

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 49 (1958)

**Heft:** 11

**Artikel:** Kommandoanlage mit dezentralisierten Steuer-, Mess-, Relais- und Zähler-Stellen

**Autor:** Keppler, M. / Bingeli, F. / Hugentobler, E.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059726>

#### 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:** 15.01.2026

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

## Kommandoanlage mit dezentralisierten Steuer-, Mess-, Relais- und Zähler-Stellen

Von M. Keppler, Laufenburg, F. Binggeli, Basel und E. Hugentobler, Aarau

621.311.176

*Der vorliegende Artikel beschreibt ein System für die Steuerung von weitläufigen Schaltanlagen, wobei die zu verlegenden Steuer- und Messkabel vom Kommandoraum aus als Telephonkabel ausgeführt sind, ohne dass eine Fernsteuerung auf der Basis der Fernmeldetechnik zur Anwendung gelangt.*

*Le présent article décrit un système de commande pour des stations étendues en utilisant pour toutes les connexions de commande et de mesure des câbles de téléphone sans que la télécommande soit effectuée par les moyens de la technique de télécommunication.*

### 1. Allgemeines

Der Aufbau einer Hochspannungs-Schaltanlage kann prinzipiell auf folgende Einzelteile zurückgeführt werden:

- a) Schaltapparate, wie Schalter und Trenner;
- b) Steuereinrichtungen;
- c) Schutzeinrichtungen;
- d) Messeinrichtungen;
- e) Hilfsbetriebe.

Diese Einrichtungen sind zum Teil örtlich getrennt, z. B. Kommandoanlage und Freiluftstation, andere wiederum können zusammengefasst werden, wie z. B. die Steuer-, Mess- und Schutzeinrichtungen in der Kommandostelle.

Bis zur Zeit war es in der Schweiz meistens üblich, für die Steuerung von Hochspannungsanlagen die Steuer- und Mess-Stromkreise der verschiedenen Apparate direkt in den Kommandoraum zu führen. In andern Fällen, wo die Distanz zwischen Kommandostelle und Anlage sehr gross war (z. B. einige Kilometer), verwendete man ein Fernsteuersystem auf Basis der Fernmeldetechnik.

Bei der *direkten Steuerung* sind die Organe der Kommandoanlage mit denjenigen der Freiluftanlage verbunden, ohne Zwischenschaltung von Hilfsapparaten. So gehen z. B. die vom Steuer-Quittungsschalter ausgehenden Impulse direkt auf die Einschaltspule eines Leistungsschalters, oder die Messinstrumente messen direkt den Sekundärwert der Wandler.

Bei der *Fernsteuerung* werden Befehle und Meldungen zuerst nach einem bestimmten Code (z. B. Impuls-Intervall-Code, Impuls-Frequenz-Code, Relais-Kombinationen usw.) verschlüsselt und gehen von dort auf einen Sender. Die Übertragung zum Empfänger erfolgt mit den bekannten Mitteln der Fernmeldetechnik, also über ein- oder mehradrige Telefonleitungen, HF-Übertragung über Hochspannungsleitungen oder HF-Übertragung mittels Richtstrahlverbindung. Am Empfangsort werden die erhaltenen Werte entschlüsselt und auf die zu betätigenden Organe weitergegeben.

Die Weitläufigkeit einer Anlage und die örtlichen Verhältnisse können es mit sich bringen, dass die erwähnten Systeme zur Realisierung einer Kommandoanlage weniger gut geeignet sind. Die direkte Steuerung und Messung kann zu teuer werden, wegen der grossen zu verlegenden Kabellängen und -querschnitte (Messung), während die Distanzen zwischen den einzelnen Anlageteilen doch nicht so gross sind um den Aufwand einer Fernsteueranlage zu rechtfertigen. Diese Verhältnisse treffen z. B. bei 220- oder 380-kV-Anlagen zu, wo die Freiluftanlagen

wegen der einzuhaltenden Abstände sehr gross sind.

Um diesen Umständen Rechnung zu tragen, hat sich die Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg A.-G., in Anlehnung an die bereits bewährte Praxis in Frankreich und auf Anregungen von L. Cabanes der Electricité de France, entschlossen, die Kommandoanlage der neuen 220-kV-Freiluftschaltanlage in Laufenburg mit dezentralisierten Steuer-, Mess-, Relais- und Zählerstellen auszuführen.

Fig. 1 zeigt in allgemeiner Darstellung die Anlagekosten der drei in Frage stehenden Systeme in Abhängigkeit des Abstandes zwischen Kommandostelle und Hochspannungs-Schaltanlage. Bei der direkten Steuerung sind die festen Kosten einer Anlage verhältnismässig klein ( $P_1$ ). Mit zunehmender Entfernung zwischen den einzelnen Schaltorganen steigen die Kosten aber rasch an, weil die zu verlegenden Kabel einen immer grösseren Anteil der Anlagekosten beanspruchen.

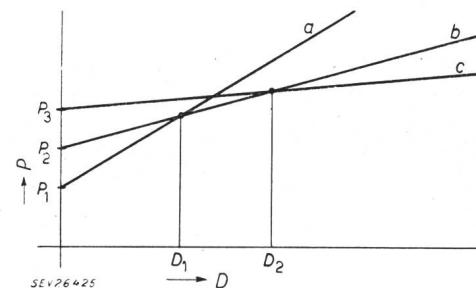


Fig. 1  
Kostenvergleich verschiedener Fernsteuerungssysteme  $P$  in Funktion des Abstandes  $D$

$P_1$  feste Kosten bei direkter Steuerung;  $P_2$  feste Kosten bei Anlagen mit dezentralisierten Mess-, Steuer-, Relais- und Zählerstellen;  $P_3$  feste Kosten bei Fernsteuerung;  $D_1$  wirtschaftliche Grenze bei Direktsteuerung;  $D_2$  wirtschaftliche Grenze für Anlagen mit dezentralisierten Mess-, Steuer-, Relais- und Zählerstellen; a Verlauf der Kosten bei direkter Steuerung; b Verlauf der Kosten bei Steuerung mit dezentralisierten Mess-, Steuer-, Relais- und Zählerstellen; c Verlauf der Kosten bei Fernsteuerung

Bei der Fernsteuerung liegen die Verhältnisse anders, indem hier der feste Teil der Anlagekosten ( $P_3$ ) verhältnismässig hoch ist. Dagegen beeinflusst die Entfernung der Anlageteile voneinander die Gesamtkosten nur wenig.

Das im Folgenden beschriebene System mit dezentralisierten Steuer-, Mess-, Relais- und Zählerstellen liegt kostenmässig zwischen den beiden erst erwähnten; es ist also preislich interessant für mittlere Entfernungen zwischen den einzelnen Anlageteilen (zwischen  $D_1$  und  $D_2$  in Fig. 1).

## 2. Prinzip der neuen Kommandoanlage

### 2.1 Allgemeines

Das Prinzip der neuen Kommandoanlage beruht darauf, dass die Mess- und Steuerleitungen, z. B. eines Leitungsabganges, von den Schaltapparaten gruppenweise zu einer gemeinsamen Stelle in ihrer nächsten Nähe geführt und zusammengefasst werden. Diese Stellen sollen nachfolgend «Relaisstationen» genannt werden. In Freiluftanlagen können die Relaisstationen z. B. als kleine Kabinen zwischen den einzelnen Schaltfeldern aufgestellt werden, während sie bei Innenraumanlagen direkt in die betreffende Schaltzelle untergebracht werden können.

In diesen Relaisstationen sind diejenigen Apparate unterzubringen, die es ermöglichen, zum Kommandoraum nur noch Schwachstromverbindungen, also Telephonkabel, zu verlegen.

Für einen Leitungsabgang z. B. sind folgende Einrichtungen in die Relaisstation einzubauen:

- a) Umsetzrelais und Sicherungen für die Steuerung der Trenner und Schalter;
- b) Messumformer für die Messinstrumente;
- c) Zähler mit Impulsgebern;
- d) Schutzrelais;
- e) Speisung der diversen Apparate mit den Hilfsspannungen (Gleich- und Wechselspannung).

In den folgenden Abschnitten sollen nun die einzelnen Anlageteile näher beschrieben werden (Fig. 2).

wandlern und den Anzeige- oder Registrierinstrumenten sehr gross werden kann, verwendet man mit Vorteil zur Messung der Betriebswerte sog. Messumformer. Unter diesem versteht man ein Gerät, welches irgendeine Messgrösse, wie Strom, Spannung, Wirk- oder Blindleistung, Temperatur usw. in einen der Messgrössen genau proportionalen Gleichstrom umsetzt. Die Anzeige erfolgt durch ein in der entsprechenden Messgrösse geeichtes Drehspulinstrument.

Die Verwendung von Messumformern bringt folgende Vorteile:

a) Die Verbindungsleitungen zwischen den Messwandlern und dem Messumformer können sehr kurz gehalten und dadurch die Bürde der Stromwandler entsprechend reduziert werden. Die Weiterleitung der Messwerte erfolgt über zwei Adern eines Schwachstromkabels, was gegenüber der normalen Starkstromverdrahtung bedeutende Einsparungen ermöglicht.

b) Es ist ohne weiteres möglich, den gleichen Messwert mehrfach anzuzeigen, z. B. im Maschinenraum, im Kommandoraum und im Büro des Betriebsleiters.

c) Die über Messumformer gemessenen Leistungs- und Blindleistungswerte können auf einfachste Art summiert, oder voneinander subtrahiert werden. Der Summenwert oder auch Einzelwerte können ohne Schwierigkeiten direkt auf alle bekannten Fernmeßsysteme gegeben werden.

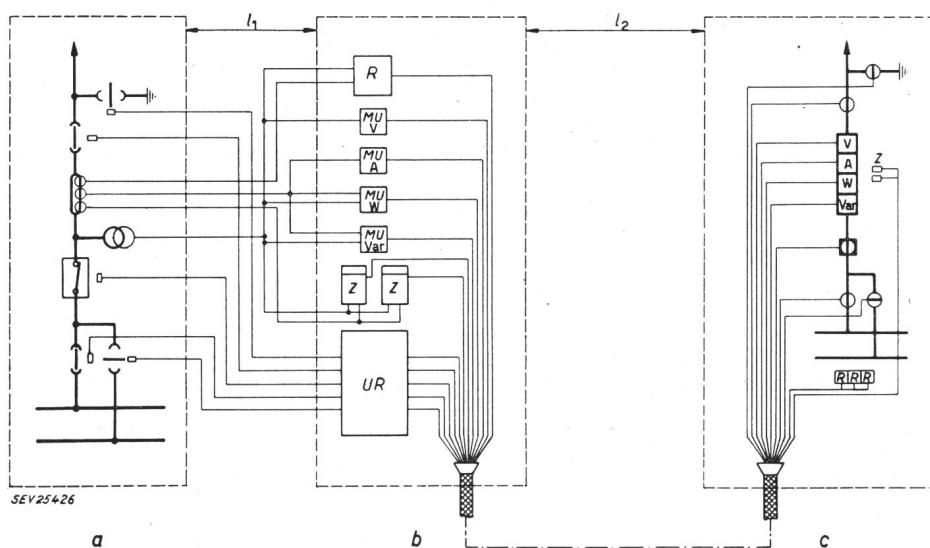


Fig. 2

Prinzipschema der Steuerung

- a Schaltanlage
- b Relaisstation
- c Kommandoraum  
(Blindschema mit Steuerschaltern und Messinstrumenten)

R Relais; UR Umsetz-Relais;  
MUV Messumformer für Spannung; MUA Messumformer für Strom; MUW Messumformer für Wirkleistung; MUVar Messumformer für Blindleistung; Z Zähler;  $l_1$  Entfernung zwischen Relaisstation und Schaltanlage (10...50 m);  $l_2$  Entfernung zwischen Relaisstation und Kommandoraum (100 m bis einige km)

### 2.2 Steuerung der Trenner und Schalter

Vom Kommandoraum aus werden mit der Hilfssteuerspannung Zwischenrelais in der Relaisstation betätigt, welche die Aufgabe haben, die Hilfssteuerspannung in die effektive Steuerspannung (z. B. Gleichspannung von 110 oder 220 V) der Trenner und Schalter umzusetzen. In Fig. 2 sind diese Umsetzrelais symbolisch zusammengefasst und mit UR bezeichnet.

### 2.3 Messung

#### 2.3.1 Allgemeines

In grossen Freiluftanlagen und Kommandoräumen, bei welchen die Distanz zwischen den Mess-

Nachstehend sei kurz die Art der Übertragung verschiedener Grössen besprochen.

#### 2.3.2 Strom und Spannung

Bei der Strommessung wird in die Sekundärseite des Stromwandlers ein kleiner Zwischenwandler eingefügt mit einem Übersetzungsverhältnis von z. B. 5/0,1 A. Der Sekundärstrom wird gleichgerichtet. Die Anzeige erfolgt durch ein in Ampère geeichtetes Drehspulinstrument (Fig. 3). Diese Schaltung ist nicht belastungsunabhängig, sondern muss bei der Inbetriebsetzung, entsprechend dem Leitungswiderstand, abgeglichen werden.

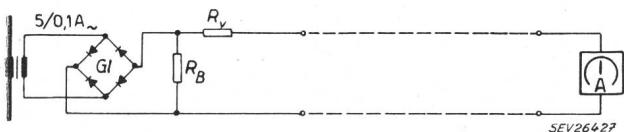


Fig. 3

Schema für Strommessungen mit Messumformer  
Gl Gleichrichter;  $R_B$  Belastungswiderstand;  $R_v$  Vorwiderstand; A Messinstrument

Bei der Spannungsmessung liegen die Verhältnisse ähnlich. Auf der Sekundärseite des Spannungswandlers befindet sich ein Zwischenwandler, welcher die Sekundärspannung von 100 oder 200 V auf eine Spannung von z. B. 30 V reduziert. Diese Sekundärspannung wird ebenfalls gleichgerichtet und so gemessen (Fig. 4).

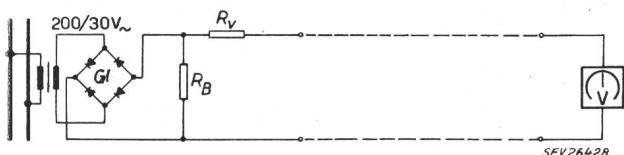


Fig. 4

Schema der Spannungsmessungen mit Messumformer  
Gl Gleichrichter;  $R_B$  Belastungswiderstand;  
 $R_v$  Vorwiderstand; V Messinstrument

### 2.3.3 Wirk- und Blindleistungsmessung

Für die Wirk- und Blindleistungsmessung werden Messumformer nach dem Drehmoment-Kompensationsverfahren verwendet. Diese setzen eine beliebige Einphasen- oder Dreiphasenleistung in einen genau proportionalen Gleichstrom um (Fig. 5). Diese

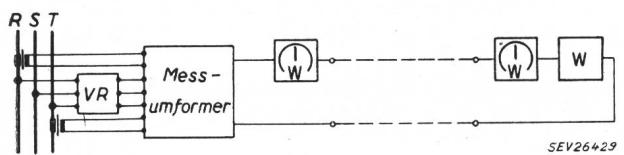


Fig. 5

Schema für Leistungsmessungen mit Messumformer  
VR Vorwiderstand; W Messinstrumente

Schaltung hat den Vorteil, dass der Ausgangstrom in weiten Grenzen unabhängig vom Außenwiderstand ist. Außerdem können weitere Anzeige- oder Registriergeräte in Serie geschaltet werden, ohne dass eine Nacheichung notwendig ist. Summen- und Differenzwerte können auf einfachste Art und Weise durch Parallelschalten der Ausgänge erreicht werden.

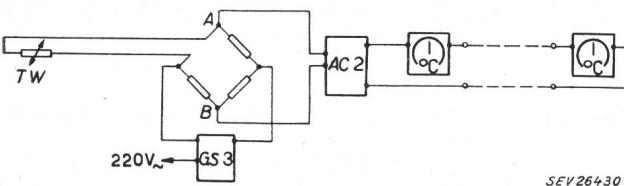


Fig. 6

Schema der Brückenschaltung für Temperaturmessungen  
AC 2 Gleichspannungsverstärker; GS 3 Glimmstabilisator;  
TW Widerstandsthermometer; °C Messinstrumente

### 2.3.4 Temperaturmessung

Für Temperaturmessungen an Transformatoren kann eine Schaltung nach Fig. 6 vorgesehen werden.

Das Widerstandsthermometer  $TW$  liegt in einem Zweig einer durch einen Glimmstabilisator  $GS 3$  gespeisten Brückenschaltung. Bei einer Temperatur von  $0^\circ\text{C}$  ist die Brücke im Gleichgewicht, d. h. die Spannungsdifferenz zwischen den Punkten  $A$  und  $B$  ist gleich Null. Mit steigender Transformator-Temperatur nimmt die Brückenspannung zu. Diese wird mit einem kleinen Kompensationsverstärker verstärkt und so gemessen.

### 2.4 Zähler

Sämtliche Zähler werden in die Relaisstationen eingebaut und direkt an die in der Nähe befindlichen Strom- und Spannungswandler angeschlossen. Die Zähler werden mit Impulsgebern versehen, die so arbeiten, dass sie beim Weiterschalten des Zählers um eine Einheit einen Impuls geben. Mit diesen Impulsen kann man im Kommandoraum Zählwerke, ähnlich den Gesprächszählern beim Telefon, steuern, so dass der Zählerstand der Relaisstation im Kommandoraum reproduziert wird.

### 2.5 Schutzrelais

Auch die Schutzrelais der verschiedenen Anlage- teile werden direkt an die Strom- und Spannungswandler angeschlossen. Infolgedessen werden auch sie in den Relaisstationen eingebaut. Beim Auslösen können die Relais entweder direkt auf die Steuerspannung des Schalterantriebes wirken oder aber die Auslösung über die Schwachstromseite der Kommandoanlage hervorrufen. Die Signalstromkreise sind in beiden Fällen nur schwachstromseitig geführt.

### 2.6 Transformatorensteuerung

Die Apparate für die Stufenschaltersteuerung werden auch in den Relaisstationen zusammengefasst, wobei die Steuerschalter «Hand—Automatisch», «Spannung steigt—Spannung sinkt», usw. je nach Bedürfnis im Kommandoraum, in der Relaisstation oder an beiden Orten angeordnet werden können. Auch die Stufenstellungsanzeiger können an beiden Orten eingebaut werden. Die gleichen Überlegungen gelten natürlich auch für die Steuerung der Ventilatoren bei forciertter Kühlung.

### 2.7 Hilfsbetriebe

Sämtliche Relaisstationen sind auch mit den notwendigen Hilfsspannungen zu versorgen. Dafür kommen vor allem in Frage:

- Gleichstrom von 110 oder 220 V für die Steuerung der Trenner und Schalter,
- Gleichstrom von 48 V für die Speisung der Schwachstromverbindungen,
- Wechselstrom von 220/380 V für die Speisung von Hilfsaggregaten, wie Beleuchtung, Heizung, Steckdosen, Kühlventilatoren der Transformatoren, Stufenschalterantriebe, usw.

### 2.8 Verbindungen zwischen Relaisstationen und Kommandoraum

Wie bereits erwähnt, werden zwischen den Relaisstationen und dem Kommandoraum fast nur Schwachstromverbindungen gebraucht, so dass sich die Verwendung von Telefonkabeln aufdrängt.

Für die Steuerung, Überwachung und Messung eines Leitungsabganges werden je nach Anlage zwischen 60 und 100 Adern benötigt.

Die einzige Ausnahme im Prinzip der Schwachstromverbindungen bilden die für die Synchronisierung notwendigen Leitungen. Des hohen Verbrauches wegen, den die Synchronisierapparate aufweisen, kann die Wandlerspannung nicht entsprechend herabgesetzt werden. Auch eine Umformung in Gleichstrom ist in diesem Falle nicht möglich.

### 2.9 Kommandoraum

Der Kommandoraum für eine nach dem oben beschriebenen System betriebene Anlage kann in jeder Hinsicht nach der bis heute üblichen Art und Weise ausgeführt werden. Die Verwendung einer niedrigen Hilfsspannung erlaubt aber, die einzelnen Felder kleiner zu machen, da einerseits die Steuerschalter kleiner werden, anderseits kleinere Messinstrumente verwendet werden können.

Normale Wattmeter für Wandleranschluss sind heute z. B. nicht kleiner als  $96 \times 96$  mm erhältlich, während Drehspulinstrumente für kleine Gleich-

bauen. Dadurch wird die Anlage wesentlich übersichtlicher, weil einerseits die Messinstrumente an ihrem wirklichen Platz im Schema stehen, anderseits die Kommandotafel kleiner wird und ein Kommandopult ganz weggelassen werden kann.

Auch die im Abschnitt 2.4 beschriebenen Zählwerke für die Reproduktion der Zählerstände können, dank ihren kleinen Dimensionen, direkt im Kommandotableau eingebaut werden, z. B. in die betreffenden Stellen des Blindschemas. Falls die Betriebsverhältnisse es wünschbar machen, können auch sämtliche Zählwerke auf kleinem Raum zusammengefasst werden.

## 3. 220-kV-Schaltanlage in Laufenburg der Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg A.-G. und der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G.

### 3.1 Allgemeines

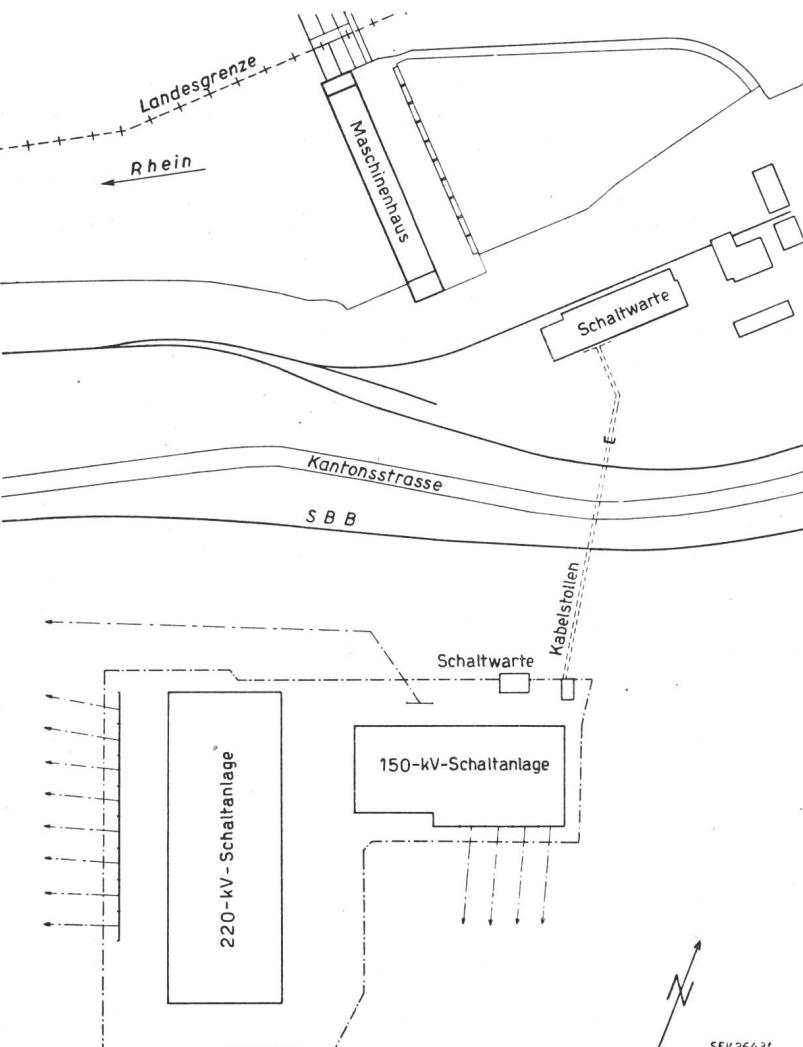
Die Freiluftstation Laufenburg wurde im Jahre 1951 als 150-kV-Schaltanlage erstellt, welche vom Kraftwerk aus durch Kabel gespiesen und gesteuert wird. Der erste Ausbau bestand aus 4 Leitungsabgängen von 150 kV. In einer Erweiterung, im Jahre 1952, wurde eine 60-MVA-Transformatorengruppe von 150/110 kV, umschaltbar auf 150/220 kV, aufgestellt, sowie der 110-kV-Leitungsabgang «Gurtweil» erstellt. Ferner wurde die früher mit 80 kV betriebene und dann auf 150 kV umgebauete Leitung nach Mülhausen ebenfalls in die Anlage eingeführt.

Im Zusammenhang mit dem Bau der 220-kV-Leitung «Riddes-Mühleberg-Laufenburg» wurde ein 220-kV-Teil angegliedert, der mit der 150-kV-Anlage über 3 Transformatorengruppen gekuppelt ist (Fig. 7 und 8).

Vorläufig sind von den neun 220-kV-Abgängen 6 ausgebaut und z. T. seit dem Spätherbst 1956, z. T. seit Sommer 1957 in Betrieb.

Die anfänglich kleine Anlage hat sich in kurzer Zeit zu einem für den Verbundbetrieb bedeutenden Knotenpunkt entwickelt. Gleich mit der Aufnahme des 220-kV-Betriebes stellte die Anlage ein nützliches Glied in der Energieversorgung der Schweiz dar.

Fig. 7  
Disposition der Anlagen des Kraftwerkes Laufenburg



ströme bis zu den Abmessungen  $48 \times 48$  mm ausgeführt werden können. Durch die Verwendung kleinerer Instrumente wird es möglich, diese in einer Kommandotafel direkt in das Blindschema einzufügen.

Das Kraftwerkareal ist durch einen begehbarer Kabelstollen, Bahnlinie und Hauptstrasse unterkreuzend, mit der Freiluftschaltanlage verbunden (s. Fig. 7). In diesem Kanal sind die Zuleitungs-

Hochspannungskabel, sowie Steuer- und Messkabel der 150-kV-Anlage verlegt. Aus betrieblichen Gründen und um eine weitere Anhäufung von Steuerkabeln in einem einzigen Durchgang zu vermeiden, hat sich die Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg A.-G. entschlossen, beim oberen Stollenausgang eine neue Schaltwarte zu erstellen, von der aus die 220-

sammengefasst, wobei für Starkstromverbindungen normale Schraubklemmen Verwendung finden, während der Schwachstromteil auf Telephonstrips geführt wird. Zur Erleichterung der Montagearbeiten sind die Befestigungsschienen für die Klemmen nach vorn schwenkbar um einen unten liegenden Drehpunkt angeordnet.

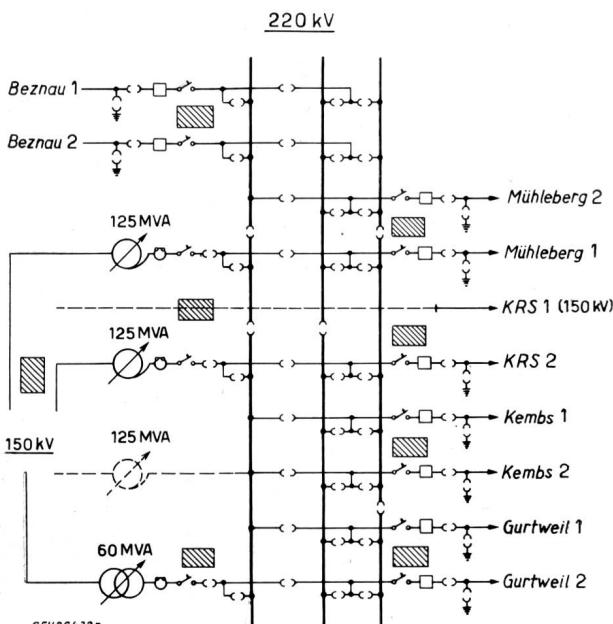


Fig. 8  
Prinzipschema der 220-kV-Anlage

Kabine mit Relaisstation

kV-Anlage gesteuert und überwacht wird. Die Steuerung der bestehenden 150-kV-Anlage und des geplanten 380-kV-Anlageteiles sollen später ebenfalls in diesem Gebäude vereint werden.

### 3.2 Relaisstationen

Die Relaisstationen wurden in der Anlage immer für je 2 Felder zusammengefasst und in einer gemeinsamen Kabine untergebracht. Die Verteilung dieser Kabinen, die ungefähr 6 m lang, 3 m breit und 2,5 m hoch sind, ist in Fig. 8 eingetragen. Auf beiden Längsseiten der Kabinen befindet sich ein Apparategerüst, worauf, auf 5 Felder verteilt, die notwendigen Apparate montiert sind, und zwar mit folgender Verteilung (Fig. 9, von links nach rechts):

- Feld 1: Distanzschutz mit Wiedereinschaltapparat bei Leistungsfeldern oder Stufenschaltersteuerung bei Transformatorenfeldern und Schutzrelais.
- Feld 2: Relaiskasten mit den Zwischenrelais für die Trenner- und Schaltantriebe.
- Feld 3: Zähler mit Impulsgebern, Prüfklemmen.
- Feld 4: Messumformer.
- Feld 5: Messinstrumente, anzeigen und registrierend.

Auf den Leisten zwischen den einzelnen Feldern sind die Klemmen für sämtliche Verbindungen zu-



Fig. 9  
Relaisstation der Freiluftanlage «Kaisterfeld»

Hinten in der Kabine ist, gemeinsam für die beiden Apparategerüste, ein 3-teiliger Verteilkasten für die Hilfsbetriebe montiert, wobei für jede der 3 Hilfsspannungen (48 V<sub>-</sub>, 220 V<sub>-</sub>, 220/380 V<sub>-</sub>) ein Kasten vorgesehen ist. Die Speisung erfolgt über 3 Ringleitungen, so dass die Sicherheit des Betriebes in weitem Masse gewährleistet ist.

### 3.3 Kommandoraum

Sämtliche von den Relaisstationen an kommenden Kabel werden im Untergeschoss auf ein Verteilergerüst geführt, von wo dann die Verbindungen zur Kommandotafel weitergeführt werden. Die Kommandotafel hat einen U-förmigen Grundriss und konnte trotz der grossen Anzahl der zu steuernden Apparate sehr übersichtlich gehalten werden (Fig. 10). Die Aufteilung der Felder wurde wie folgt vorgenommen:

- Feld 1: Synchronisierung mit  $\Delta V$ -Meter,  $\Delta f$ -Meter, Synchronoskop und Synchronisierapparat.
- Feld 2: Für das Blindschema, die Steuerschalter und Messinstrumente der 380-kV-Anlage vorgesehen.

- Feld 3: Für die Zähler der 380-kV-Anlage vorgesehen.  
 Feld 4: 220-kV-Anlage mit Blindschema, Steuerschaltern und Messinstrumenten.  
 Feld 5: 220-kV-Anlage, Signalblöcke für Distanzschutz, Zähler, Gefahrmelder.  
 Feld 6: 150-kV-Anlage mit Blindschema, Steuerschaltern und Messinstrumenten.  
 Feld 7: Für die Signalblöcke des Distanzschutzes, Zähler, Gefahrmelder der 150-kV-Anlage vorgesehen.

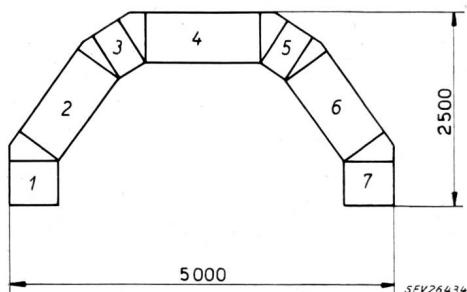


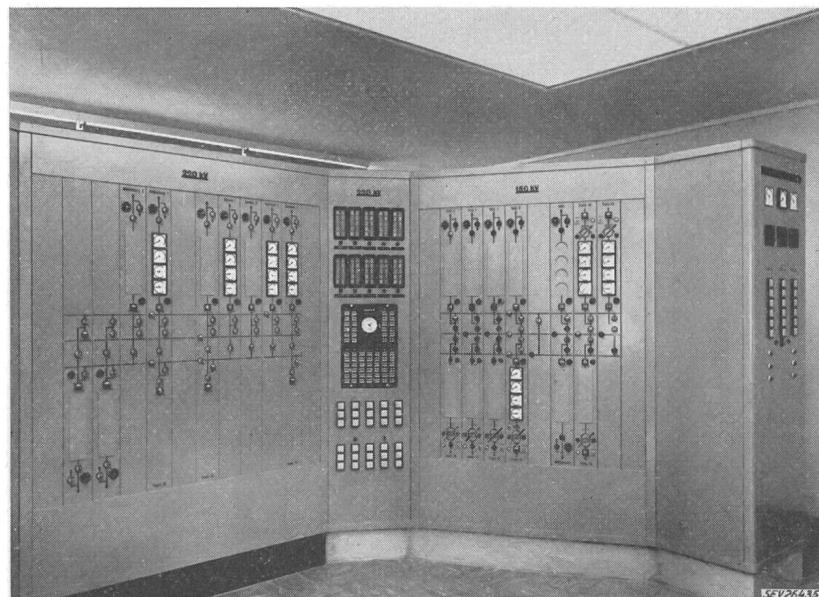
Fig. 10  
Grundriss des Kommandotableaus  
Bezeichnungen siehe im Text

**Stirnseite:** Temperaturfernmesung für Transformatoren mit Meßstellenumschaltern und Gefahrmeldern.

Die Ausführung der Kommandotafel ist aus Fig. 11 ersichtlich.

Um die Anlage möglichst übersichtlich zu gestalten, wurde die Feldteilung für die Leitungsfelder der abgehenden Leitungen nur 120 mm breit gewählt. Dies bedingt die Verwendung einerseits von kleinen Steuer-Quittungsschaltern (32 mm  $\varnothing$ ), anderseits von kleinen Messinstrumenten (72  $\times$  72 mm). Beim Einbau von 250°-Instrumenten ist dies aber kein Nachteil, da die Ablesbarkeit auf genügend grosse Entfernung gut gewährleistet ist. Die Skalenlänge dieser Instrumente beträgt etwa

Fig. 11  
Kommandotafel für Freiluftanlage  
«Kaisterfeld»



126 mm. Dies entspricht einem Quadrantinstrument mit den Abmessungen von 192  $\times$  192 mm oder einem Profilinstrument von 144  $\times$  72 mm.

Diese Anordnung gestattete z. B. die ganze 220-kV-Anlage mit 9 abgehenden Leitungen und 3 Zu-Leitungen von den Transformatoren auf eine Breite von 1440 mm unterzubringen, wobei erst noch 3 Reservefelder vorhanden sind. Die schmalen Felder der Kommandotafel können nicht als Türen ausgebildet werden, da die relativ grosse Tiefe der

Steuerschalter ein Ausschwenken nicht gestattet. Um die Montagearbeiten gleichwohl möglichst zu erleichtern, sind die einzelnen 120 mm breiten Felder an ihrem untern Ende auf einer horizontalen Achse drehbar gelagert, so dass sie nach vorn herausgeklappt werden können. Dadurch können alle Verbindungen und Anschlüsse unter denkbar günstigen Bedingungen ausgeführt werden (Fig. 12).

Für die Reproduktion der Zählerstände mit Hilfe von Impulszählwerken wurde eine kleine Tafel eingebaut, in welcher sämtliche Zählwerke der 220-kV-Anlage auf kleinem Raum zusammengefasst sind. Dazu wurde noch eine Uhr mit 24-h-Teilung und Datum-Angabe montiert (Fig. 13). Die ganze Anordnung der Zählerzttafel wurde so gewählt, dass es möglich ist, davon photographische Aufnahmen zu machen. Dadurch können, mit verhältnismässig einfachen Mitteln, statt zeitraubender Ablesungen, sämtliche Zählerstände im gleichen Zeitpunkt festgehalten werden. Die Impulszählwerke sind so montiert, dass sie nach einer eventuellen Störung in der Impulsübertragung auf einfache Weise von Hand auf den Stand des Geberzählers nachgestellt werden können.

#### 4. Zusammenfassung

Das beschriebene System für die Auslegung von Kommandoanlagen mit dezentralisierten Relaisstationen ergibt bei weitläufigen Anlagen wesent-

liche Vorteile, die wie folgt zusammengefasst werden können:

a) Bei grösseren Störungen in der Schaltwarte, z. B. Feuersbrunst, wird die Anlage nicht stillgelegt, da der Betrieb auch von den Relaisstationen aus aufrecht erhalten werden kann.

b) Alle an die Wandler angeschlossenen Apparate sind in unmittelbarer Nähe derselben untergebracht, so dass sich kurze Kabelverbindungen auf der Starkstromseite ergeben.

c) Die Verbindungen zwischen den Relaisstationen und dem Kommandoraum können mit Telephonkabeln erstellt werden, welche bei den in Frage kommenden grossen Adernzahlen preislich günstiger sind als mehradrige Starkstromkabel.

d) Die Kommandotafel und der Kommandoraum können mit kleineren Dimensionen ausgeführt werden.

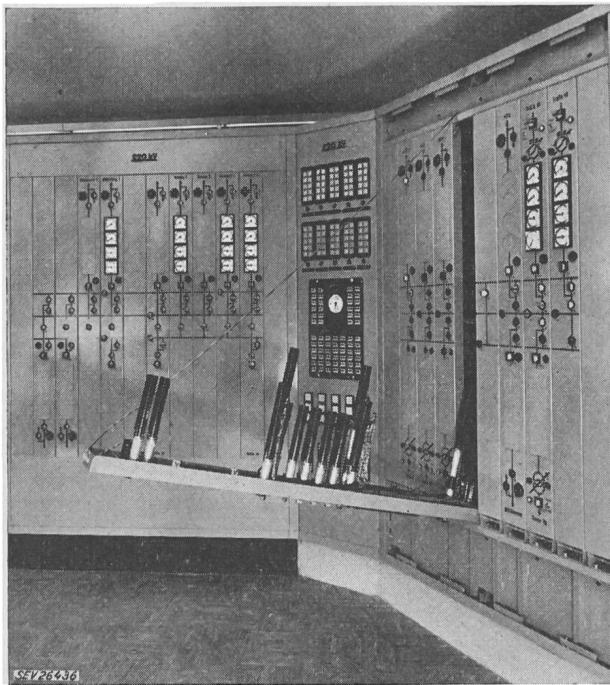


Fig. 12  
Detail der Kommandotafel «Kaisterfeld» mit einem herausgeklappten Feld

e) Die Messinstrumente können direkt in das Blindschema eingebaut werden.

f) Alle Wirk- und Blindleistungsmessungen können ohne zusätzliche Apparate auf die heute üblichen Fernübertragungssysteme gegeben werden, ebenso können Summen- und Differenzwerte auf einfachste Art und Weise gebildet werden.

g) Sämtliche Zähler der Anlage können in der Kommandotafel auf kleinstem Raum zusammengefasst und photographiert werden.

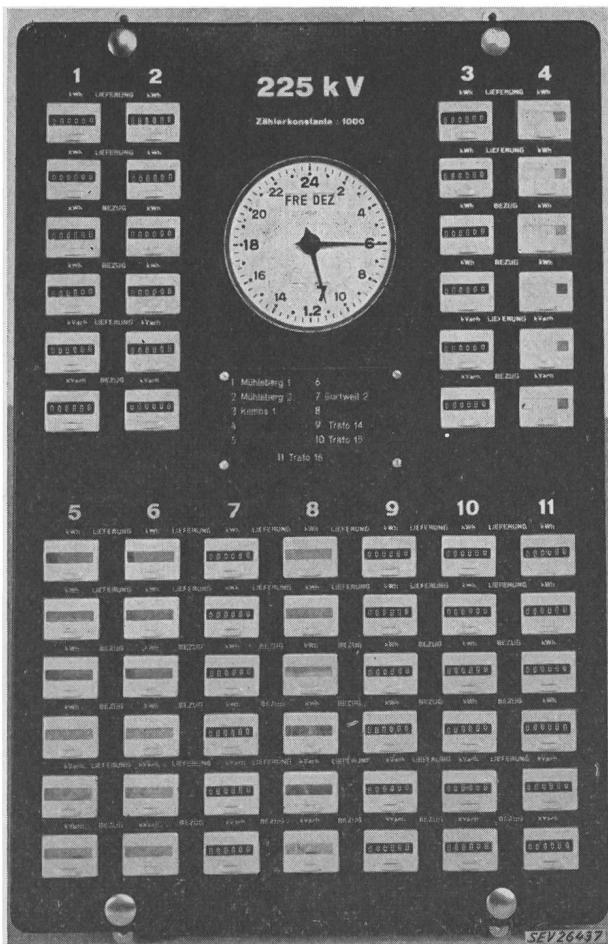


Fig. 13  
Zählertafel mit eingebauter Kalender-Uhr

#### Adressen der Autoren:

M. Keppler, Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg A.-G., Laufenburg (AG);  
F. Binggeli, Camille Bauer A.-G., Basel;  
E. Hugentobler, Sprecher & Schuh A.-G., Aarau.

## Hochfrequenzübertragung auf Hochspannungsleitungen

Vortrag, gehalten an der 21. Hochfrequenztagung des SEV am 15. November 1957 in Zürich,  
von A. de Quervain, Baden

621.393.44 : 621.315.1.052.63

*Die Eignung der für Energietransport ausgelegten Hochspannungsleitungen für die gleichzeitige Übertragung von Trägerfrequenzkanälen und die Ausbreitungseigenschaften längs solcher Leitungen werden kritisch beleuchtet. Ferner werden die Massnahmen dargelegt, welche es erlauben, auch in stark vermaschten Netzen grössere Kanalzahlen störungsfrei zu übertragen.*

Da sich das Leitthema der 21. Hochfrequenztagung mit Hochfrequenzübertragung auf Leitungen befasst, soll in diesem Referat die Hochspannungsleitung und ihre Eigenschaften als Übertragungsweg von Informationen in den Mittelpunkt der Betrachtungen gerückt und die zugehörigen Endausrüstungen zum Schluss noch kurz erwähnt werden.

*Considérations au sujet de l'aptitude des lignes de transport d'énergie électrique à haute tension à transmettre simultanément des canaux à fréquences porteuses et au sujet des caractéristiques de transmission le long de ces lignes. Exposé des mesures qui permettent de transmettre sans perturbations un grand nombre de canaux, même dans des réseaux fortement maillés.*

Die trägerfrequente Übertragung über Hochspannungsleitungen hat in den letzten Jahren eine sehr grosse Bedeutung erlangt. Nicht nur wickelt sich beispielsweise der telephonische Werkverkehr fast sämtlicher europäischer und vieler überseeischer Elektrizitätswerke über ihr eigenes Hochspannungsnetz ab, auch zahlreiche Fernmess-, Rückmelde- und Fernsteuerverbindungen von zugeordneten Lastver-