundlage synthetischer Polymere.

Forst- und Papier-Industrie: Lieferung von Glas-, Asbest- und Zellulose-Papieren, sowie von Transformerboard.

Eisenwerke: Walzwerkerzeugnisse mit hitzebeständigem Isolierbelag, verlustarme Bleche (0,5 W/kg bei 10 000 Gs), texturgewalzte Bleche für Transduktoren, Drosselspulen, Wandler.

Zur Förderung dieser Aufgaben werden Laboratorien und Konstruktionsbüros bei den Dachorganisationen der Elektroindustrie mit der Durchführung von Forschungs- und Konstruktions-Arbeiten betraut. In den Fabriken selbst soll der Ausbau der Konstruktionsbüros, Laboratorien und Versuchsfelder gefördert und mit der bisherigen Praxis, dass in den Fabriken Laboratorien und Versuchsfelder überhaupt fehlen, gründlich aufgeräumt werden. Die Verantwortung für die technische Entwicklung und den technischen Stand der Elektroindustrie wird den führenden wissenschaftlichen Forschungs-Instituten auferlegt. Mit der Koordinierung der Arbeit werden besondere wissenschaftlich-technische Räte betraut.

Bemerkung des Referenten:

Aus den für die Erfüllung des laufenden 7-Jahre-Planes als wichtig hervorgehobenen Forderungen an die einzelnen Tätigkeitsgebiete der Elektroindustrie lassen sich interessante Rückschlüsse auf den gegenwärtigen Stand der Elektrotechnik in der Sowjetunion ziehen.

G. v. Boletzky

Kurznachrichten über die Atomenergie

621.039.4

[Nach: Bulletin Nr. 12 der Schweiz. Vereinigung für Atomenergie und Presseberichte der IAEA]

Vor einiger Zeit ist in der Schweizer Presse ein Bericht der IAEA über die registrierten Reaktorunfälle auf der Welt wiedergegeben worden, der nicht in allen Teilen richtig ist. Die aufgeführten Unfälle ereigneten sich nämlich nicht bei Reaktoren, sondern in Laboratorien und bei Forschungsexperimenten im Hinblick auf den Bau von Reaktoren. Sofern es bekannt ist, sind bei bestehenden Forschungs- und Leistungsreaktoren bis zur Zeit keine Personen verunfallt.

Im folgenden sei nun die Liste der wichtigsten Kernunfälle in Laboratorien oder bei Forschungsarbeiten wiedergegeben, bei welchen Personal verunfallt ist:

Datum	Ort	Art des Unfalles	Folgen
August 1945	Los Alamos, USA	Unkontrolliertes Überkritischwerden einer Anordnung von Uranmetall	2 Geschädigte, davon 1 Todesfall
Mai 1946	Los Alamos, USA	Unkontrolliertes Überkritischwerden einer Anordnung von Uranmetall	8 Geschädigte, davon 1 Todesfall
vor 1955	UdSSR	?	2 Geschädigte
Juni 1952	Argonne, USA	Unkontrolliertes Überkritischwerden einer sog. kritischen Anordnung	4 Geschädigte
Juni 1958	Oak Ridge, USA	Kritischwerden einer chemischen Lösung	8 Geschädigte
Oktober 1958	Vinca, Jugoslawien	Unkontrolliertes Überkritischwerden einer sog. kritischen Anordnung	8 Geschädigte, davon 1 Todesfall
Dezember 1958	Los Alamos, USA	Kritischwerden einer chemischen Lösung	1 Todesfall

Ausser diesen Unfällen sind einige weitere vermerkt, die ausser Sachschäden keine ernsten Strahlengefährdungen von Personen verursacht haben.

Der Gouverneursrat der IAEA in Wien bewilligte elf Staaten Kredite im Werte von 320 000 Dollar. Diese Länder erhalten folgende Unterstützungen:

1. Afghanistan erhält für ein kernphysikalisches Laboratorium an der Universität Kabul Ausrüstungen im Werte von 23 000 Dollar. Ein Kernphysiker wird bei der Errichtung des Laboratoriums und der Aufstellung eines atomwissenschaftlichen Entwicklungsprogrammes behilflich sein.

2. Argentinien wird im Rahmen des erweiterten technischen Hilfsprogrammes der Vereinten Nationen ein Sachverständiger zur Verfügung gestellt. Dazu erhält es ebenfalls Ausrüstungen im Werte von 23 000 Dollar. Unter den Geräten befinden sich eine Strahlenquelle von 100 Curie und Strahlmessinstrumente.

3. In Brasilien wird ein Sachverständiger für Kernmetallurgie bei der Errichtung eines metallurgischen Laboratoriums am Institut für Atomenergie in Sao Paolo mitarbeiten. Um die Tätigkeit dieses Fachmannes zu unterstützen, werden Ausrüstungen bereitgestellt, deren Kosten auf 30 000 Dollar geschätzt werden.

4. Griechenland erhält für ein kernphysikalisches Laboratorium einen Van de Graaf-Beschleuniger mit den nötigen Zusatzgeräten im Gesamtwert von 32 000 Dollar.

5. Ein Sachverständiger wird Island zur Verfügung gestellt, um im physikalischen Laboratorium der Universität bei der Anwendung von Isotopen in hydrologischen Studien mitzuarbeiten. Zu diesen Arbeiten stellt die IAEA Messinstrumente und analytische Geräte im Gesamtwert von 33 000 Dollar zur Verfügung.

6. Die IAEA stellt Israel einen Gastprofessor für Radiobiologie und einige Geräte im Werte von 16 000 Dollar zur Verfügung.

7. Die Atomenergiekommission der Philippinen wird Ausrüstungen im Werte von 16 000 Dollar erhalten.

8. In die Türkei wird ein Strahlenschutzphysiker abgeordnet, um die Behörden bei der Errichtung eines zentralen Strahlenschutzbauwerks zu beraten. Ein anderer Fachmann für die Anwendung von Radioisotopen in der Medizin wird den medizinischen Fakultäten der Universitäten Ankara und Istanbul sowie dem Spital in Ankara zur Verfügung gestellt. Ferner wird die Türkei Ausrüstungen für die Universitäten Ankara und Istanbul, sowie einige zusätzliche Geräte für eine unterkritische Anordnung erhalten. Der Gesamtwert der geleisteten Hilfe wird auf 66 000 Dollar geschätzt.

9. Venezuela wird von einem Sachverständigen in der Herstellung, Handhabung und Anwendung von Radioisotopen unterstützt. Es erhält auch verschiedene Ausrüstungen im Gesamtwert von 47 000 Dollar.

10. In die Vereinigte Arabische Republik wird ein Sachverständiger auf dem Gebiet der radioaktiven Rohstoffe entsandt. Es werden auch einige Ausrüstungen bereitgestellt. Die Gesamtkosten belaufen sich auf etwa 17 000 Dollar.

11. Die Vereinigte Arabische Republik und der Sudan erhalten einen Sachverständigen zugewiesen und zusätzlich

einige Ausrüstungen. Im Sudan wird dieser Fachmann die Aufstellung der Geräte für die Messung der Umgebungsradioaktivität beaufsichtigen und Personal in deren Betrieb und Unterhalt ausbilden. Ferner wird er den Behörden der Vereinigten Arabischen Republik bei der Errichtung von Kontrollstationen behilflich sein. Die Gesamtkosten für diese Unterstützungen betragen 14 000 Dollar. Schi.

Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

Messung der komplexen Stromverstärkung von Transistoren bis 210 MHz

621.317.741 : 621.382.3

[Nach R. W. Smith und F. J. Hyde: Transistor Current Gain. Electronic & Radio Engr. Bd. 36 (1959), Nr. 7, S. 249...252]

Die wechselstrommässige Kurzschluss-Stromverstärkung α_{fb} eines Transistors ist definiert durch $\alpha_{fb} = i_e/i_c$ bei $u_{bc} = 0$. Das Prinzip zur Messung von α_{fb} ist in Fig. 1 skizziert. Unter der Voraussetzung, dass die gestrichelt eingezeichneten Streukapazitäten und die Widerstände R klein sind (etwa 50Ω), gilt mit guter Näherung $\alpha_{fb} = -u_2/u_1$. Im Bereich von 1...210 MHz erfolgte die Messung dieses Spannungsverhältnisses mit einem Zweikanalverfahren, während mit einem etwas modifizierten Messkreis für Frequenzen bis 25 MHz eine relativ einfache Nullmethode verwendet werden kann.

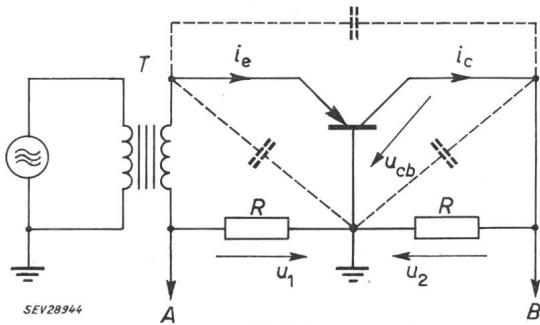


Fig. 1

Prinzipielle Darstellung des Messkreises

Streukapazitäten gestrichelt

T symmetrischer Transformator; R Messwiderstände; i_e , i_c Emitter- bzw. Kollektorwechselstrom; u_{cb} Kollektor-Basis-Wechselspannung

Das Blockschaltbild des Zweikanalverfahrens ist in Fig. 2 dargestellt. Der verwendete Empfänger besitzt zwei symmetrische Kanäle für den Frequenzbereich von 1...24 MHz. Zwei symmetrische Mischeinheiten dienen zur Erweiterung des Frequenzbereiches. Die erste Einheit arbeitet bei einigen durch ihren Quarz-Lokaloszillator (7 MHz) und dessen Oberwellen gegebenen festen Frequenzen zwischen 21 und 105 MHz, die zweite bei den festen Frequenzen 126, 162 und 210 MHz. Der

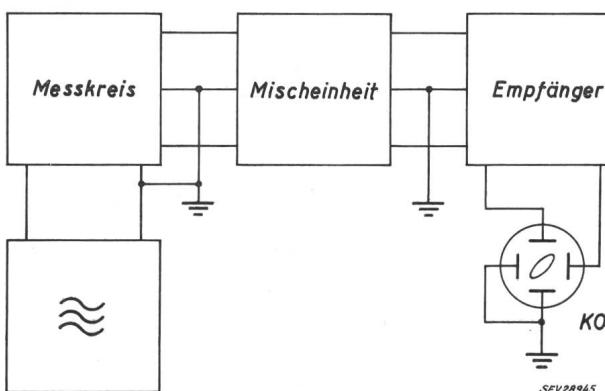


Fig. 2

Blockschema des Zweikanalverfahrens

Messkreis nach Fig. 1; die Mischeinheit und der Empfänger besitzen zwei symmetrische Kanäle
KO Kathodenstrahlzoszillograph

Empfänger wird dabei als 18-MHz-ZF-Verstärker benutzt. Die Stromverstärkung α_{fb} kann direkt nach Betrag und Phase aus der auf dem Kathodenstrahlzoszillographen-Schirm geschriebenen Ellipse bestimmt werden. Sowohl am Empfänger als auch an den beiden Mischeinheiten sind Abgleichsmöglichkeiten vorgesehen, damit die beiden Kanäle bei jeder Messfrequenz möglichst gut symmetriert werden können. Ferner erweist es sich aus Symmetriegründen als notwendig, an Stelle des in Fig. 1 dargestellten Eingangsübertragers deren zwei in Kaskade zu verwenden.

Beim Gerät, das mit einer Nullmethode arbeitet, werden die Messwiderstände R (Fig. 1) durch RC -Netzwerke mit symmetrischen bzw. geeichten Schaltelementen ersetzt. Durch Abgleichen der variablen Schaltelemente kann man erreichen, dass die Spannungen u_1 und u_2 entgegengesetzt gleich werden. Die Stromverstärkung lässt sich dann nach Betrag und Phase aus den Netzwerkelementen berechnen. Den Eingang des Nulldetektors bildet eine mit getrennten Heizsystemen versehene Doppeltriode, deren Anoden auf den gleichen Lastwiderstand arbeiten. Die Spannungen u_1 und u_2 werden an die beiden Gitter gelegt. Bei entgegengesetzten gleichen Gitterwechselspannungen verschwindet der Wechselstrom im Lastwiderstand. Die Symmetrierung des Detektors erfolgt durch Abgleich der Heizspannungen. Das Messgerät liefert bis 25 MHz befriedigende Resultate, allerdings unter der Voraussetzung, dass der Phasenwinkel von α_{fb} betragsmäßig kleiner als etwa 80° ist.

W. Wunderlin

Mathematische und statistische Betrachtungen bei Lebensdaueruntersuchungen

621.385.001.4 : 519.2

[Nach A. Deixler und E. Rusch: Mathematische und statistische Betrachtungsweise von Lebensdauerangaben und Anwendung auf Elektronenröhren. NTZ Bd. 12 (1959), Nr. 12, S. 613...617]

Die Bestimmung der Lebensdauereigenschaften von Bauelementen als Funktion der Zeit und diverser Betriebsbedingungen ist die Grundlage für die Ermittlung der Zuverlässigkeit (Reliability) eines Schaltungskomplexes von elektronischen Bauteilen. Statistische Erhebungen über die Ausfallcharakteristiken liefern dazu die Hauptinformationen. In vielen Fällen lassen sich statistische Begebenheiten innerhalb der Gesamtdarstellung in einem begrenzten Bereich durch mathematische Formulierung weitgehend annähern, d. h. man berechnet oder ermittelt graphisch aus den Messwerten mathematische Kurven, die sich in einem bestimmten Bereich gut an die empirischen anschmiegen.

Im Fall von Elektronenröhren und ähnlichen Bauelementen ist das oft möglich durch die bekannte (Constant Failure Rate)-Funktion:

$$B = B_0 e^{-at} \quad (1)$$

Wobei in diesem Fall:

- B Zahl der im Zeitpunkt t noch nicht ausgefallenen Röhren
- B_0 Zahl der im Zeitpunkt $t = t_0$ noch nicht ausgefallenen Röhren
- a Konstante, die die Röhren- und Betriebsart charakterisiert (Zeiteinheit $^{-1}$)
- $|a|$ temporäre Ausfallwahrscheinlichkeit

Wie man leicht nachprüfen kann, gilt:

$$|a| = \frac{1}{B} \cdot \left| \frac{dB}{dt} \right| \quad (2)$$

Will man die temporäre Ausfallwahrscheinlichkeit im empirischen Fall für einen gegebenen Zeitabschnitt berechnen, so kommt man durch diesbezügliche Umformung auf:

$$a_{i+1} = \frac{B_i - B_{i+1}}{B_i(t_{i+1} - t_i)} \quad (3)$$

d. h. man geht von der infinitesimalen zur finitesimalen Anschauung über (endliche Zeitabschnitte, endliche Ausfallziffern). Um die Zufälligkeit der Ereignisse und die Streuung um einen bestimmten Wert im Falle einer Stichprobenentnahme in Bezug auf die Grundgesamtheit zu erfassen, kann man zwei bekannte Verfahren anwenden:

1. «Monte-Carlo»-Methode
2. Bestimmung des Vertrauensbereiches auf Grund der hypergeometrischen Verteilung.

Die *Monte-Carlo-Methode* könnte man auch als stochastisches Analogieverfahren bezeichnen. Sie beruht darauf, dass man die mathematische Annäherung empirischer Begebenheiten für die Berechnung der möglichen Fälle einer Modellgrundgesamtheit verwendet [z. B. nach Gl. (1)] und dann auf Grund von willkürlich und zufällig durchgeführten Ausleseprozessen einen Streubereich ermittelt, der für eine bestimmte Stichprobengröße aus dieser Grundgesamtheit in Frage kommt [z. B. nach Gl. (3) den Streubereich der temporären Ausfallwahrscheinlichkeit]. Solche Untersuchungen ergeben, wenn sie nicht in grossem Ausmass durchgeführt werden, nur eine Abschätzung der Größenordnung des wirklichen Streubereiches.

Die *Bestimmung des Vertrauensbereiches auf Grund der hypergeometrischen Verteilung* (wenn die Voraussetzungen dafür gegeben sind) geht vom empirischen Messwert aus, und basiert auf der Lösung eines Grundproblems der mathematischen Statistik, nämlich: Wenn in einer Grundgesamtheit N eine Anzahl K Elemente eines Merkmals, und eine Anzahl L Elemente eines anderen vorhanden sind, wie gross ist dann die Wahrscheinlichkeit, in einer Stichprobe n eine Anzahl k Elemente des einen und eine Anzahl l Elemente des anderen Merkmals zu finden. Grundsätzlich gibt diese Bestimmung des Vertrauensbereiches die relativ genaueren und besser für die Weiterverarbeitung geeigneten Ergebnisse.

Beide Methoden führen zu stochastischen Kurvendarstellungen wie: Ausfallprozentsatz einer gegebenen Grundgesamtheit als Funktion der Betriebszeit, mit den Parametern: Vertrauensbereichswahrscheinlichkeit und Stichprobengröße.

Hat man also über längere Zeit laufend eine grössere Anzahl Elektronenröhren (oder ähnliche Schaltungselemente) in einer bestimmten Testschaltung in Betrieb genommen und registriert jeweils die Zeitdauer bis zum Ausfall (d. h. bis die Röhre sich so verändert hat, dass sie den Schaltungs- oder Testbedingungen nicht mehr genügt), so kann man aus diesen Angaben, auf Versuchsbasis oder durch Rechnung, ermitteln, wie gross die zu erwartenden Streugrenzen sein werden, wenn man eine kleinere Anzahl solcher Elemente, willkürlich aus der Grundgesamtheit entnommen, unter gleichen Bedingungen betrachtet, ohne diese Elemente solchen Testen ausgesetzt zu haben. Oder, man hat an einer Stichprobe gewisse Ergebnisse gefunden, dann kann man auf Grund der obenstehenden Betrachtungen berechnen, ob die Abweichungen der Stichprobenresultate zufälliger oder systematischer Natur sind.

C. Villalaz

Entwicklungstendenzen in der militärischen Elektronik

621.382 : 623

[Nach C. H. Lewis: Trend of Things to Come. Trans. IRE, Professional Group on Component Parts, Bd. CP-6(1959), Nr. 3, S. 144...149]

Die militärischen Stellen sind heute nicht mehr zufrieden mit den vorhandenen elektronischen Geräten. Diese sind hergestellt gemäß einer Technik, die aus der Radio- und Fernsehindustrie hervorgegangen ist. Obschon die Zuverlässigkeit der einzelnen Bauteile stark erhöht werden konnte, genügt die Zuverlässigkeit von ganzen elektronischen Systemen den zukünftigen Anforderungen nicht.

Dies lässt sich einsehen, wenn man bedenkt, dass die Funktion vieler militärischer Ausrüstungen vollständig von ihrer Elektronik abhängig ist. So betragen die Kosten der Elektronik in einem modernen Bombenflugzeug 50...55 % der Gesamtkosten, für Raketen steigt der Prozentsatz auf 60...70 %. Zudem hat sich die Situation gegenüber dem 2. Weltkrieg insofern geändert, dass statt einem Masseneinsatz von vielleicht hunderten von Bombern ein einziger zum Einsatz gelangt, der die gleiche oder grössere Wirkung hat wie die grosse

Zahl. Damit muss die Zuverlässigkeit dieses einzelnen ein Vielfaches betragen, damit man mit der gleichen Wahrscheinlichkeit auf einen Enderfolg rechnen kann.

In der Raketen- und Satellitentechnik ist das Problem der Zuverlässigkeit noch schwerwiegender, da die Apparate im Betrieb nicht mehr zugänglich sind. So sollte z. B. die elektronische Ausrüstung eines künstlichen Satelliten, der die Erde während 10 Jahren umkreist, auch während 10 Jahren wartungsfrei arbeiten. Wegen der ständig zunehmenden Kompliziertheit und Zahl der Einzelteile solcher Systeme ist es fraglich, ob dieses Ziel mit der bisherigen Technik je erreicht werden kann, denn bei Ausfall eines einzigen Bauteiles kann der Apparat meist seine Aufgabe nicht mehr erfüllen.

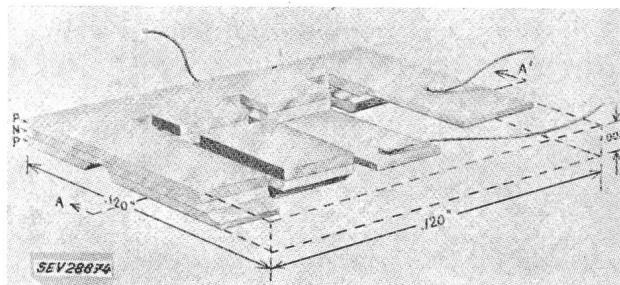


Fig. 1
Multivibrator als funktioneller elektronischer Block in der Bauweise der «Molecular Electronics»
Trigger-Frequenz: 50 Hz bis 3 MHz; Gewicht: 0,425 g

Die elektronischen Geräte, die mit Röhren arbeiten, haben zudem energiemässig betrachtet einen schlechten Wirkungsgrad und benötigen schwere Stromversorgungsaggregate.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die heutige Technik zukünftigen Erfordernissen in folgenden Punkten nicht genügt:

1. Sie ist behaftet mit der Konzeption der Technik für Unterhaltungsgeräte.
2. Sie verwendet Bauteile mit zu grossem Energieverbrauch und hat deshalb einen schlechten Wirkungsgrad.
3. Es kann keine genügende Lebensdauer garantiert werden.

Um diesen Zustand zu verbessern, muss das Problem der Herstellung elektronischer Geräte auf eine neue Art angepackt werden. Als erstes Ziel ist eine inherente Zuverlässigkeit und lange Lebensdauer zu erreichen. Zweitens muss der Energieverbrauch herabgesetzt werden. Drittens soll die Zahl der möglichen Funktionen pro Volumeneinheit vergrössert werden. Es sollte möglich sein, deren zwei pro Kubikzentimeter unterzubringen. Damit würden Abmessungen und Gewichte der Geräte vermindert.

Die maßstäbliche Verkleinerung der Bauelemente kann kaum zum Ziel führen, da ihre Zuverlässigkeit damit eher verschlechtert wird, und da auch die Zahl ihrer Verbindungen, die oft zu Fehlern Anlass geben, gleich bleibt.

Ein neuer Weg, gestützt auf die Erkenntnisse der Festkörperphysik wurde gesucht. Die Amerikaner nennen dies «Molecular Electronics». Es soll möglich sein, durch geeignete Variationen der Eigenschaften des Materials innerhalb eines Würfels oder auf einer Fläche ganze Schaltblöcke herzustellen. Eine solche Bauweise vermindert die Zahl der Einzelteile und Verbindungen. So kann z. B. ein Multivibrator nur durch ätzen und schneiden aus einem mehrschichtigen Halbleitermaterial hergestellt werden (Fig. 1).

Die Schwierigkeiten dieser neuen Methode sind jedoch gross. Eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Elektroniker, dem Physiker und dem Chemiker ist notwendig. Dieses Team soll eher neue Materialien entsprechend den Anforderungen synthetisieren als bekannte analysieren. Viele dazu notwendigen Stoffe müssen kontrollierte Verunreinigungen von weniger als einem in 10^{12} Teilen aufweisen. Viele kritische Dimensionen werden in der Größenordnung von tausendstel Millimeter liegen. Dies führt zur Forderung, dass der Fabrikationsprozess völlig automatisiert werden muss, um diese Teile gleichmässig in Produktionsquantität herstellen zu können.

Die U. S. Air Force hat der Industrie einen Auftrag zur Herstellung solcher zusammengefassten Baugruppen erteilt, um damit die Durchführbarkeit dieser neuen Ideen zu demonstrieren.

F. Farner

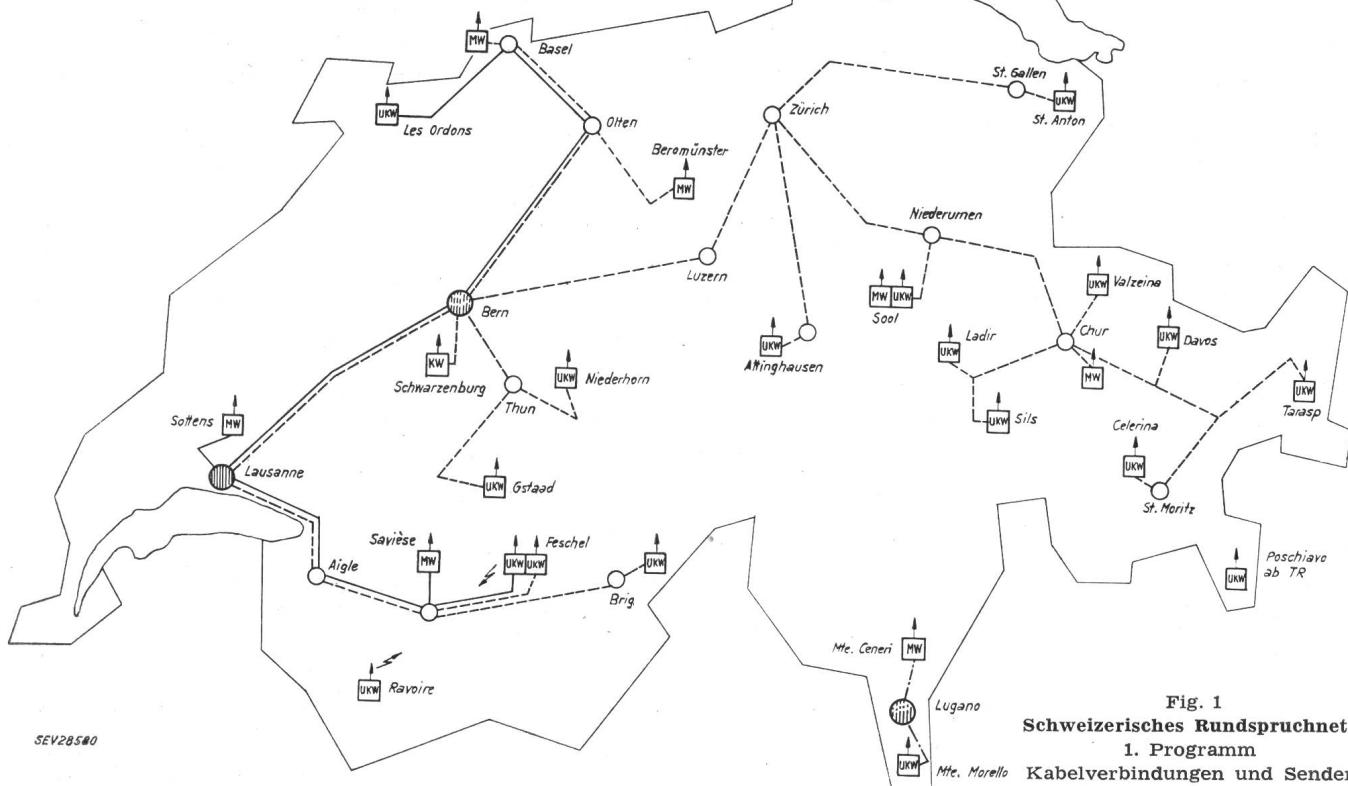
Entwicklung des Rundspruches und des Fernsehens in der Schweiz

621.396.74(494) + 621.397.74(494)

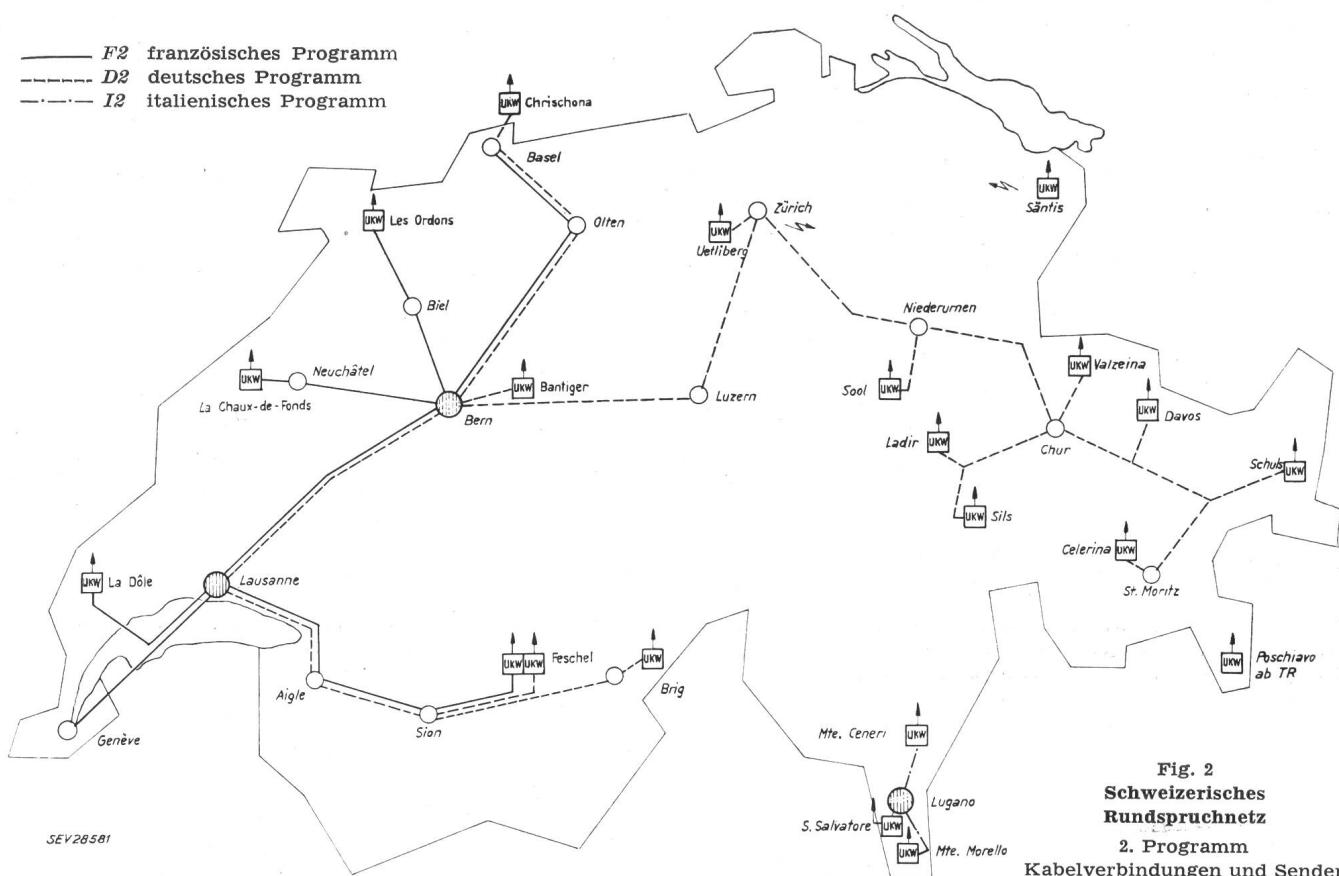
Das Schweizerische Rundspruchnetz hat in den letzten Jahren eine starke Zunahme verzeichnet. Fig. 1 zeigt das Schweizerische Rundspruchnetz für das 1. Programm, und

zwar für die drei Landessprachen. Die entsprechenden Musik-Leitungen zwischen Studio und Sender für die Programme F1/F2, D1/D2 und I1/I2 haben ihren zentralen Ausgangspunkt in den Verstärkerämtern Bern, Lausanne und Lugano. Das 1. Programm wird auf Mittelwellen (MW), Kurzwellen (KW) und Ultrakurzwellen (UKW) ausgestrahlt. Die UKW-

— F1 französisches Programm
- - - D1 deutsches Programm
— - - I1 italienisches Programm



— F2 französisches Programm
- - - D2 deutsches Programm
— - - I2 italienisches Programm



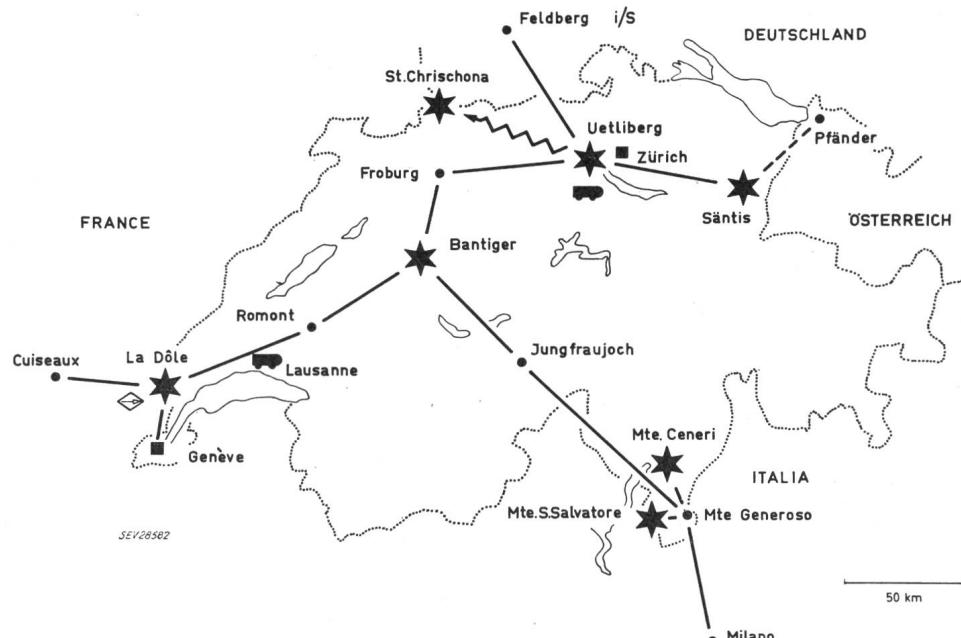
Sender dienen der Versorgung von Tälern mit ungenügender Empfangsfeldstärke des Landessenders Beromünster.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, ist das Rundspruchnetz für das 2. Programm praktisch ebensweit ausgedehnt wie das

tore, Säntis und Uetliberg. Diese werden mittels Richtstrahlverbindungen mit den beiden Studios Genève und Zürich und mit den Relaisstationen Frohburg, Jungfraujoch, Mte. Generoso und Romont verbunden. Die Sendeanlage St. Chri-

Fig. 3
Schweizerisches Fernsehnetz

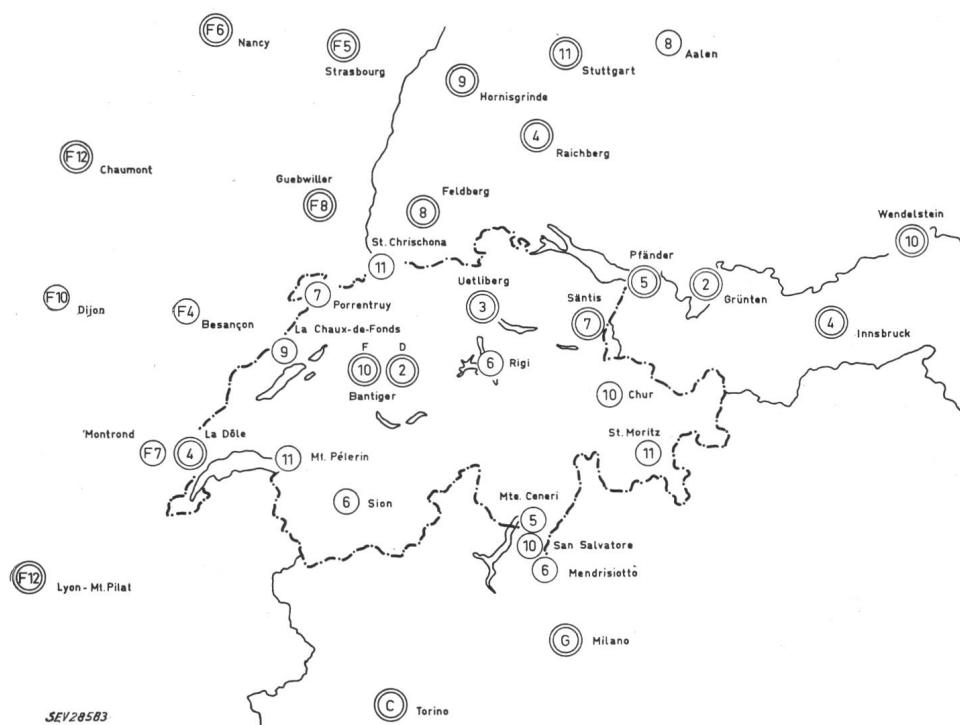
- ★ Sendeanlage
- Richtstrahlverbindung
- Relaisstation
- ~~~~ Balllempfang
- Studio
- Reportagewagen
- ◇ Normwandler (819/625)
- projektiert



Netz für das 1. Programm. Ein wesentlicher Unterschied ist der, dass das 2. Programm ausschliesslich auf Ultrakurzwellen ausgestrahlt wird. Die beiden Rundspruchnetze versorgen 1,4 Millionen registrierte Empfänger in der Schweiz.

schona steht in «Balllempfang» mit der Sendeanlage Uetliberg, d. h. St. Chrischona kann nur das Fernsehprogramm von Uetliberg empfangen und kann keines an Uetliberg übertragen, im Gegensatz zu den anderen Sendeanlagen.

Zur Ergänzung der Angaben in Fig. 3 sind in Fig. 4 die Fernsehsender der Schweiz und der Nachbargebiete angegeben. Aus dieser Darstellung geht klar hervor, dass auch in Bezug auf das Fernsehprogramm, ein grosser Teil des Landes ein zweites Programm aus dem Ausland empfangen kann. Angesichts dieses Zustandes ist die Zahl der Fernsehabonnenten — die heute



Das Fernsehnetz hat auch bereits eine beachtliche Ausdehnung erfahren. Gegenwärtig sind 7 Sender im Betrieb — Bantiger, Mts. Ceneri, St. Chrischona, La Dôle, Mts. S. Salva-

100 000 beträgt — als bescheiden zu betrachten. Es sind aber Anzeichen dafür vorhanden, dass ein rapider Aufstieg in nächster Zukunft zu erwarten ist.