

Zeitschrift:	Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber:	Association suisse des électriciens
Band:	50 (1959)
Heft:	11
Artikel:	Neue Tendenzen im Bau von Verdrahtungen elektrischer Schaltanlagen
Autor:	Oester, C.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-1057801

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: 14.12.2025

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

BULLETIN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

ORGANE COMMUN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS (ASE) ET DE L'UNION DES CENTRALES SUISSES D'ELECTRICITE (UCS)

Neue Tendenzen im Bau von Verdrahtungen elektrischer Schaltanlagen

Von Chr. Oester, Bern

621.316.37 : 621.3.049.73

Es wird über die verschiedenen Verdrahtungsverfahren im Schaltanlagenbau berichtet, und es werden neue, rationellere Methoden beschrieben.

L'auteur décrit les différents modes de câblages et des méthodes nouveaux et plus économiques utilisés dans les constructions des installations de commande.

1. Einleitung

Die Energieversorgungsunternehmen sind heute durch die wirtschaftliche Lage gezwungen, auf allen Gebieten zu rationalisieren. Die Arbeitszeitverkürzung liegt im Trend unserer Zeit und schreitet ununterbrochen vorwärts, obwohl die Voraussetzungen dafür oft nur ungenügend vorhanden sind.

Wendet man sich einer besonderen Sparte der Energieversorgung, dem Verdrahtungsbau elektrischer Schaltanlagen, zu, so kann festgestellt werden, dass heute viele Auftraggeber von elektrischen Anlagen noch zu stark an den klassischen Verdrahtungsmethoden festhalten. Nachdem heute rationellere Methoden mit wesentlichen betrieblichen Vorteilen vorliegen, ist die Einstellung zum klassischen Verfahren kaum mehr gerechtfertigt. Zieht man eine Parallele mit der Schwachstrom-Verdrahtungstechnik, wo die rationelleren Methoden früher erkannt wurden als in der Starkstromtechnik, so kann festgestellt werden, dass die Sicherheit, Übersichtlichkeit und Ästhetik in den Verdrahtungen wohl ebenso erfüllt sind. Wichtiger noch als schöne Leitungsführungen sind eine konsequent durchgeführte Leiterbezeichnung und die Eintragung des Schaltzustandes in einem Schaltbild.

Dem von alters her stammenden Stolz der Anlagebau, so sind hier bereits wesentliche Vereinfachungen zu verzeichnen. Würde es doch heute keinem Anlagebauer einfallen, Drahtklammer um Drahtklammer mühsam in prächtige Marmorplatten zu befestigen.

2. Flachverdrahtung

Dem von alters her stammenden Stolz der Anlagebauer, schöne Verdrahtungen zu präsentieren, trägt die Flachverdrahtung am meisten Rechnung (Fig. 1). Unter Flachverdrahtung versteht man eine Leiterverlegung auf gleicher Ebene, wobei die Drähte mit Bridenband oder Haltern zu einem selbsttragenden Bunde zusammengefasst werden. Die Anfertigung dieser Bunde erfordert ein beträchtliches handwerkliches Geschick. Vorerst ist auf Grund eines Schaltschemas ein genauer räumlicher Leitungsverlegungs-

plan anzufertigen, in welchem man sich über die Drahtführung, Kreuzungen und Apparateanschlüsse genaue Rechenschaft ablegt. Die einzelnen Leiter werden nun auf das vorher bestimmte Mass geschnitten, sorgfältig gestreckt und in Bunde geformt. Oft wird ein Bunde erst nach dessen Fertigstellung in der Schalttafel befestigt und an die Apparate angeschlossen. Die besprochene Verdrahtungsart stellt gewis-

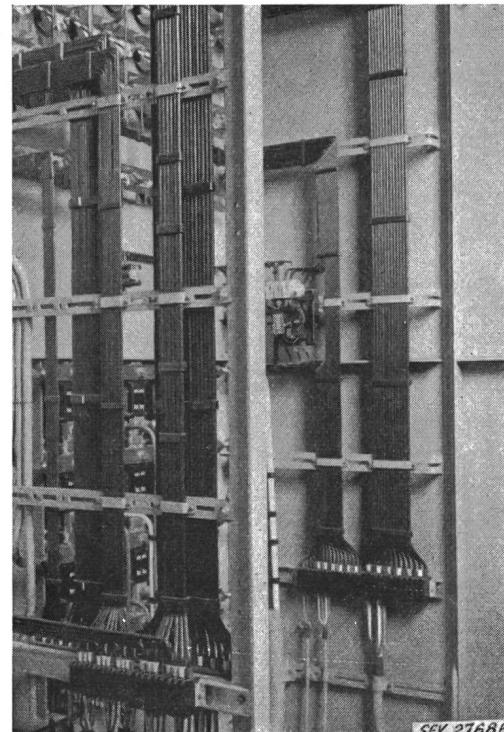


Fig. 1
Flachverdrahtung in einem Dieselkraftwerk

sermassen ein Abbild eines Montageschaltplanes dar, indem jeder Leiter von Klemme x nach Klemme y verfolgt werden kann. Wird einmal ein Schaltbild bei einer Änderung in der Anlage nicht nachgetragen, so kann die Schaltung trotzdem in der veränderten Verdrahtung nachkontrolliert werden.

Die Flachverdrahtung ist wohl ästhetisch einwandfrei, jedoch zeit- und platzraubend; ihre Erstellung erfordert besonders geübtes Personal und ist daher entsprechend teuer. Der Anlagebauer wird sich in Zukunft überlegen müssen, ob er nicht ein rationelleres Verdrahtungsverfahren wählen will.

3. Bündelverdrahtung

Das in der Schwachstromtechnik zuerst entwickelte Verfahren der Bündelverdrahtung (Fig. 2) wurde auch in der Starkstromtechnik als rationelle Verdrahtungsmethode erkannt. Unter Bündelverdrahtung versteht man die Verlegung elektrischer Leiter in Bündel, die mit Schnur oder Band zusammengehalten sind. Die Leiter können massiv oder flexibel gewählt werden. Solche Bündel sind weitgehend selbsttragend und erfordern nur wenige Befestigungspunkte. Die Formgebung geschieht zweck-

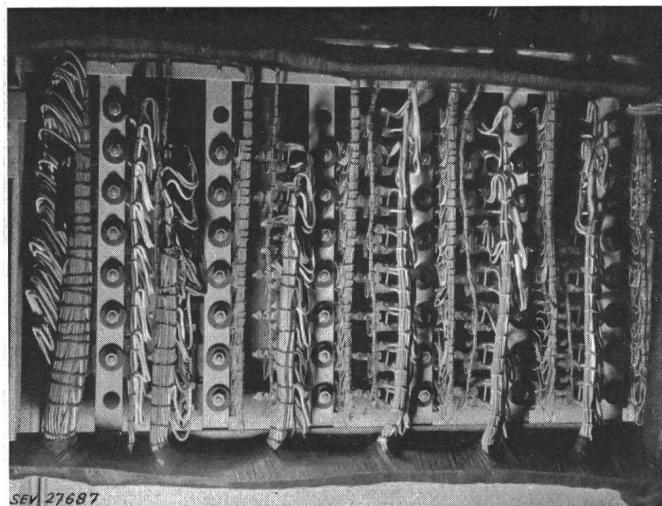


Fig. 2

Bündelverdrahtung in einer Fernsteuerungsanlage
Die Starkstromanschlüsse erfolgen von unten her, die
Schwachstromanschlüsse von oben

mässig an einem Holzbrett mittels eingeschlagener Stifte, die der räumlichen Anordnung der Apparate entsprechen. Nun werden die Leiter nach einem Wirksschalschema (Montageschema ist nicht erforderlich) Draht für Draht um die Stifte des Holzbrettes gebogen. Die so entstehenden Bündel werden gehaltert und in der Anlage an die Apparate angeschlossen.

Die Vorteile gegenüber der Flachverdrahtung sind:

- Zeitgewinn, weil kein Montageschema mehr notwendig ist;
- Es müssen nur wenige Befestigungspunkte vorgesehen werden;
- Kein Geraderichten der Leiter mehr nötig;
- Die Verdrahtungen können mit weniger qualifiziertem Personal ausgeführt werden.

Da die einzelnen Leiter nicht mehr optisch verfolgt werden können, ist bei solcher Verdrahtung ein sorgfältig nachgetragenes Wirksschalschema unerlässlich.

4. Verdrahten mittels PVC-Kabel

Anstelle der Bündelverdrahtung werden heute auch Thermoplastkabel, Typ Tdc (Thermoplast —

doppelt — korrosionsfest), verlegt (Fig. 3). Dieses Verlegungsprinzip bedeutet bereits eine beträchtliche Rationalisierung im Verdrahtungsbau. Die Anwendung ist jedoch nur für grössere Entfernungen zweckmässig, z. B. von den Klemmen eines Kabel-

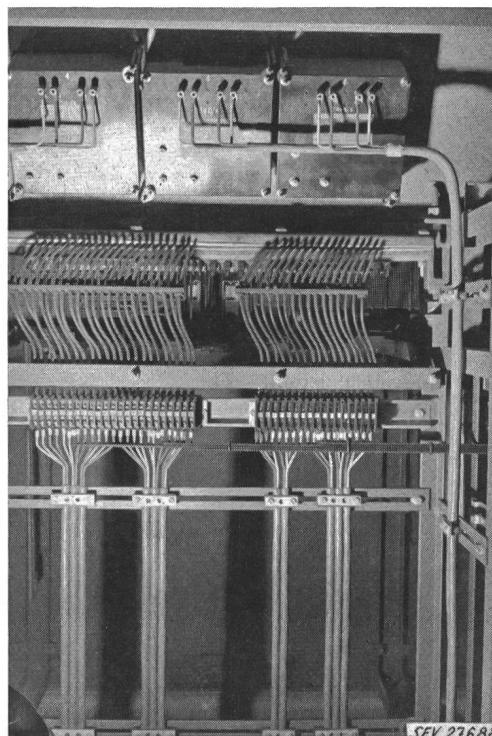


Fig. 3

Tdc-Kabel-Verdrahtung in einem Unterwerk
Die Instrumente und die Zuleitungen zum elektrischen Scharnier werden direkt mit Tdc-Kabeln angeschlossen.

bodens nach den Apparaten im Pult eines Kommandoraumes oder auf einem Schaltgerüst mit weit ausgedehnt angeordneten Apparaten.

5. Kreuz-und-Quer-Verdrahtung

Eine früher oft verwendete Verdrahtungstechnik scheint in neuerer Zeit wiederum vermehrten Auftrieb zu erhalten, speziell bei Tafeln mit auf der

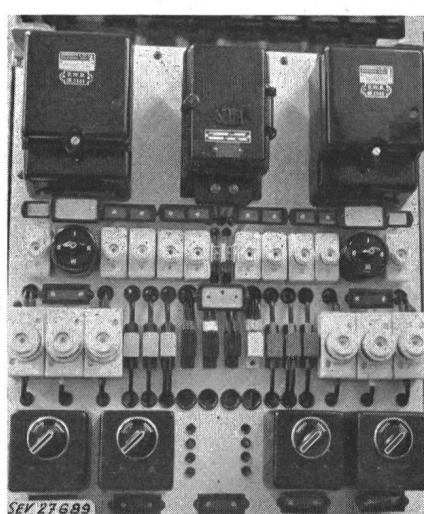


Fig. 4
Tafel-Vorderseite mit den zugehörigen Apparaten und Anschlüssen

Vorderseite angeordneten Apparaten. Die Verdrahtung wird in diesem Fall auf der Rückseite der Tafel angebracht, wobei die Drahtenden mittels einer isolierten Durchführung (Kunstharz- oder Kautschuktülle) durch das Schalttafelblech zu den vorderseitig montierten Apparaten geführt werden. Die Verbindungsdrähte der einzelnen Apparate sind nicht mehr zusammengefasst, sondern kreuz und quer, auf dem kürzesten Wege, von einem Anschlusspunkt zum andern geführt (Fig. 4 und 5).

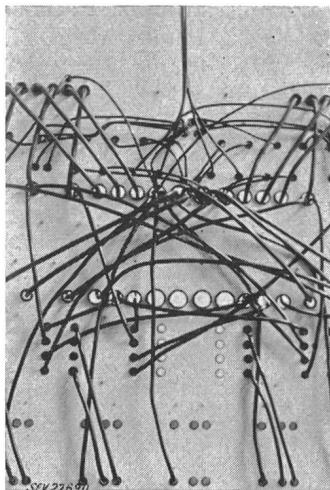


Fig. 5
Tafel-Rückseite mit Kreuz- und Querverdrahtung

Diese Technik als Drahtgewirr zu entwürdigen, entbehrt jeder Grundlage. Bei dem heutigen hochwertigen Stand der Isoliertechnik bergen Drahtkreuzungen keine Einbusse der Isolationsfestigkeit in sich.

Anstelle eines Schalttafelbleches kann auch ein Gerüst mit genormten Apparatebefestigungsleisten als Baukastensystem zur Anwendung gelangen. Die Durchführungsstüllen können durch Drahtklemmleisten ersetzt werden.

Dieses Verdrahtungsverfahren eignet sich vorwiegend für kleinere Schalttafeln. Es weist folgende Vorteile auf:

- Minimale Verdrahtungszeit ohne besonders geschultes Personal;
- Kein Geraderichten und Bündeln der Leiter mehr nötig;
- Wegfall von Drahtbefestigungen und Drahthaltern;
- Kleinster Drahtverbrauch ohne Verschnitt.

6. Kanal-Verdrahtung

Dem fortschrittlich denkenden Schaltanlagenkonstrukteur bieten sich heute neue Wege mit grossen Vorzügen. So ist die Idee der Kanalverdrahtung als ein Kompromiss zwischen der teuren Flachverdrahtung und der Bündelverdrahtung zu werten.

Der Grundgedanke ist folgender: Ein Isolierrohr (Fig. 6) wird seiner Längsseite entlang aufgeschlitzt, wodurch ein Kanal als geeigneter Halter und Isolator der Verdrahtung entsteht. Durch entsprechende Grössenwahl des Rohrprofils wird ein Standard-Typ geschaffen, der für die meist verwendeten Leiterzahlen ausreicht. Die Kanäle können beliebig,

dem Verdrahtungsverlauf entsprechend, zusammengesetzt und kombiniert werden. Drähte oder auch kleine Kabel werden ohne vorherige Formgebung, nach Montage der Kanäle, durch ihren Längsschlitz von vorn in die Kanäle eingelegt. Als staubdichter Abschluss dient ein schwabenschwanzförmiges Gummiprofil, das in den Längsschlitz des Kanals mit Leichtigkeit eingedrückt werden kann. Die Verdrahtung erhält auf diese Weise ein sauberes und gut präsentierendes Aussehen.

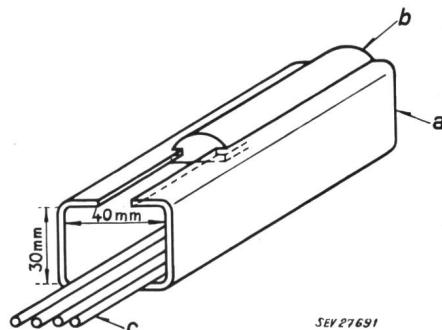


Fig. 6
Verdrahtungskanal
a Kanal aus Isolierstoff; b Weichgummiprofil;
c elektrische Leiter

Die Montage der Kanäle erfolgt auf einfache Weise. Um sich Bohrarbeiten und Verschraubungen zu ersparen, werden sie mit einem Aethoxylinharz an irgend ein vorhandenes Konstruktionselement ge-

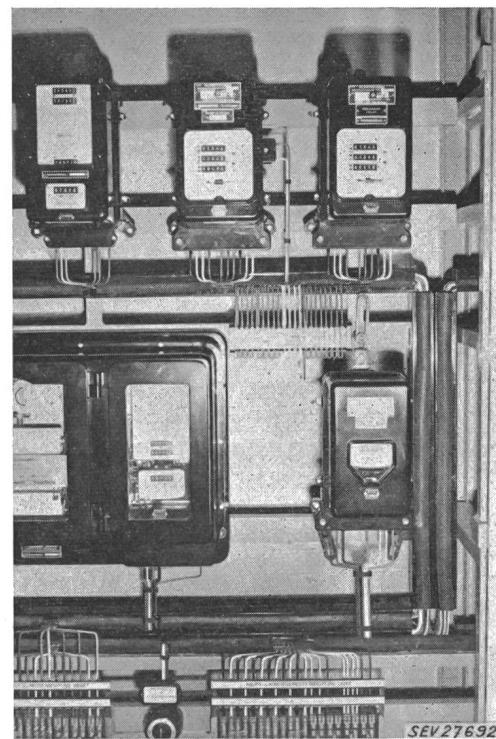


Fig. 7
Gesamtbild einer Kanalverdrahtung

klebt. Die Haftbarkeit dieses kaltbindenden Araldit-Harzes ist außerordentlich hoch, sowohl zwischen Metall und Isoliermaterial als auch zwischen dem Isoliermaterial selbst.

Durch das Ankleben der Kanäle bleibt die Innenseite frei von Metallschrauben, wodurch die Leiter

gegenüber der Eisenkonstruktion hochwertig isoliert bleiben. Bei Richtungsänderungen oder Abzweigungen der Verdrahtung wird der Kanal unterbrochen

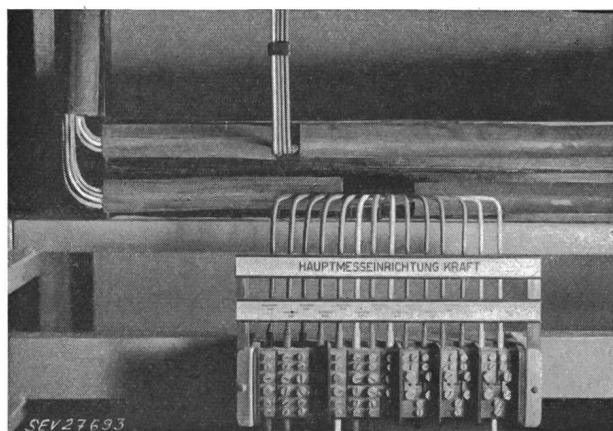


Fig. 8

Fertiger Teil einer Kanalverdrahtung
Beim Austritt der Drahtbündel sind die Gummiprofile unterbrochen

und werden die Leiter frei geführt. Die Platzersparnis in einem Schaltfeld fällt stark ins Gewicht und ist um so mehr gerechtfertigt, als der historische Verlauf der konstruktiven Durchbildung von Mess- und Steuergeräten eine Entwicklung zum Kleingerät einschlägt.

Nachträgliche Erweiterungen können mit dieser Verdrahtungstechnik durch einfaches Entfernen der

Gummiprofil-Abdeckungen mit Leichtigkeit durchgeführt werden, im Gegensatz zu der klassischen Verdrahtung, wo dies mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist. Es ist sogar möglich, eine nachträgliche Kontrolle der lose im Kanal liegenden Drähte durch Bewegung im Leitungszuge vorzunehmen.

Das erwähnte Verdrahtungsprinzip lässt dem Konstrukteur trotzdem eine Reihe von Möglichkeiten offen, da die Anschlüsse der Klemmen und Apparate auf mannigfaltige Art hergestellt werden können. Die Drähte sind einzeln, flach oder gebündelt aus dem Kanal herauszuführen, je nach gewünschtem Zeitaufwand und Art und Weise der örtlichen Apparate- und Klemmenanordnung (Fig. 7, 8). Auf Grund von ausgeführten Kanalverdrahtungen kann die Montagezeit gegenüber einer Flachverdrahtung auf die Hälfte reduziert werden.

Mit der Schaffung von Verdrahtungskanälen wird dem Ersteller von Verdrahtungen ein praktisches Bauelement in die Hand gegeben, das ihm erlaubt, moderne und in Bezug auf Sicherheit und Betrieb einwandfreie, Montagezeit sparende Anlagen zu erstellen.

Die in dieser Arbeit angeführten Beispiele beschränken sich auf die Starkstromtechnik. Selbstverständlich wird ein Ingenieur der Schwachstromtechnik ebenso viele interessante Beispiele bringen können.

Adresse des Autors:

Chr. Oester, Betriebsabteilung des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern, Sulgeneckstrasse 18, Bern.

621.311.47

Nach einem historischen Überblick über die konstruktive und bauliche Entwicklung der Schaltwarten werden die heutigen Bauprinzipien besprochen und die sich abzeichnenden Tendenzen dargelegt.

Après un résumé du développement historique des dispositions et éléments constructifs le présent article décrit les principes actuels pour la disposition des salles de commande et donne quelques tendances de développement pour l'avenir.

Um sich ein Bild über die heutigen Tendenzen im Bau von Schaltwarten zu machen, wird es nützlich sein, zuerst in groben Zügen die historische Entwicklung auf diesem Gebiet zu betrachten.

A. Historische Entwicklung

1. Räumliche Gestaltung

Bei den ersten Anlagen, die zur Produktion und Übertragung elektrischer Energie gebaut wurden, konnte man kaum von eigentlichen Schaltwarten oder Kommandoanlagen sprechen. Die wenigen Hilfsapparate, die zur Anwendung gelangten, wurden einzeln, wenn möglich in der Nähe der Maschinen, aufgestellt und von Hand gesteuert.

Schon bald ging man jedoch dazu über, die notwendigen Apparate an einem Ort zusammenzufassen, wobei dann die ersten eigentlichen Schaltwarten entstanden (Fig. 1). Dabei versuchte man, in dieser Kommandoanlage möglichst alle notwendigen Apparate unterzubringen, wobei vor allem die folgenden Einrichtungen in Frage kamen:

- Apparate für die Steuerung von Maschinen, Schaltern, Trennern, usw.,
- Regelorgane für die Maschinen,
- Schutzeinrichtungen für Maschinen, Transformatoren und Leitungen,
- Anzeigende und registrierende Messinstrumente,
- Zähler,
- Hilfsapparate für Wasserstandsmeldung, Stufen-schaltersteuerung, Synchronisierung, usw.

Solche Schaltwarten wurden je nach Anlage mit einem Blindschema oder Leuchtschema ausgestattet, wobei auch reine Rückmeldetafeln mit Stellungsanzeigen zur Anwendung gelangten.

Im Laufe der Entwicklung der letzten Jahrzehnte wurden die zu steuernden Anlagen immer grösser und komplizierter, wodurch die Kommandoanlagen ebenfalls grösser und dadurch weniger übersichtlich wurden. Diese Entwicklung führte zu einer gedrängteren Bauweise der Schalttafel, d. h. die Elemente zur Steuerung und Überwachung eines Anlageteils, wie z. B. eines Leitungsabgangs, wurden auf kleinerem Raum der Kommandotafel unterge-