

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 29 (1938)
Heft: 26

Artikel: Erfahrungen über den Ausgleich elektrischer und magnetischer Kopplungen in Vierern von im Betrieb befindlichen Bahn-Krarupkabeln
Autor: Meier, C. / Hilfiker, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059432>

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>

trag mündlich erwähnte, dass die rasche Regulierung durch den Kohlendruckregler c der Fig. 1 erzielt werden kann. Der Kohlenwiderstand in der üblichen Ausführung hat nämlich den grossen Nachteil, dass sein Regulierwiderstand gar nicht Null gemacht werden kann, sondern dass er trotz grossem Druck noch recht erhebliche Werte aufweist, und damit nicht den grösstmöglichen Stromanstieg zulässt.

Betreffs der Frage der raschen Ausregulierung geben nur einwandfreie Vergleichsversuche an der gleichen Maschine Auskunft. Die Zeitkonstante der Maschine spielt eine ausschlaggebende Rolle. Dass trotz der Anzweiflung von Herrn Keller mit der Ultrarapidregelung gegenüber dem normalen Schnellregler ein wesentlicher Fortschritt erzielt wird, geht daraus hervor, dass unter den genau gleichen Verhältnissen wie dies in Fig. 7 meines Vortrages angegeben wurde, mit der neuesten BBC-Wälzregler-Konstruktion und der kleinsten zulässigen Rückführkraft die Zeit bis zur Erreichung der Normalspannung 2,3 Sekunden betrug gegenüber 0,8 Sekunden mit dem Ultrarapidregler. Die Verkürzung auf 0,4 Sekunden mit 50 % überdimensioniertem Erreger ist ein weiterer möglicher nicht unerheblicher Gewinn. Dass der Vorwurf nicht einwandfreier Ausregulierung unbegründet ist, können wir durch Versuche sowohl an ganz klei-

nen, als auch an mittleren und grossen Maschinen nachweisen.

Wenn in den Spannungskurven Fig. 3 bis 6 von Herrn Keller die Zeit bis zur Erreichung der Normalspannung auch mit ungefähr 0,8 Sekunden angegeben wird, so ist das noch lange kein Beweis, dass sie der Ultrarapidregelung *mindestens gleichwertig* ist, da, wie schon gesagt, nur Vergleichsversuche mit den verschiedenen Methoden an derselben Maschine und in derselben Schaltung ein klares Bild geben. Es wird im weitem jedermann einleuchten, dass gerade bei Oeldruckreglern, die Herr Keller unter der Bezeichnung «Hochleistungsregler» offenbar meint, wo die Durchlaufdauer von einer Endlage in die andere ca. 0,5 bis 1 Sekunde beträgt, die Ultrarapidregelung besonders wirksam ist. Mit dieser wird die Zeit bis zum Kurzschliessen, bzw. Einschalten des ganzen Widerstandes 10- bis 20mal kleiner als bei dem normalen Oeldruckregler. Der von Herrn Keller als vorteilhafter hingestellte Reguliertvorgang bei Spannungsabbau erweist sich dann ebenfalls als wesentlichen Nachteil gegenüber der Ultrarapidregelung.

Auch bei grossen Regulierbereichen mit sehr kleinen Erregungen, wie z. B. bei leerlaufenden Leitungen, lässt sich die Ultrarapidregelung mit Vorteil anwenden, ohne irgend welche Gefahr für die Stabilität.

(Fortsetzung der Kurzvorträge-Veröffentlichung folgt.)

Erfahrungen über den Ausgleich elektrischer und magnetischer Kopplungen in Vierern von im Betrieb befindlichen Bahn-Krarupkabeln.

Von † C. Meier, Brugg, und H. Hilfiker, Kilchberg.

621.395.73.054.2

Bei Krarupkabeln spielen die induktiven Kopplungen eine verhältnismässig grosse Rolle. Vor Beginn eines Kopplungsausgleichs sind Massnahmen zum Schutze der Adern gegen Ströme, die den magnetischen Zustand der permeablen Umspinnung dauernd verändern könnten, zu treffen. Zur Schaffung einer rekonstruierbaren magnetischen Ausgangslage empfiehlt es sich, vor dem Ausgleich zu entmagnetisieren.

Beim Kopplungsausgleich werden die induktiven und kapazitiven Unsymmetrien am besten gleichzeitig berücksichtigt, indem von Anfang an ausschliesslich nach besten Nebensprechdämpfungen gekreuzt wird.

Die vorliegenden Messergebnisse zeigen, dass für Verstärkerbetrieb brauchbare Phantomkreise von über 50 km Länge selbst an den ältesten Krarupkabeln der SBB gewonnen werden können. Die nachteilige Wirkung der grossen und unregelmässigen Abstände der Kreuzungsstellen und der Beschränkung der Ausgleichskreuzungen auf den Vierer wird dadurch aufgehoben, dass man gleichzeitig je 3, statt, wie üblich, 2 Fabrikationslängen bzw. Streckenabschnitte ausgleicht.

Einleitung.

Die überall mit der Einführung des automatischen Telefonbetriebes verbundene Umwälzung in der Netzgestaltung setzte bei den schweizerischen Bundelbahnen etwa im Jahre 1933 ein, d. h. zu einer Zeit, als die Elektrifizierungsprogramme und damit die Verkabelung des Fernmeldenetzes zum grössten Teil vollzogen waren. Der Uebergang vom alten Handtelefonnetz von typischer Maschenstruktur zum neuen Automatenetz von vorwiegend sternförmigem Aufbau musste somit bewerkstelligt werden, ohne dass man der Forderung nach möglichstster Bündelung des Sprechverkehrs schon in der Planung der Streckenkabelanlagen hatte Rechnung tragen können.

Dank der für den damaligen Stand des Bahnfernmeldewesens grosszügigen Bemessung der Kabeladerzahlen gelang die Befriedigung der neuen Ansprüche weitgehend ohne Schwierigkeiten. Auf

Dans les câbles krarupisés, les couplages inductifs, jouent un rôle relativement important. Avant d'entreprendre l'équilibrage des couplages, il y a lieu de prendre des mesures pour protéger les fils contre les courants qui pourraient modifier d'une façon permanente l'état magnétique du guipage perméable. Pour créer un état magnétique initial reconstituable, il est recommandable de démagnétiser avant l'équilibrage.

Lors de l'équilibrage, on tient avantageusement compte simultanément des dissymétries inductives et capacitives, en croisant dès le début exclusivement de manière à obtenir l'affaiblissement optimum de la diaphonie.

Les résultats des mesures montrent que, pour l'exploitation avec répéteur, on peut obtenir des circuits phantomes acceptables de plus de 50 km, même sur les plus anciens câbles krarupisés des CFF. L'effet désavantageux des grandes et irrégulières distances entre endroits de croisement, ainsi que de la limitation des croisements d'équilibrage aux quarts, peut être supprimé en équilibrant simultanément 3 longueurs de fabrication ou tronçons de ligne, au lieu de 2, comme il est d'usage.

einigen Strecken indessen konnte die zur Schaffung ausreichender Bündelstärken nötige Adernzahl nicht restlos bereitgestellt werden.

Die Ausnützung der Vierer war der ungenügenden Nebensprechdämpfungen wegen nicht ohne weiteres möglich. Die krarupierten Aderpaare dieser Kabel liegen wohl in Diesselhorst-Martin-Verseilung, sind aber teilweise älterer Konstruktion und ein Kopplungsausgleich hatte seinerzeit bei der Kabellegung nicht stattgefunden.

Aufgabestellung.

Es musste daher der Versuch unternommen werden, die Nebensprechverhältnisse zwischen Vierern und Stämmen der Streckenkabel nachträglich und möglichst ohne Beeinträchtigung des Fernmeldebetriebes zu verbessern.

Die Streckenkabel sind von gemischtem Aufbau und dienen für verschiedene Fernmeldeeinrichtun-

gen, wie Telephon, Telegraph, Streckenläutewerke, Streckenblock etc. Die für Telephonzwecke bestimmten Aderpaare von 2,2 mm Aderdurchmesser liegen in Viererverseilung im Kern des Kabelquerschnittes und sind krarupiert. Die übrigen Adern von 2,2 mm und 1,7 mm Durchmesser liegen paarig verseilt in der äusseren Lage (Fig. 1).

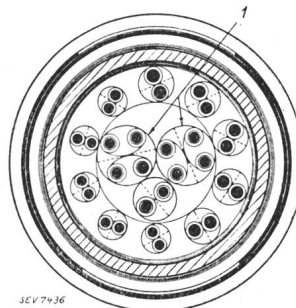


Fig. 1.

Kabelquerschnitt

5 × 2 × 2,2 mm Ø krarupiert

5 × 2 × 2,2 mm Ø

5 × 2 × 1,7 mm Ø

1 krarupierte Vierer.

Die im folgenden beschriebenen Versuche wurden ausschliesslich an Krarupvierern durchgeführt.

Die Streckenkabel verlaufen je von einer Station zur benachbarten und endigen beidseitig in Oel-Ueberführungs-Endverschlüssen, wo jede Ader mit Ueberstrom- und Ueberspannungssicherung versehen ist. Durch eine Station durchlaufende Adern sind mit verdrehten Drähten von Endverschluss zu Endverschluss überführt. Auf offener Strecke sind die Kabel zur Schaffung telephonischer Sprechgelegenheiten und für den Anschluss anderer Schwachstromeinrichtungen in unregelmässigen Abständen, je nach Bedarf, in Kabelverteilkästen hochgeführt, wo die einzelnen Adern, wie bei den Endverschlüssen, an Klemmen zugänglich sind. Ein Oeffnen der Kabel für Ausgleichszwecke kam aus betrieblichen Gründen nicht in Betracht, so dass man sich darauf beschränken musste, die Ausgleichskreuzungen in diesen Endverschlüssen und Verteilern, d. h. in durchschnittlich grossen und zudem unregelmässigen Abständen anzubringen, wodurch der zu erwartenden Ausgleichs-Qualität schon enge Grenzen gesteckt zu sein schienen.

Weiter erschwerend war, dass der Betrieb je- weilen nur *einen* Vierer gleichzeitig für die Messungen freizugeben vermochte, weshalb ein «auskreuzen» von Kopplungen verschiedener Vierer untereinander ausgeschlossen war. Diese Beschränkung der Auswahl von Kopplungswerten im Querschnitt hat sich bei den grossen Teillängen zunächst als grösstes Hindernis für die Erzielung eines vollwertigen Ausgleichs erwiesen, musste aber trotzdem schon wegen der notwendigen Wahrung einer gewissen Uebersichtlichkeit der gekreuzten Ueberführungen (Störungsfälle!) in Kauf genommen werden. Von der Verwendung von Ausgleichskondensatoren, deren Unterbringung anderswo als in Muffen schwierig wäre, sollte, solange es ging, abgesehen werden.

Die Sektion für elektrische Anlagen des Kreises III der schweizerischen Bundesbahnen hatte sich zur Lösung dieser Aufgabe mit der Kabelwerke Brugg A.-G. in Verbindung gesetzt, um ihr Instrumentarium und ihre messtechnische Erfahrung in Anspruch zu nehmen.

Erste Methode.

Ein erster Versuch wurde bereits im Februar 1933 auf der ca. 35 km langen

Strecke Ziegelbrücke—Sargans

unternommen. Die ermittelten Endwerte der Nebensprechdämpfungen werden weiter unten zum Vergleich mit denjenigen späterer Messungen angegeben. Der erzielte Symmetrie-Gewinn ist verschiedener Umstände wegen nicht ganz eindeutig. Das angewendete Verfahren ist in der Hauptsache das für die Strecke St. Gallen—Rorschach im folgenden dargelegt.

Strecke St. Gallen—Rorschach,

Messungen vom Oktober 1934.

a) Entmagnetisierung.

Der auf jeder Station angebrachte Ueberspannungsschutz bestehend aus verstellbaren Grobfunkstrecken (Spitzenschrauben) und Luftleiterableitern von 600 V Ansprechspannung, liess auf das Vorhandensein von Vormagnetisierungen der permeablen Umspinnung schliessen, herrührend von den hohen Strömen, welche gelegentlich bei Fahrleitungskurzschlüssen und gleichzeitigem Ansprechen zweier Ueberspannungsableiter in einzelnen Adern auftreten. Bei der Bedeutung der induktiven Kopplungen in Krarupkabeln mussten daher vor Beginn des Kopplungsausgleichs allfällige Remanenzen beseitigt werden, um auf eine rekonstruierbare Ausgangslage zu kommen. Diese Vorkehrung hat mit der Güte des Ausgleichs nichts zu tun, denn diese bleibt weiterhin vom Zufall abhängig, d. h. davon, wie weit sich bei der gegebenen Unregelmässigkeit des Kabels die Wirkungen der kapazitiven Restkopplungen und der vorhandenen induktiven Kopplungen aufheben. Man muss hingegen trotz der beabsichtigten Massnahmen gegen späteres Auftreten hoher Ströme mit der Möglichkeit ihrer störungsweisen Entstehung rechnen und die magnetisierungsfreie Ausgangslage soll für solche Fälle die Gelegenheit schaffen, den (durch später entstandene Remanenzen) gestörten Ausgleich evtl. durch blosse Entmagnetisierung wieder in Ordnung zu bringen, oder wenigstens zu verbessern.

Nach, wie üblich, vorausgegangenen Isolationsmessungen wurde daher nach dem bekannten Verfahren entmagnetisiert, indem man von einem Ende einer bestimmten Kabellänge aus Wechselstrom von bis gegen Null abnehmender Amplitude in die aus *a*- und *b*-Ader eines Paares und dem am Ende angelegten Kurzschluss bestehende Schleife schickte. Einige Vorversuche hatten eine erforderliche Anfangsstromstärke von mindestens 3,5 A ergeben. Um innerhalb der zulässigen Spannungsgrenzen möglichst lange Strecken auf einmal behandeln zu können, wurde Wechselstrom von 16²/₃ Hz verwendet. Es liess sich dabei einrichten, dass kürzere Stationsdistanzen von einer Station aus, d. h. in einem Arbeitsgang und längere nach Auftrennung in der Mitte von beiden angrenzenden Stationen aus, d. h. in zwei Malen erledigt werden konnten, was mit Rücksicht auf den erforderlichen Netz-

anschluss anzustreben war. Die grössten auf dieser Strecke erzielten Induktivitätsgewinne betrugen 18,5 % der nach der Entmagnetisierung verbleibenden Induktivität, die im Mittel etwa 7,5 Millihenry pro km beträgt und praktisch der Induktivität des jungfräulichen Materials gleichzeitig werden kann.

Zur Verhinderung weiterer bleibender Magnetisierungen wurden bei den ausgeglichenen Aderpaaren die Ueberspannungspatronen entfernt und die Elektroden der Funkenstrecke (Grobschutz) von 0,5 auf 2 mm Abstand eingestellt. In die Fassungen für Ueberspannungspatronen wurden erdsseitig sogenannte Sperrbügel aus Metall eingesetzt (siehe Fig. 3), um zu verhindern, dass in diesen leeren Fassungen die Reservepatronen aufbewahrt werden. Die Abteilung für Elektrifizierung bei der Generaldirektion der SBB hat zudem im ganzen Netz den Einbau von 200-ohmigen Widerständen in die Schutzerdleitungen angeordnet. Zur Vermeidung von Widerstands-Unsymmetrien wurden Liniensicherungen (Ueberstromschutz) nur noch an den Enden der ausgeglichenen Strecke beibehalten; auf allen Zwischenstationen ersetzte man sie durch verzinnete Metallbrücken.

b) Kapazitätsausgleich.

Nach der Beseitigung aller Ueberführungen in den Streckenkabelverteilern und Entfernung der Liniensicherungen in den Endverschlüssen der Stationen wurden die kapazitiven Kopplungen je zweier (im Messpunkt zusammenstossender) *Teillängen* bei 800 Hz gemessen und die beiden Längen unter bester Auskreuzung dieser Kopplungen zu *Doppellängen* zusammengeschaltet.

Die Mittel der Absolutwerte und die Maximalwerte der in den Doppellängen gemessenen Kopplungen sind in Tabelle I zusammengestellt.

Tabelle I.

Strecke: St. Gallen—Rorschach, Gesamtlänge . . . 17 792 m					
Herstellungsjahr des Kabels 1926					
Zahl der Teilstücke (Fabrikationslängen) . . . 23					
Mittlere Teilstücklänge 687 m					
Grösste Teilstücklänge 1046 m					
Kleinste Teilstücklänge 131 m					
Mittlere Doppellänge 1374 m					
Zahl der ausgeglichenen Vierer 3					
Vierer	Kopplung	Ungekreuzte Doppellänge		Gekreuzte Doppellänge	
		Mittel der Absolutwerte $\mu\mu F$	Maximum $\mu\mu F$	Mittel der Absolutwerte $\mu\mu F$	Maximum $\mu\mu F$
I	Stamm/Stamm . . .	151	310	112	240
	Stamm I/Vierer . . .	569	1430	188	600
	Stamm II/Vierer . . .	553	1430	198	440
II	Stamm/Stamm . . .	64	222	44	240
	Stamm I/Vierer . . .	525	1110	175	350
	Stamm II/Vierer . . .	492	940	174	410
III	Stamm/Stamm . . .	300	2290	245	1770
	Stamm I/Vierer . . .	542	1490	124	350
	Stamm II/Vierer . . .	607	1210	230	640

Bei der günstigen Lage der Krarupadern im Querschnitt kann auf eine Berücksichtigung der Erdkapazitätsunsymmetrien verzichtet werden.

c) Kreuzen nach besten Nebensprechdämpfungen.

Bei der Ausdehnung der Doppellängen, die teilweise bis über 2000 m erreicht, ist es gegeben, die weitere Zusammenschaltung nicht mehr nach den kapazitiven Kopplungen, sondern unter Berücksichtigungen auch der induktiven Komponenten vorzunehmen. Die Aneinanderreihung der gewonnenen Doppellängen erfolgte daher «nach besten Nebensprechdämpfungen» wie folgt:

Messplatz war das eine Ende der auszugleichenen Strecke (St. Gallen), ausgerüstet mit Nebensprechdämpfungsmesser und Schnarrsummer, das entlegenere Ende der zweiten Doppellänge mit passendem Viererabschluss beschaltet. Die beiden ersten Doppellängen wurden nun nach den 8 verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten unter gleichzeitiger Messung der Nebensprechdämpfungen zusammengeschaltet. Die Kombination, welche die besten Nebensprechwerte lieferte, wurde beibehalten. Ein besonders hierfür gebautes Kästchen ermöglichte die rasche Herstellung der verschiedenen Schaltkombinationen. Nun nahm das Schaltkästchen den bisherigen Platz des Viererabschlusses ein und dieser wurde an das Ende der dritten Doppellänge versetzt. In gleicher Weise erfolgte hernach die Zusammenschaltung der dritten Doppellänge mit dem vorangehenden, 4 Teilstücke umfassenden Abschnitt. Dieses Verfahren wiederholend wurden Doppellängen angereiht, bis die Hälfte der Strecke zusammengeschaltet war. Nach Verlegung des Messplatzes an das andere Ende der Strecke (Rorschach), verfuhr man analog mit der zweiten Streckenhälfte, wie auch beim Zusammenfügen der beiden Hälften.

Obschon ein Ausgleich erfahrungsgemäss um so besser wird, je gleichmässiger die Längen der zusammenzuschaltenden Teilstücke sind, so wurde das eben skizzierte Verfahren angesichts der grossen Streuung der Kopplungswerte gewagt, da mit wenig Dislokationen des Messplatzes auszukommen war, was bei der kostspieligen Nacharbeit einigermaßen ins Gewicht fiel. Tabelle II enthält die erzielten Resultate.

Tabelle II.

Nebensprechdämpfungen	Vor dem Ausgleich Neper	Nach dem Ausgleich Neper	Gewinn Neper
Vierer I			
Stamm/Stamm . . .	8,2	9,9	1,7
Vierer/Stamm 2 . . .	5,6	8,0	2,4
Stamm 2/Vierer . . .	6,1	8,0	1,9
Vierer/Stamm 1 . . .	6,1	7,7	1,6
Stamm 1/Vierer . . .	6,5	7,8	1,3
Vierer II			
Stamm/Stamm . . .	8,4	9,3	0,9
Vierer/Stamm 2 . . .	6,1	7,6	1,5
Stamm 2/Vierer . . .	6,5	7,8	1,3
Vierer/Stamm 1 . . .	5,6	7,7	2,1
Stamm 1/Vierer . . .	6,1	7,9	1,8
Vierer III			
Stamm/Stamm . . .	5,0 ¹⁾	7,9	
Vierer/Stamm 2 . . .	5,6	7,8	
Stamm 2/Vierer . . .	5,2	7,9	
Vierer/Stamm 1 . . .	5,9	8,0	
Stamm 1/Vierer . . .	6,0	8,1	

¹⁾ Spleissfehler, der beim Ausgleich behoben wurde.

Auf den Stationen wurden die Kreuzungen an den von Endverschluss zu Endverschluss führenden Ueberführungsdrähten vorgenommen. Bei den Streckenverteilern hingegen mussten die bisherigen emaillierten Brücken durch provisorische Verbindungen ersetzt werden, welche nachträglich gegen definitive, von Fall zu Fall nach Mass anzufertigende Brücken ausgewechselt wurden.

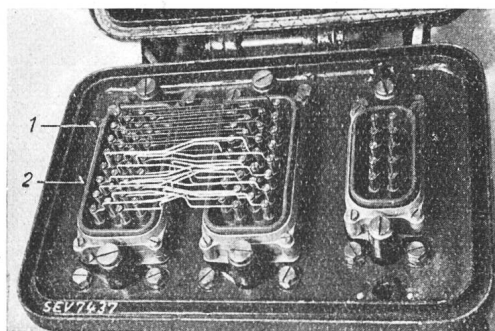


Fig. 2.

Streckenverteiler mit eingesetzten Brücken.

- 1 Normale Drahtbrücken.
2 Kreuzungsbrücken.

Da jetzt die ausgeglichenen Stromkreise von Verteiler zu Verteiler an verschiedenen Stellen der Klemmenreihe zu finden sind, so ist die bei diesen Kabelgarnituren eingeführte Nummernbezeichnung nicht mehr brauchbar und deshalb bei diesen Aderpaaren durch eine Farbenbezeichnung ersetzt worden. Bei den Endverschlüssen wurden die Klemmen durch farbige Rechtecke auf Schildern bezeichnet, während bei den Streckenverteilern die neuen Brück-

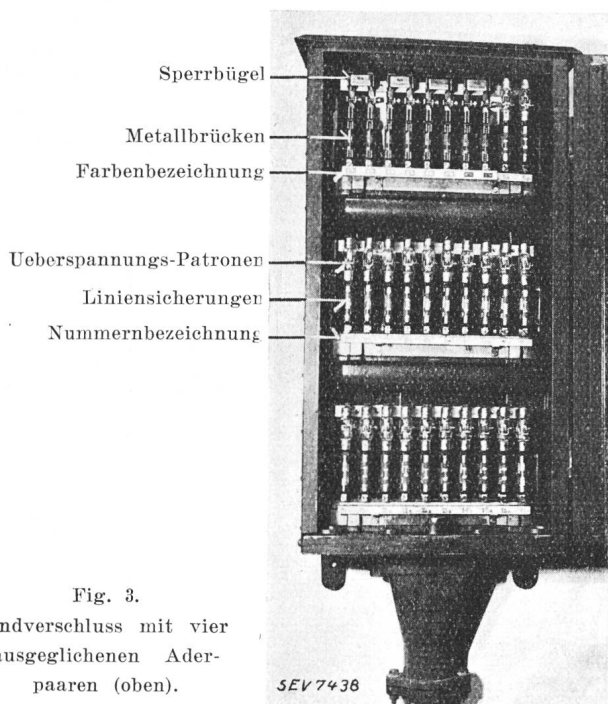


Fig. 3.

Endverschluss mit vier ausgeglichenen Aderpaaren (oben).

ken eine entsprechend farbige Emaillierung erhielten. Für Störungsfälle, wo jeweilen die defekten Teilstücke vorübergehend durch Hilfskabel ersetzt werden, wurde zur Sicherstellung der richtigen Ein-

schaltung der reparierten Teilstücke in jeden Verteiler ein Kreuzungsschema gelegt.

Zweite Methode.

Strecke Bellinzona-Lugano.

Im Auftrag der Sektion für elektrische Anlagen des Kreises II führten die Kabelwerke Brugg A.-G. im Juli 1936 den Ausgleich an einem Vierer des Streckenkabels Bellinzona-Lugano durch.

Um die induktiven Kopplungen von Anfang an zu berücksichtigen, wurde der Kapazitätsausgleich weggelassen und schon die Bildung der Doppellängen nach besten Nebensprechdämpfungen vorgenommen. Die Doppellängen fügte man, im Gegensatz zur ersten Methode, paarweise zu Vierfachlängen, diese wiederum paarweise zu Achtfachlängen etc. zusammen, wie es beim Kapazitätsausgleich in Pupinkabeln üblich ist, hier aber ebenfalls «auf Nebensprechen» gekreuzt. Im übrigen wurde wie bei der ersten Methode vorgegangen.

Die Daten der Strecke und die Ergebnisse dieses Ausgleichs, welche die Ueberlegenheit dieses Verfahrens gegenüber dem früheren dartun dürften, sind in Tabelle III zusammengestellt.

Tabelle III.

Strecke: Bellinzona—Lugano, Gesamtlänge . . . 29 813 m			
Herstellungsjahr des Kabels 1921			
Zahl der Teilstücke (Fabrikationslängen) 35			
Mittlere Teilstücklänge 852 m			
Grösste Teilstücklänge 1585 m			
Kleinste Teilstücklänge 241 m			
Zahl der ausgeglichenen Vierer 1			
Nebensprechdämpfungen	Vor Ausgleich Neper	Nach Ausgleich Neper	Gewinn Neper
Stamm/Stamm	7,8	8,5	0,7
Vierer/Stamm 2 . . .	5,2	7,4	2,2
Stamm 2/Vierer . . .	5,4	7,7	2,3
Vierer/Stamm 1 . . .	5,5	8,1	2,6
Stamm 1/Vierer . . .	5,6	8,2	2,6

Diese Methode bietet nebenbei den Vorteil, dass bei der Bildung der Doppellängen von einem Messpunkt aus 4 statt nur 2 Teilstücke erledigt werden können.

Dritte Methode.

Mit der Zeit kam der Wunsch, auch längere Strecken für die Viererausnutzung brauchbar zu machen. Inzwischen waren aber mit der Einführung von Verstärkerämtern die Ansprüche hinsichtlich der Symmetrie der Kabel gestiegen. So entstand das Bedürfnis nach einer weiteren Verbesserung des Ausgleichsverfahrens. Der Weg musste innerhalb der eingangs aufgestellten Schranken gesucht werden.

Wir entschlossen uns daher, noch einmal von der allgemeinen Ausgleichspraxis abzugehen, indem im ersten Arbeitsgang gleich je 3 Teilstücke, unter gleichzeitiger Auskreuzung an den 2 Stoßstellen, nach besten Nebensprechdämpfungen zu Dreifachlängen zusammengeschaltet wurden. An Stelle der bisherigen 8 Kombinationsmöglichkeiten traten nun deren 64 und damit war reichlicher Ersatz für die im Querschnitt mangelnde Auswahl geschaffen.

Auf den ersten Blick erscheint die Summe der zu leistenden Messarbeit unvernünftig gross. Für die Bildung einer einzigen Dreifachlänge wären nämlich theoretisch $5 \cdot 64 = 320$ Dämpfungsmessungen erforderlich; glücklicherweise ist aber in Wirklichkeit mit ungefähr dem vierten Teil dieser Zahl auszukommen, indem ja die einzelnen Kombinationen nur bis zum Auftreten eines unbrauchbaren Wertes durchgemessen werden. Mit einiger Uebung errät man im Voraus, wo bei gewissen Kombinationen die schwachen Dämpfungswerte liegen; man wird die Messung dort beginnen, so dass meistens pro Kombination eine Messung genügt.

Zieht man in Betracht, dass nun von einem Standorte aus in jeder Richtung 3, zusammen also 6 Teilstücke erledigt werden können, so findet man die vermehrte Messarbeit, welche diese Methode kennzeichnet, durch die geringere Zahl von Standortswechseln kompensiert.

Ein erster Versuch mit diesem Verfahren wurde im August 1936 auf der kurzen

Strecke St. Gallen-Gossau

mit überraschendem Erfolg unternommen (Tabelle IV).

Tabelle IV.

Strecke: St. Gallen—Gossau, Gesamtlänge . . . 9 928 m			
Herstellungsjahr des Kabels 1926			
Zahl der Teilstücke 14			
Mittlere Teilstücklänge 709 m			
Grösste Teilstücklänge 942 m			
Kleinste Teilstücklänge 357 m			
Zahl der ausgeglichenen Vierer 3			
Nebensprechdämpfungen	Vor Ausgleich Neper	Nach Ausgleich Neper	Gewinn Neper
Vierer II			
Stamm/Stamm . . .	9,0	9,8	0,8
Vierer/Stamm 2 . . .	7,6	9,0	1,4
Stamm 2/Vierer . . .	7,9	9,2	1,3
Vierer/Stamm 1 . . .	6,8	9,5	2,7
Stamm 1/Vierer . . .	6,9	9,7	2,8
Vierer III			
Stamm/Stamm . . .	10,7	11,0	0,3
Vierer/Stamm 2 . . .	7,2	9,4	2,2
Stamm 2/Vierer . . .	7,4	9,2	1,8
Vierer/Stamm 1 . . .	7,5	9,1	1,6
Stamm 1/Vierer . . .	7,7	9,4	1,7

Dieses Ergebnis war Anlass für eine nochmalige Bearbeitung der Strecke *Ziegelbrücke-Sargans*, welche im Februar 1933 nach der ersten Methode ausgeglichen worden war. In Tabelle V sind die damaligen Resultate und die neuen vom August 1936 nebeneinandergestellt.

Als Maßstab für den Zeitaufwand sei angegeben, dass diese beiden Vierer in 6 Nächten ausgeglichen worden sind.

Seither sind weitere Strecken mit gleichem Erfolg nach dieser Methode bearbeitet worden; erwähnt sei nur noch die *Strecke Luzern-Amsteg* des



Fig. 4.

Vollständige Ausgleichsgruppe mit Ausrüstung.

Kreises II, die von der Kabelwerke Brugg A.-G. im Oktober 1937 ausgeglichen wurde und deren Besonderheit in der Länge, dem Alter des Kabels und den teilweise grossen und stark verschiedenen Teilstücklängen liegt.

Tabelle V.

Strecke: Ziegelbrücke—Sargans, Gesamtlänge . . . 34 660 m		
Herstellungsjahr des Kabels 1927		
Zahl der Teilstücke 43		
Mittlere Teilstücklänge 806 m		
Grösste Teilstücklänge 1050 m		
Kleinste Teilstücklänge 500 m		
Zahl der ausgeglichenen Vierer 2		
Nebensprechdämpfungen	Nach Methode I Neper	Nach Methode II Neper
Vierer I		
Stamm/Stamm . . .	9,5	9,4
Vierer/Stamm 2 . . .	7,1	8,7
Stamm 2/Vierer . . .	7,0	9,0
Vierer/Stamm 1 . . .	6,7	8,7
Stamm 1/Vierer . . .	6,8	8,9
Vierer II		
Stamm/Stamm . . .	9,1	9,5
Vierer/Stamm 2 . . .	6,9	8,4
Stamm 2/Vierer . . .	7,1	8,6
Vierer/Stamm 1 . . .	6,8	8,6
Stamm 1/Vierer . . .	6,9	8,8

Alle hier beschriebenen Messungen wurden, mit Ausnahme der Entmagnetisierungsarbeiten, bei Nacht durchgeführt, weil ohne eine gewisse Freiheit bezüglich der Gleisbenützung zu viel Zeit verloren würde. Die Verlegung dieser Arbeiten in die nächst-

liche Bahnbetriebspause erleichtert die Messarbeit auch insofern, als die Störspannungen im Kabel

Tabelle VI.

Strecke: Luzern—Amsteg, Gesamtlänge . . .	58 770 m
Herstellungsjahr des Kabels	1922
Zahl der Teilstücke	72
Mittlere Teilstücklänge	816 m
Grösste Teilstücklänge	2 325 m
Kleinste Teilstücklänge	260 m
Zahl der ausgeglichenen Vierer	2

Nebensprechdämpfungen	Vor Ausgleich Neper	Nach Ausgleich Neper	Gewinn Neper
Vierer I			
Stamm/Stamm . . .	8,0	9,0	1,0
Vierer/Stamm 2 . . .	5,1	8,0	2,9
Stamm 2/Vierer . . .	5,4	8,4	3,0
Vierer/Stamm 1 . . .	5,0	7,7	2,7
Stamm 1/Vierer . . .	5,3	8,1	2,8

Tabelle VI (Fortsetzung).

Nebensprechdämpfungen	Vor Ausgleich Neper	Nach Ausgleich Neper	Gewinn Neper
Vierer II			
Stamm/Stamm . . .	6,4	8,9	2,5
Vierer/Stamm 2 . . .	5,2	7,4	2,2
Stamm 2/Vierer . . .	5,2	7,8	2,6
Vierer/Stamm 1 . . .	4,6	7,5	2,9
Stamm 1/Vierer . . .	4,7	7,9	3,2

dann geringer sind und daher der subjektive Hörvergleich bei der Dämpfungsmessung bestimmter Resultate liefert und somit ein schnelleres Messen gestattet, als bei Tag. Je besser die erzielten Nebensprechwerte, um so empfindlicher ist die Messung gegen Störspannungen.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Erfahrungen über den Ausgleich elektrischer und magnetischer Kopplungen in Vierern von im Betrieb befindlichen Bahn-Krärupkabeln.

Von † C. Meier, Brugg, und H. Hilfiker, Kilchberg.

(Siehe Seite 756.)

Electrocardiographie enregistreur.

Cet instrument est l'un des nombreux appareils médicaux qui utilisent la lampe à 3 électrodes comme amplificatrice ou comme oscillatrice et qui, par là, intéressent le radioélectricien.

On sait en physiologie que tout muscle qui travaille engendre des différences de potentiel variables et très petites que l'on peut mesurer à sa surface, entre deux points. Le muscle du cœur, animé d'un mouvement périodique, produit

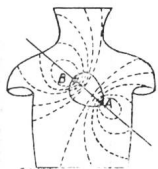


Fig. 1.

Lignes équipotentiellles de la force électromotrice engendrée par le cœur.

à la surface de la peau des différences de potentiel également périodiques dont l'enregistrement constitue l'électrocardiogramme. Tout se passe en gros comme si le cœur possédait deux pôles entre lesquels apparaît une force électromotrice fonction du temps (fig. 1). On a pu dessiner sur la peau les lignes équipotentiellles de ce système (Waller). L'allure de la courbe de l'électrocardiogramme est la même pour tous les vertébrés (fig. 2). Ses déformations renseignent le médecin sur le fonctionnement des oreillettes et des ventricules. La valeur de l'amplitude des différentes crêtes P, Q, . . . varie avec les conditions de l'enregistrement et les auteurs. Entre les deux mains, Einthoven indique P = 125, Q = 210, R = 960, S = 370, T = 330 microvolts. Des différences de potentiel de cet ordre sont souvent mesurées avec l'électromètre capillaire de Lippman ou le galvanomètre à corde

d'Einthoven et enregistrées photographiquement. On a aussi utilisé l'oscillographe cathodique. H. Portier présente un électrocardiogramme où la tension à mesurer est amplifiée

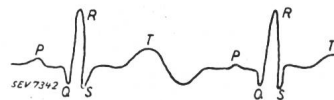


Fig. 2.

Electrocardiogramme.

(sans consommation de courant) par un amplificateur à lampes très sensible et assez puissant pour actionner un enregistreur mécanique qui donne immédiatement l'électrocardiogramme.

Les fréquences de la tension à amplifier étant très basses, on pourrait songer à utiliser l'amplificateur à courant continu. Mais celui-ci est peu stable. L'auteur utilise l'artifice qui consiste à moduler, par la tension à amplifier, un courant de fréquence musicale, puis à amplifier ce dernier et enfin à le redresser. Ce courant redressé actionne l'équipage de la plume inscriptrice dont le déplacement est à peu près proportionnel à l'intensité du courant. — (H. Portier, *Onde Electrique*, Vol. XV [1936], No. 170, p. 102.) G. J.

Kleine Mitteilungen.

Peilstation Bern. Zur Sicherung des Flugverkehrs und speziell der Landungen auf dem *Flugplatz Bern* wird eine neue *Peilstation* errichtet. Der Gemeinderat Bern beantragt nun dem Stadtrat, an die auf 196 000 Fr. veranschlagten Kosten der Errichtung einer Funk- und Peilstation in Kernried bei Hindelbank, an die der Bund 139 800 Fr. übernimmt, einen Beitrag von 56 200 Fr. und an die auf 41 000 Fr. veranschlagten Betriebskosten dieser Peilstation (an welche der Bund 28 000 Fr. beiträgt) einen Beitrag von 13 000 Fr. auszurichten.

Kurzwellensender Schwarzenburg. Die Firma Hasler A.-G., Bern, welche den nationalen Kurzwellensender Schwarzenburg baut, hat am 14. Dezember die technische Schweizerpresse zur Besichtigung der erstellten Apparate und Einrichtungen eingeladen. Wir werden in der nächsten Nummer auf diese sehr interessante Besichtigung zurückkommen.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Energieausfuhrbewilligung.

Der Bundesrat erteilte der S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse in Lausanne (EOS), nach Anhörung der eidgenössischen Kommission für Ausfuhr elektrischer Energie, die Bewilli-

gung Nr. 149, elektrische Energie mit einer Leistung bis zu maximal 33 000 Kilowatt an die Energie Industrielle S. A. mit Sitz in Paris auszuführen. Die Ausfuhr wird teilweise durch eine Einfuhr von Winternachenergie kompensiert.

Die Bewilligung Nr. 149 ist bis 31. März 1952 gültig.