

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 24 (1933)
Heft: 11

Artikel: Das Unterwerk Grynau : der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G., Baden
Autor: Müller, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1057239>

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: 22.02.2026

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

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:

Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens
et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:

Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei S. A., Zurich 4
Stauffacherquai 36/38

Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XXIV^e Année

N° 11

Vendredi, 26 mai 1933

Das Unterwerk Grynau der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G., Baden.

Mitteilung der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G., Baden (NOK).

Bearbeitet von H. Müller, dipl. Ing., Baden.

621.316.26—742(494)

Es wird einleitend die Entstehung und Bedeutung des Netzknotenpunktes bei der Grynau und die Notwendigkeit seines Ausbaues zu einer Schaltanlage beschrieben. Der bauliche und elektromechanische Aufbau der Freiluftanlage werden dargestellt, wobei die Beschreibung der wichtigsten Schalt- und Messapparate sowie des Schaltstandes mit der Kabelverteilanlage besondere Berücksichtigung finden.

L'auteur explique tout d'abord la formation et l'importance du point de bifurcation voisin de Grynau, puis la nécessité d'en faire un poste de couplage. Suit une description de l'installation en plein air, au cours de laquelle l'appareillage de couplage et de mesure, la salle de commande et la distribution des câbles sont examinés de plus près.

I. Geographische Lage.

Die Linth-Ebene wird im Nordwesten zwischen dem Schloss Grynau und dem Städtchen Uznach vom unteren Buchberg einerseits und vom Ricken anderseits eingeengt. Die Verkehrswege, Bahn und Strasse, vom Walensee und Glarnerland her nach dem rechten Zürichsee-Ufer benützen bei Uznach die rechte Flanke des Durchgangs, während der kanalisierte Wasserlauf der Linth beim Schloss Grynau um den Vorsprung des unteren Buchberges biegt. An der gleichen Stelle hat sich zu beiden Seiten des Linth-Kanales im Laufe der Zeit eine Leitungsstrasse ausgebildet, längs der auf einer kurzen Strecke die Hochspannungs-Uebertragungsleitungen parallel laufen, welche die Hochdruck- und Speicherwerke in den Kantonen Graubünden, Glarus und Schwyz mit den Verbrauchszentren der Nordostschweiz und den Niederdruckwerken an Rhein und Aare verbinden. Die meisten dieser Leitungen werden durch das neue Unterwerk Grynau schalttechnisch zusammengefasst.

II. Geschichtliche Entwicklung.

Dem Punkt Grynau kam in der Entwicklung des Leitungsnetzes der Nordostschweizerischen Kraftwerke von jeher eine besondere Bedeutung zu.

In den Jahren 1905 bis 1906 entstand neben dem Schloss Grynau das alte Unterwerk Grynau als Endpunkt einer 25kV-Leitung Beznau—Seebach—Grüningen—Grynau. Im Unterwerk Grynau wurde die Energie von 25 kV auf 8 kV heruntertransformiert. Unter dieser Spannung wurden das Gasterland, die March und das Glarner Unterland versorgt. Die Leitung ins Glarnerland diente zugleich zur Be-

lieferung der damaligen Lötschwerk-Bauten mit elektrischer Energie. Im Hinblick auf den späteren Zusammenschluss des Lötschwerkes mit dem Kraftwerk Beznau wurde die Leitung von Anfang an für 25 kV gebaut. Auf den Zeitpunkt der Inbetriebsetzung des Lötschwerkes im Jahre 1908 standen also bereits zwei 25kV-Leitungen zur Verfügung.

Vom Lötschwerk aus erfolgte kurz darauf auch der Bau und die sukzessive Inbetriebsetzung von 50kV-Leitungen ab 1910. Zunächst entstanden die Leitungen Netstal—Grynau—Töss mit Abzweigungen Grynau—Wattwil—Wil.

Die vom Lötschwerk ausgehende, bei der Grynau sich aufteilende 50kV-Leitungsstrasse berührte das Unterwerk Grynau nicht; sie führte in einer Entfernung von ca. 200 m auf dem rechten Ufer des Linth-Kanals an ihm vorbei. Frühzeitig stellte sich das Bedürfnis ein, die Leitungen in jener Gegend aufzutrennen zu können. Für den Einbau von Leitungsunterbrechern erschien das Gebiet der Grynau am geeignetsten, weil für die Bedienung derselben Personal des Unterwerkes jederzeit zur Verfügung stand; ausserdem war die natürliche Entwicklung zum Netzknotenpunkt schon mit der Erstellung der Leitung Grynau—Wil naheliegend.

Auf freiem Felde wurden im Jahre 1912 neben dem Unterwerk im Zuge der Leitungen Freiluftunterbrecher eingebaut und Umschaltmöglichkeiten zwischen den verschiedenen Leitungen geschaffen. In hängender Anordnung, auf der Höhe der durchgehenden Leitungen, wurden die Trenner an einem Holzgerüst angebaut. Von einem Holzsteg aus waren die Schalter einzeln mit einer Schaltstange bedienbar.

Die Umschaltmöglichkeit auf verschiedene Leistungen wurde später (1916) wieder aufgehoben, denn wiederholt traten an den Trennern bei starken Gewittern Ueberschläge auf und gaben dadurch selbst Veranlassung zu Betriebsstörungen.

In den Jahren 1917/18 erfuhr das 25/8kV-Unterwerk Grynau einen Umbau im Sinne einer Reduktion des 25kV-Anlageteiles.

1919/20 kamen neue 50kV-Leitungen Netstal—Grynau—Töss, Netstal—Grynau—Wattwil und Grynau—Wädenswil in Betrieb.

Der Netzpunkt Grynau gewann damit immer mehr an Bedeutung. Das Bedürfnis für eine Ausgestaltung des 50kV-Netzknotenpunktes als leistungsfähige Anlage machte sich mit dem Bau des Kraftwerkes Wäggital in erhöhtem Masse geltend. Man war bestrebt, einen Teil der Wäggital-Energie auf kürzestem Wege dem 50kV-Netz zuzuführen. Grynau war die nächstgelegene Vermittlungsstelle. Zwei Verbindungsleitungen wurden im Jahre 1924 dem Betriebe übergeben; später (1928) folgte noch eine weitere. Ihr Zusammenschluss geschah mit den vorbeiführenden Leitungen durch einfache Mastentrennschalter. Dieser Zustand blieb im wesentlichen bis zur Erstellung der nachstehend beschriebenen Freiluftanlage erhalten.

Die Forderung nach rationeller Fortleitung der Wäggital-Energie in entlegenere Konsumzentren führte zudem zum Bau einer 150kV-Hochspannungsleitung von Siebnen über Grynau nach Töss.

Die weitere Entwicklung bis auf die heutige Zeit stand im Zeichen einer planmässigen Ausgestaltung der Verteilanlagen. Im Hinblick auf die noch zu erwartende Steigerung der Uebertragungsleistungen vollzog sie sich fast ausschliesslich in der Erstellung leistungsfähiger, mit Hochspannung betriebener Leitungen. Die Notwendigkeit hiefür lag im Bestreben, einerseits durch Beschränkung der Zahl der Hochspannungsleitungen das Grund-eigentum weitgehend zu schonen, anderseits durch Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Anlagen und durch Verminderung der Uebertragungsverluste eine Verbilligung des Energietransportes zu erreichen.

Den Anstoß zu diesen Fortschritten gaben nicht nur die vom Standpunkt des Betriebes zu berücksichtigenden, mehr auf die momentanen Bedürfnisse eingestellten Forderungen, sondern die Aufgabe, der künftigen Gestaltung der Energiewirtschaft Rechnung zu tragen.

Ausschlaggebend waren im wesentlichen folgende Gesichtspunkte:

- a) Die Schaltanlagen des Lötschwerkes genügten den Betriebsforderungen nicht mehr und verlangten dringenden Umbau.
- b) In betriebstechnischer Hinsicht befriedigte das bestehende Netz die Ansprüche nicht mehr. Insbesondere litt durch die vermehrte Inanspruchnahme der Leitungen die Energieübertragung in die Ostschweiz. Die bestehende, vom Wäggital und Lötschwerk nach Grynau—Wattwil und Grynau—Töss führende 50kV-Leitungs-

strasse war, auch bei vollständiger Ausnutzung der 150kV-Leitung Siebnen—Beznau, nicht mehr imstande, die in beiden Werken zur Verfügung stehenden Leistungen unter annehmbaren Verlusten gleichzeitig abzuführen.

- c) Die im Zusammenhange damit zu berücksichtigende weitere Erschliessung der Wasserkräfte des Glarnerlandes¹⁾.
- d) Die Notwendigkeit einer Verbesserung der Energiezuführung von den Bündner Kraftwerken (BK)²⁾, die bis dahin mit beschränkter Leistung auf dem Leitungsgestänge des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich nach dem Kraftwerk Wäggital erfolgte und bei einer kommenden Steigerung der Leistung nicht mehr ausreichen konnte.

Diese Gründe führten zur raschen Verwirklichung des Projektes über den Ausbau des Verteilnetzes. Dieses bestand in der Hauptsache neben dem dadurch erforderlichen Aus- und Umbau bestehender Anlagen:

1. In der Ausrüstung der 150kV-Leitung Grynau—Töss—Beznau als Doppelleitung, womit der Ausbau der Verbindungsleitung zwischen den Hochdruckwerken in den Alpen und den Niederdruckwerken am Rhein und an der Aare vollzogen war.
2. Im Bau einer Höchstspannungsleitung vom Lötschwerk über Grynau nach Winkel, in Verbindung mit einer in der Ostschweiz zu erstellenden Transformierungsanlage.
3. In der Zuführung der Energie der Bündner Kraftwerke auf einer 150kV-, vorläufig mit 50 kV betriebenen Doppelleitung von Landquart nach der Grynau.

Dieses Programm schloss auch die Bildung eines 150kV-Netzknotenpunktes bei der Grynau in sich. Der Umstand des Zusammentreffens grosser Leistungen in diesem künftigen Netzpunkt und damit die ihm in betriebstechnischer Hinsicht beizumesende Bedeutung hatten zur Folge, dass sich ein Netzzusammenschluss keineswegs auf der Grundlage rechtfertigen lassen konnte, wie er jahrelang im 50kV-Mittelpunktspannungsnetz andauerte. Denn damit gestaltete sich die Grynau zu einer eigentlichen Sammelstelle für die in den Hochdruckwerken erzeugten Energiemengen und zu einem wichtigen Stützpunkt im Zuge der Verbindungsleitungen zu den Niederdruckwerken. Diesen Gesichtspunkten konnte nur durch den Bau einer leistungsfähigen Schaltanlage Rechnung getragen werden, deren Errichtung mit dem Ausbau der Verteilanlagen Ende des Jahres 1928 beschlossen wurde.

¹⁾ Hervorzuheben ist zunächst der Bau des Sernf-Niederrenbach-Werkes durch die Stadt St. Gallen und die Gemeinde Schwanden. Mit den Sernf-Niederrenbach-Werken kam eine Einigung zustande, wonach sich die Nordostschweizerischen Kraftwerke für den Energietransit auf ihrer projektierten Hochspannungsleitung Lötsch—Grynau—Winkel verpflichteten.

²⁾ Der Ausbau für 150 kV Betriebsspannung nimmt bereits Rücksicht auf den Bau weiterer Kraftwerke im Kanton Graubünden.

Einhergehend mit dem Ausbau des Höchstspannungsleitungsnetzes folgte die vollständige Aufhebung der 25kV-Uebertragungsspannung und mit der Erstellung der neuen Schaltanlage Grynau die Ausserbetriebsetzung des alten Unterwerkes. Dieses wird heute nur noch für Wohnungs- und Magazin-zwecke verwendet.

III. Uebertragungsleitungen und Lage der Schaltanlage.

In der Gegend von Ziegelbrücke münden sowohl die 50- und 150kV-Leitungen des Löntschwerkes und die 150kV-Doppelleitung der Bündner Kraftwerke A.-G. in eine gemeinsame Leitungsstrasse. Diese durchzieht die Linth-Ebene längs dem geschütteten Damm des Linth-Kanals. Unweit von der Stelle, wo der Kanal bei der Grynau um den östlichen Vorsprung des unteren Buchberges abbiegt,

vereinigen sich mit ihr die vom Kraftwerk Wäggital kommenden Leitungen. Zwischen Grynau und Uznach, der eingangs erwähnten Engstelle der Linth-Ebene, die vom Steinerbachkanal und von der Hauptstrasse nach Tuggen durchquert wird, laufen auf eine Länge von ungefähr 800 m alle Leitungen nebeneinander. Die günstige Leitungsführung, die Entwicklungsfähigkeit und die bestehende Zufahrtsstrasse führten nach eingehenden Untersuchungen zur Wahl dieses Standortes für die Schaltanlage, obgleich das tiefliegende, sumpfige Gelände, das bei hohen Wasserständen im Zürichsee und anhaltenden Regengüssen überflutet wird, durch Auffüllung zunächst als Bauplatz hergerichtet werden musste.

Fig. 1 zeigt den Situationsplan. Die örtliche Lage der Anlage erlaubt die Erfassung der gesamten Leitungsstrasse. Die 50kV-Leitungen wurden

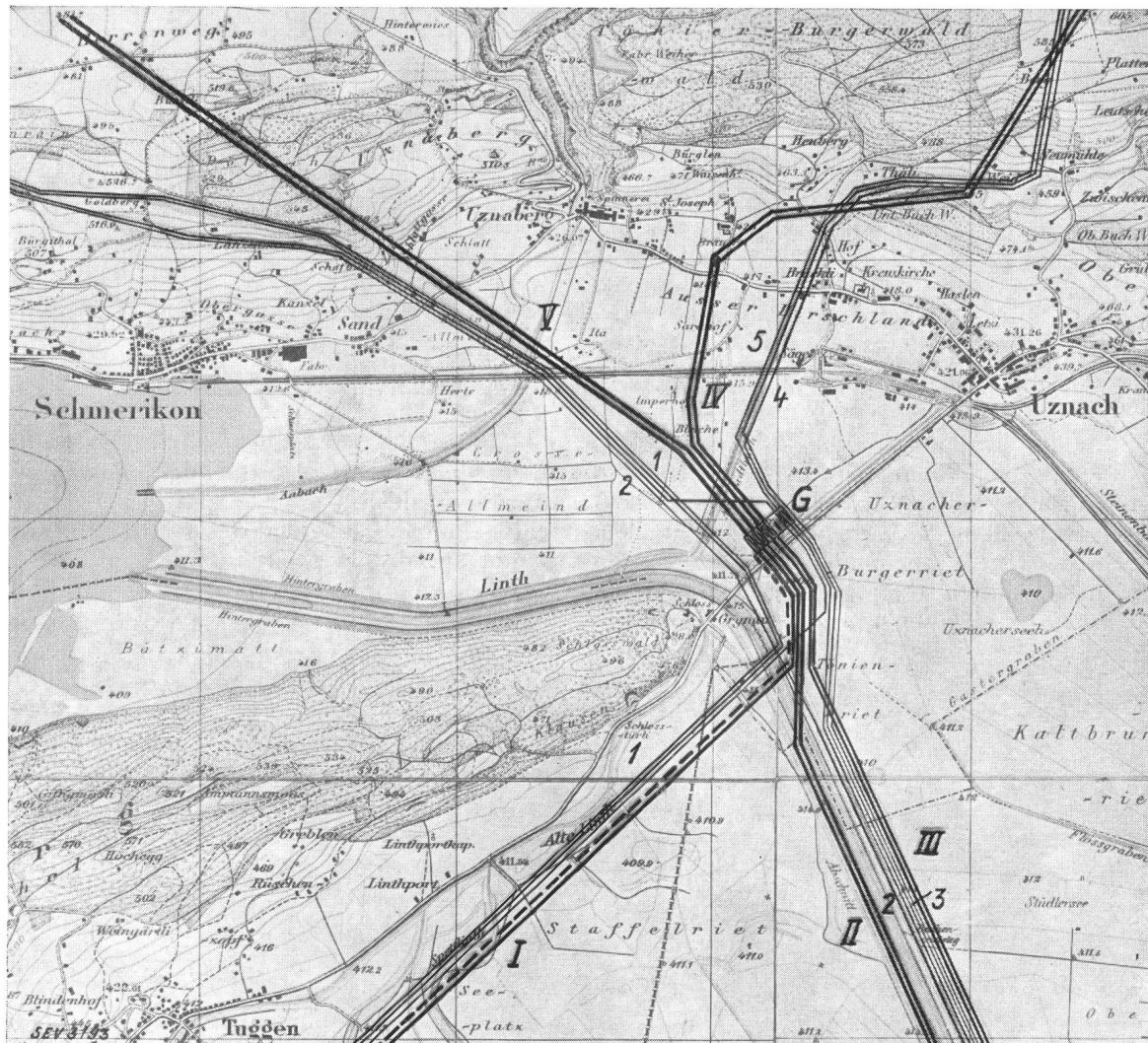


Fig. 1.

Lageplan des Unterwerkes Grynau (G) mit eingetragenen Leitungsstrassen. Maßstab 1 : 30 000.
Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 10. Mai 1933.

50kV-Leitungen:

- 1 Siebnen—Aathal und Siebnen—Rüti.
- 2 Löntsch—Obertöss; Netstal A und B.
- 3 Löntsch—Obertoggenburg.
- 4 Wattwil.
- 5 Unter- und Obertoggenburg.

150kV-Leitungen:

- I Wäggital A und B.
- II Löntsch A und B.
- III Küblis A und B (vorläufig mit 50 kV betrieben).
- IV Winkel A und B.
- V Töss A und B.

jedoch, wie der Verlauf der Leitungen zeigt, nicht alle eingeführt, indem betriebstechnische Erwägungen diese Beschränkung zuließen.

IV. Schema.

Fig. 2 zeigt in einpoliger Darstellung das Gesamtschaltbild. Dem Zweck nach ist das Unterwerk eine reine Schaltanlage ohne Transformierung.

Zur Erzielung der nötigen Betriebsbeweglichkeit der Durchgangsanlagen bedurfte es der Anwendung des Doppelsammelschiensystems mit Einfügung von Sammelschienen - Längs - Trennstellen und eines Kupplungsfeldes.

Linien «Winkeln A» und «Wäggital A» ist für die spätere Entwicklung in Aussicht genommen.

Zur Speisung der Eigenbedarfsanlage gelangten in der 50 kV-Anlage zwei 75 kVA-Transformatoren zur Aufstellung, die je an ein Sammelschienensystem angeschlossen sind.

V. Baulicher Teil und elektromechanischer Aufbau.

A. Außenanlage.

Die beste bauliche Lösung verlangte möglichst Beschränkung der Lasten und Seilzüge und deren Uebertragung auf wenige Pfahlgründungen.

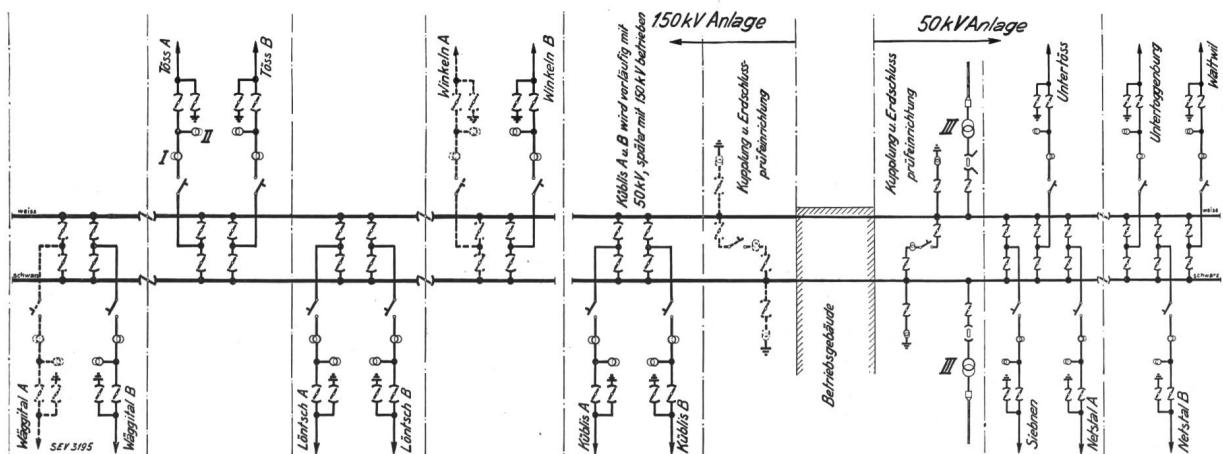


Fig. 2.
Einpoliges Schaltungsschema des Unterwerkes Grynau.

- I Drei Stromwandler.
- II Drei Einphasen-Spannungswandler (in Sternschaltung, Sternpunkt geerdet).
- III Eigenbedarf-Transformator 50 000/380/220 V.

Für den jetzigen Ausbau ist zwischen den Feldern «Küblis A» und «Winkeln B» die 150 kV-Doppelsammelschiene aufgetrennt und mit dem 50 kV-Schienensystem verbunden, da die beiden BK-Linien zunächst mit 50 kV betrieben werden. Der Ausbau des 150 kV-Kupplungsfeldes und der

In Gegenüberstellung mit andern bekannten Ausführungsformen von Freiluftanlagen ergab sich schliesslich die Flachbauweise mit vom Erdboden erhöht angeordneten Trennern als die diesen Forderungen am besten entsprechende Ausführung. Zwischen die 50 kV- und 150 kV-Anlage ist das Be-



Fig. 3.
Gesamtansicht von Nordwesten.

triebsgebäude eingeschoben. Es stellt aber, sowohl durch seine betriebstechnische Bedeutung, als auch in baulicher Hinsicht die Verbindung zu einer in sich geschlossenen Anlage her. Mit dieser kurzen Skizze ist der Grundgedanke, der für die gesamte bauliche Durchbildung massgebend war, in grossen Zügen umrissen. Fig. 3 zeigt eine Gesamtansicht der Anlage.

1. Gerüstkonstruktionen und Hochspannungsleiterinstallationen.

Die schaltungstechnisch einfache Durchbildung der Anlagen führte auch in baulicher Beziehung zu einer klaren Gestaltung des elektromechanischen Aufbaues. In ihrem Hochbau ist die Anlage umgrenzt durch die beidseitig in der Längsrichtung stehenden Tragwerke für die Abspannungen der Linienschalterfelder. Diese einfache Anordnung wurde durch die Anwendung von Isolatorenketten über den Schaltern ermöglicht. Sie erspart ein Mittelgerüst, bedingt aber die wechselseitige Einführung der nord- und südseitig anlaufenden Leitungen. Sowohl deren Träger, als auch die auf Pfahlfundamenten ruhenden Masten bestehen aus einer Eisenfachwerkkonstruktion. Die ankommenden und abgehenden Linien werden durch die gebildeten Tragwerkfelder zu Betriebsgruppen zusammengefasst. In der 150 kV-Anlage sind sie mit einer Spannweite von 22,20 m zur Aufnahme von zwei gleichlaufenden Linienschalterfeldern bemessen; in der 50 kV-Anlage umfassen sie dagegen in einer Breite von 18,80 m drei Felder, die wechselseitig laufende Gliederung aufweisen. Die vor der Anlage stehenden Masten sind durchwegs als Abspannmaste ausgebildet; sie vermögen bei einem Leiterbruch den vollen Leitungszug aufzunehmen.

Fig. 4, 5 und 6 zeigen den Grundriss, Längs- und Querschnitte der Anlage. Das Bestreben, die Tragwerkkonstruktionen und deren Fundamente durch möglichst geringe Angriffskräfte zu beanspruchen, führte für den gewählten Leiterquerschnitt zu verhältnismässig niedrigen Seil-Zügen und damit zu erheblichen Durchhängen. Ursprünglich lagen daher für die Linienspannungen mit ihrer relativ grossen Spannweite trotz der reichlichen Phasenabstände Bedenken wegen des Zusammenschlagens der Leiter vor. Diesen Befürchtungen wurde durch den Einbau einer Feder in die Endabspannungen Rechnung getragen. Diese Feder ist als Druckfeder mit schwach steigender Charakteristik ausgebildet und in einem Blechgehäuse untergebracht. Aus Fig. 6 ist die Anordnung deutlich ersichtlich. In ungefähr halber Spannweite wird das Seil in Verbindung mit der Feder durch die auf die Sammelschienentrenner führende Silerverbindung auf konstantem Durchhang gehalten. Die sich aus den Temperaturschwankungen und Zusatzlasten ergebenden Seilverlängerungen und -verkürzungen fallen mit den Längenänderungen der Feder zusammen. Die maximale Seilspannung beträgt 800 kg. Die Betriebserfahrungen haben die Zweckmässig-

keit dieser Anordnung ergeben. Selbst bei sturmartigen Windstärken betrug die Amplitude der Seilauslenkungen höchstens 20 cm.

Das doppelreihig angeordnete System der Sammelschienenträger, die in die Achsen der Tragwerkmaстen fallen, besteht aus einfachen A-Masten. Die Leiterzüge wurden derart reduziert, dass mit gewöhnlichen Plattenfundamenten auszukommen war.

Die beidseitige Abspannung der Sammelschienen am Betriebsgebäude schloss den Vorteil einer günstigen Unterbringung des 50 kV-Eigenbedarfsfeldes, sowie der beiden Kupplungsfelder mit den Erdchlussprüfeinrichtungen in sich, indem Unabhängigkeit von Gerüstkonstruktionen erzielt wurde. Das 150 kV-Sammelschienenteilstück der Linien der Bündner Kraftwerke A.G. («Küblis A» und «B»), durch die bestehenden Betriebsverhältnisse vorläufig mit 50 kV betrieben und daher als einen Bestandteil der 50 kV-Anlage zu betrachten, wird mit dieser durch eine Sammelschienenüberführung über das Betriebsgebäude verbunden. Die dafür nötige, über das Dachgesimse ragende Eisenkonstruktion kann mit der Aufhebung des Betriebsprovisoriums von den Eisenständern des Gebäudefachwerkes losgeschraubt werden.

Tabelle I gibt eine Uebersicht über die Phasen- und Erdabstände und enthält die wesentlichsten Daten der Isolatoren.

Abstände. Daten der Isolatoren.

Tabelle I.

Anlage	50 kV	150 kV
<i>A. Abstände.</i>		
Phasenabstand mm	1750	3000
Erdabstand mm	1200	1850
<i>B. Isolatorenketten.</i>		
Gliederzahl	3	5 6
Baulänge mm	1140	1780 2100
Trockenüberschlag . . kV _{eff}	350	560 738
Regenüberschlag . . kV _{eff}	288	472 560

Für die Anlage wurden ausschliesslich Motorisolatoren³⁾ verwendet, und zwar die nämliche Type, über die bereits vom Leitungsbau her jahrelange Betriebserfahrungen vorlagen.

Als Leitermaterial wurden innerhalb der Anlage und bis zu den Abspannmästern ausnahmslos Kupferseile verlegt, und zwar wurde mit Rücksicht auf das Klemmenmaterial für jede Anlage ein einheitlicher Leiterquerschnitt gewählt. Die Uebergänge auf andere Querschnitte und Leitermaterialien finden sich daher nur an den Abspannmästern. In der 50 kV-Anlage gelangten Cu-Seile mit 105 mm² zur Verlegung; in der 150 kV-Anlage dagegen solche mit 185 mm² Querschnitt. Zur Wahl der ersten wies die thermische Beanspruchung der Leiter bei Kurzschluss; für die zweiten war dagegen in erster Linie das Bestreben bestimmend, Glimmerscheinun-

³⁾ Siehe Bull. SEV 1931, Nr. 9, S. 201.

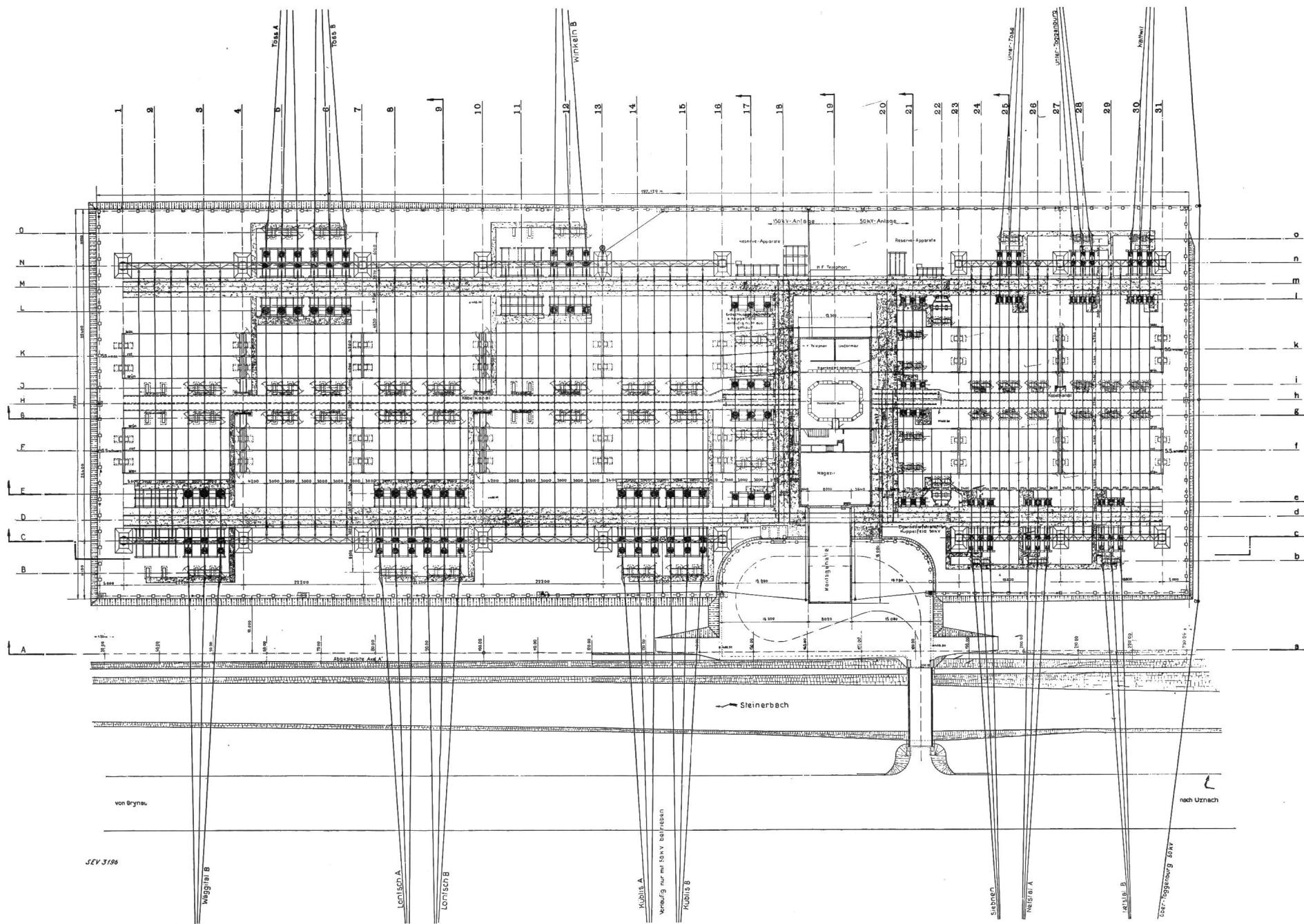


Fig. 4.
Grundriss des Unterwerkes Grynau. Maßstab 1 : 1000. Rechts von Axe 19 ist die 50 kV-Anlage, links die 150 kV-Anlage.

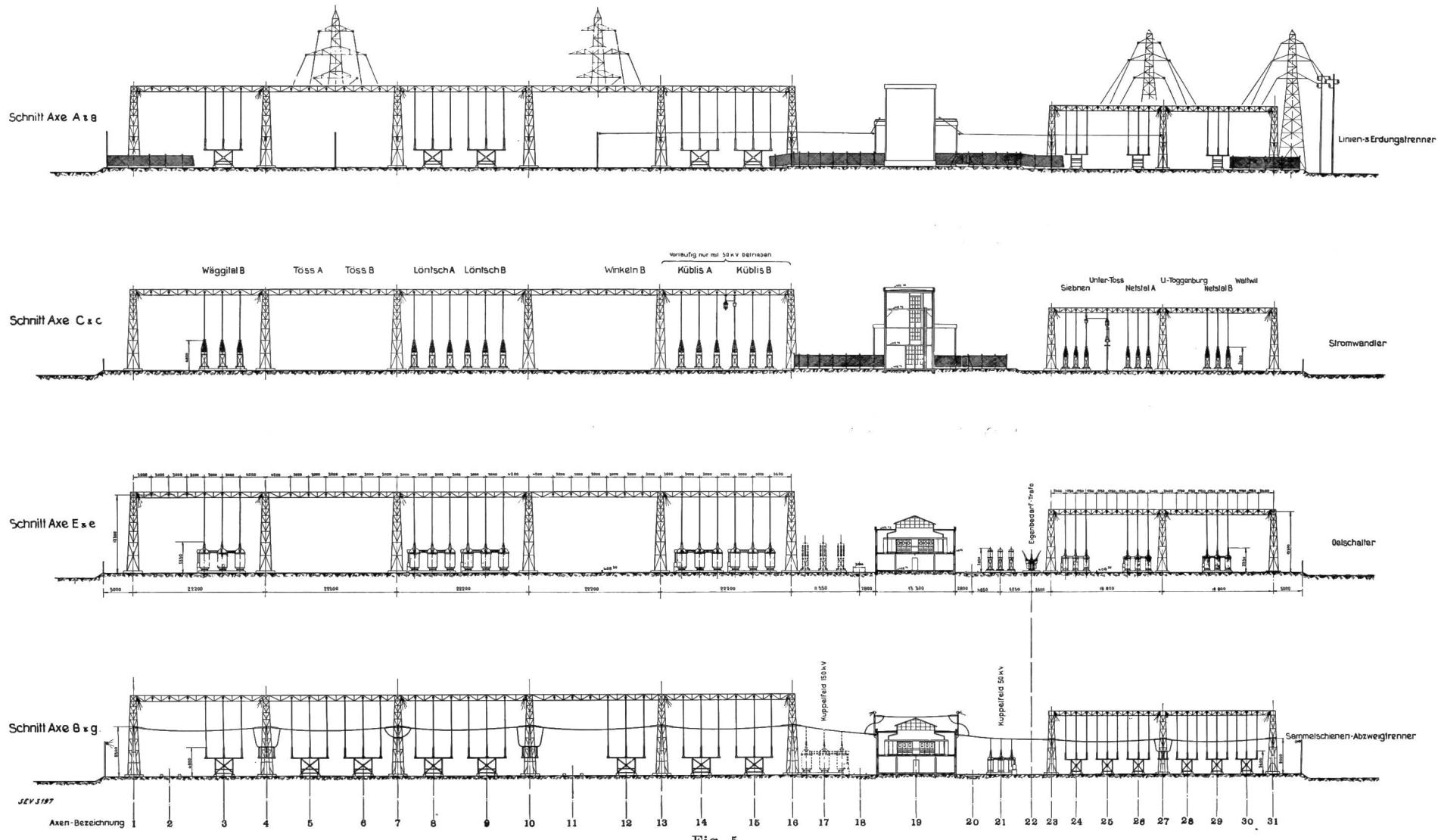
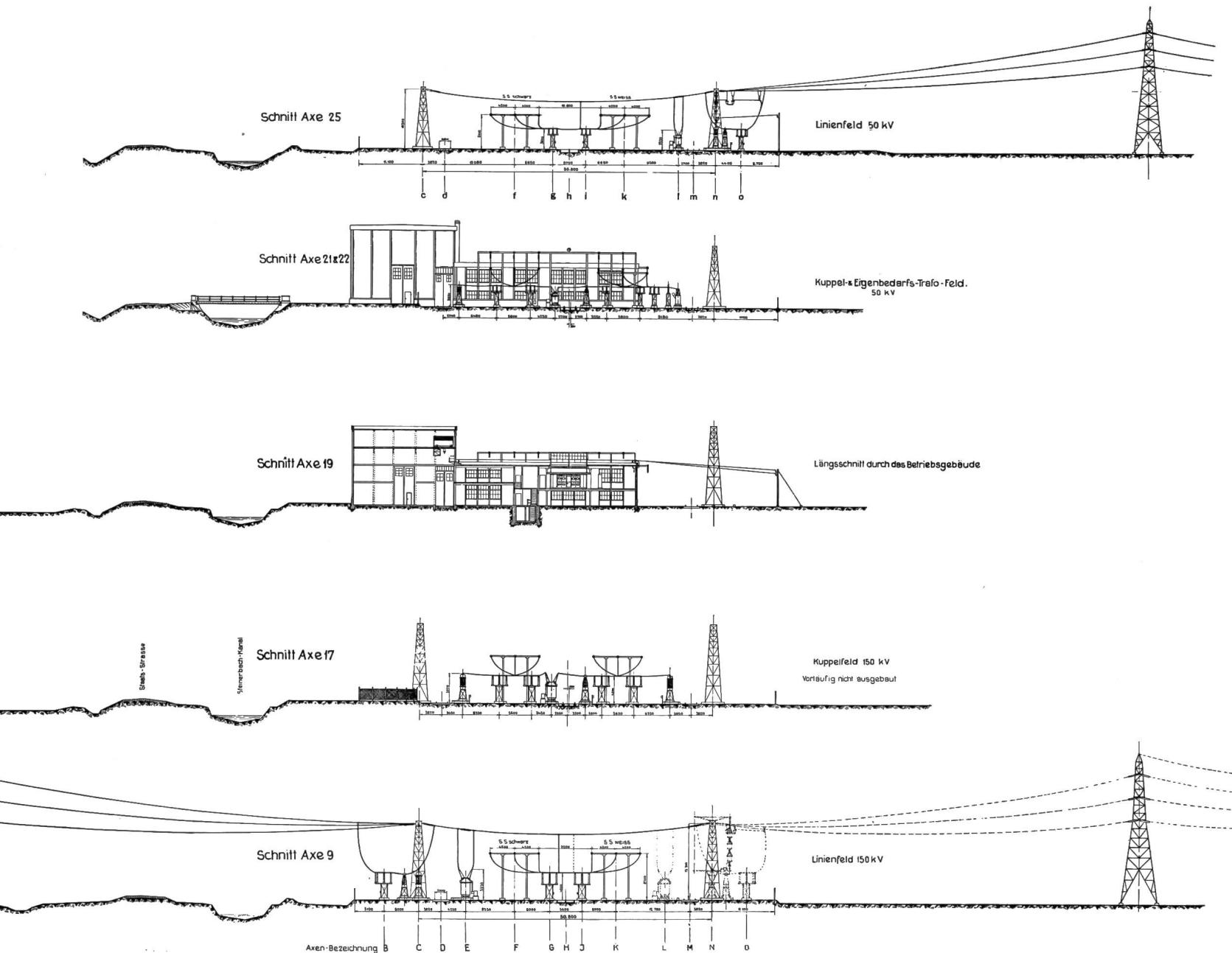


Fig. 5.
Längsschnitte 1 : 1000.

Fig. 6.
Querschnitte 1 : 1000.

gen zu unterdrücken. Die Berechnungen ergaben beim gewählten Seilquerschnitt von 185 mm² als kritische Glimmspannung ca. 132 kV.

Das Verbindungsmaßmaterial besteht aus konzentrischen Klemmen aus wetterfester Bronze. Angestellte Versuche führten zu dem Ergebnis, dass das Seil reißt, bevor es aus der Klemmverbindung ausschlüpft. Sämtliche Klemmen sind für eine Nennstromstärke von 600 A dimensioniert.

2. Trenner.

In beiden Anlagen sind Drehtrenner eingebaut. Tabelle II gibt die charakteristischen Konstruktionsdaten wieder.

Daten der Trenner.

Tabelle II.

Anlage	50 kV	150 kV
Nennspannung kV	64	150
Nennstromstärke A	600	600
Isolatorenhöhe mm	590	1410
Trennerlänge mm	1400	2400
Nassüberschlagsspannung . . . kV _{eff}	160	330

Die 50 kV-Stützer bestehen aus einteiligen, fünfschirmigen, braun glasierten Porzellan-Isolatoren-säulen. Bei den 150 kV-Trennern setzen sich die Stützer aus einem 50 kV-Element und zwei gleich grossen, dreischirmigen Gliedern zusammen, die miteinander verschraubt sind. Die einzelnen Säulen glieder sind mit Compoundmasse ausgegossen.

Die Befestigungsteile der Isolatoren, das Antriebsgestänge und die zugehörigen Eisenkonstruktionsteile sind verzinkt. Die Trennerpole sind auf die Gerüstkonstruktionen aufgeklemmt.

Fig. 7 zeigt eine betriebsfertige, dreipolare Trennergruppe. In Bedienungshöhe ist am Gerüst der Handantrieb angebaut, der für die Befehlgebung

vom Schaltstand aus mit Meldelampe und Glocke ausgerüstet ist. Um Betriebsumschaltungen rasch vollziehen zu können, sind sämtliche Sammelschienenabzweigtrenner außerdem mit einem Fernantrieb versehen, der mit 110 V Gleichstrom betrieben wird. Aber auch an allen übrigen Trennern sind die Vorbereitungen so weit getroffen, dass für die Motorbetätigung nur noch die Anschaffung des Antriebes nötig ist. Bei Störungen kann der Motorfernanztrieb durch einfache Nockenverstellung entkuppelt werden, womit zugleich der Handantrieb betriebsbereit gestellt wird.

3. Oelschalter.

Fig. 8 zeigt eine betriebsmässig aufgestellte 50 kV-Dreikesselölschaltergruppe mit dem Antriebsmechanismus. Die 150 kV-Oelschalter sind konstruktiv nicht abweichend. Die gewählten Schalttypen haben, entsprechend den grossen Betriebsforderungen, hohe Abschaltleistungen und reichliche Abmessungen.

Ihre Bauart vereinigt das Löschkammer- und Vielfachunterbrechungsprinzip ohne Schutzwiderstände. Jeder Schalterpol besitzt vier Löschkammern. Die Schaltstücke bestehen aus Zylinderkontakten und den in der Löschkammer festsitzenden, tulpenförmigen Gegenstücken. Die Löschkammern sind von langen Abschirmisolierhülsen umgeben. Außerdem ist die Kesselwandung von einem mit imprägniertem Hartholz versteiften Hartpapierzylinder ausgekleidet. Die Durchführungen sind nach dem Kondensatorprinzip gebaut. Der über den Schalterdeckel ragende Teil ist durch einen mehrteiligen Porzellanüberwurf geschützt.

Die Schalterpole sind auf der Antriebsseite durch ein einstellbares Gestänge gekuppelt. Diese Anordnung soll auch bei einseitigem Nachgeben der Fundamente ein einwandfreies Spiel des Schalt-

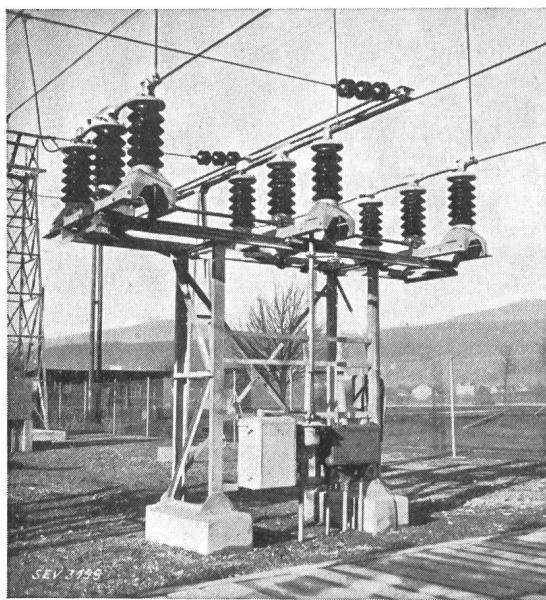


Fig. 7.

Dreipolare 50 kV-Trennergruppe mit Hand- und Motorantrieb, sowie angebautem Klemmenkasten.

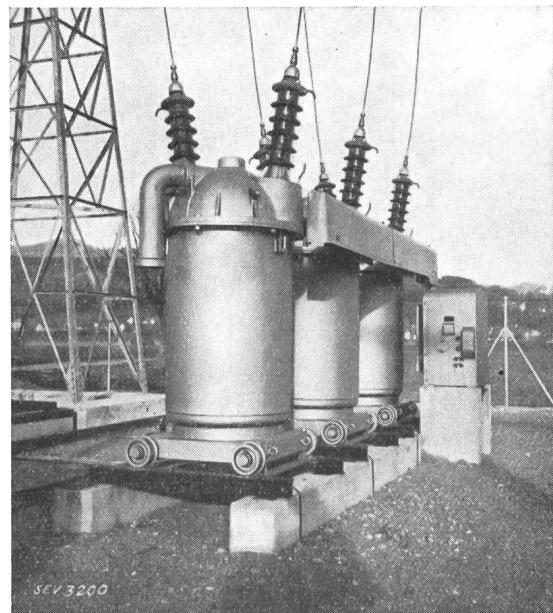


Fig. 8.
50 kV-Oelschaltergruppe.

mechanismus gewährleisten. Die kräftig dimensionierten, nahezu Halbkugelform aufweisenden Schalterdeckel bestehen aus Grauguss.

Die hauptsächlichsten Konstruktions- und Garantiewerte gehen aus Tabelle III hervor.

Daten der Oelschalter.

Tabelle III.

Anlage	50 kV	150 kV
Nennspannung kV	64	150
Nennstromstärke A	600	400
Abschaltleitungs (zulässige Betriebsbeanspruchung) kVA	750 000	1 500 000
Abschaltstrom (Effektivwert) A	9 200	6 400
Abschaltspannung (Effektivwert) kV	47,5	135
Einschaltstromstoss (Scheitelwert) A	13 000	9 000
Prüfspannung zwischen Anfang und Ende des offenen Poles und Spannungsführender Teile gegen Kessel kV _{eff}	129	300
Nassüberschlagsspannung der Durchführungen . . kV _{eff}	160	350
Achsdistanz d. Schalterpole mm	1 750	3 000

Mit Rücksicht auf die verhältnismässig langen Zuleitungen zu den Schalterantrieben und auf möglichste Kleinhaltung der Batteriekapazität wurden Kraftspeicherantriebe vorgeschrieben. Sie besitzen den Vorteil, dass die in gespannten Federn aufgespeicherte Schaltenergie durch einen Motor kleiner Leistung aufgebracht werden kann. Bei Versagen der elektrischen Aufzugsvorrichtung kann der Kraftspeicher mit einer Kurbel von Hand aufgezogen werden.

Die Antriebe sind für die 50 kV- und 150 kV-Oelschaltergruppen gleich durchgebildet und gegenüber austauschbar. Der Reserveantrieb steht ohne weitere Ergänzungen für beide Schaltertypen betriebsbereit.

Der Aufladevorgang des Kraftspeichers setzt mit einer selbsttätig oder von Hand erfolgten Schalterauslösung ein. Der Antriebsmechanismus betätigt zwangsläufig die im Antrieb für die Steuerung und Rückmeldung eingebauten Umschalter. Dank mechanischer Verriegelungen kann der Aufladevorgang weder durch elektrische noch durch Handbetätigung gestört werden. Die Gefahr ist damit beseitigt, dass bei unvollständigem Spannen der Federn eine unvollkommene Einschaltbewegung zur Auswirkung kommen kann. Der geladene und entladene Zustand des Kraftspeichers wird am Antrieb selbst angezeigt.

4. Stromwandler.

Ganz besondere Aufmerksamkeit wurde der Auswahl der Stromwandler geschenkt. Im Hinblick auf die Forderung nach Erreichung möglichst grosser Betriebssicherheit gingen die Bestrebungen dahin, Wandler mit hoher dynamischer und ther-

mischer Kurzschlussfestigkeit in die Anlage einzubauen. Unter Zugrundelegung des Vollausbaues bei zusammenhängenden Netzbetrieben haben vorsichtige Untersuchungen an einem Netzmodell zum Ergebnis geführt, dass die auftretenden Kurzschlussströme folgende Werte erreichen können:

50 kV-Anlage.

$I_{ka}^4)$ = ca. 10 100 A = 50facher Wandlernennstrom

$I_{kd}^5)$ = ca. 5 100 A = 26facher Wandlernennstrom

150 kV-Anlage.

I_{ka} = ca. 9 000 A = 45facher Wandlernennstrom

I_{kd} = ca. 5 100 A = 26facher Wandlernennstrom

Die Grösse I_{ka} war wegleitend für die in dynamischer Hinsicht zu stellenden Anforderungen, die Grösse I_{kd} für die thermische Sicherheit. Sie liegen im Vergleich zu den in Kraft- und Unterwerken auftretenden Kurzschlussströmen zufolge der geringen Leitungsimpedanzen zwischen diesen und dem Netzknotenpunkt verhältnismässig hoch.

Mit Rücksicht auf das vollständige Fehlen eines Ueberspannungsschutzes musste ferner auf den Einbau von Wandlern getrachtet werden, die hohe Spannungsfestigkeit besitzen.

Weil Messinstrumente und Zähler, im Gegensatz zu Distanzschutzapparaten, im Ueberstrombereich divergierende Charakteristiken erfordern, war die Anwendung zweier getrennter Kerne gegeben. Das Eintreten des Stromabfalles für den Messkern konnte bei 4fachem Nennstrom garantiert werden. Für den Relaiskern wurde dagegen bei Nennbürde und einem sekundären Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,6$ geradliniger Verlauf der Ueberstromcharakteristik bis zum 10fachen Nennstrom verlangt und bei 15fachem Nennstrom ein Uebersetzungsfehler von maximal 5 % und ein Winkelfehler von höchstens 3° zugelassen.

Zum Einbau gelangten sogenannte Stützerstromwandler (Fig. 9). Diese Wandlertype besitzt den Vorteil, dass sie kleine Abmessungen hat und sich daher leicht in die Anlagen einbauen lässt. Das Wandlersystem ist im Innern eines aus Sillimanit bestehenden, einteiligen, braun glasierten Isolierkörpers untergebracht. Dieser ist an seinem unteren Fassungsring mittels Klemmpratzen gefasst und auf den schmiedeisenernen Sockel öldicht abschliessend aufgeklemmt. Der Wandler selbst ist als Kreuzringtype gebaut, dessen ringförmige Eisenkerne mit der Sekundärwicklung auf der Grundplatte abgestützt sind. Die Primärwicklung ist stark mit Papier bandagiert und der ganze Isolierkörper mit Oel gefüllt. Die obere Haube ist als Oelausdehnungsgefäß ausgebildet und auf den Isolierkörper aufgeklemmt. Sie besitzt ein Oelstandsschauglas und enthält die Primärumschaltung auf zwei Messbereiche. Als Sprungwellenschutz ist ferner im Anschlusskopf ein Parallelwiderstand aus Silit-scheiben untergebracht. Im angebauten, mit Kabelendverschluss versehenen Anschlusskasten münden

⁴⁾ I_{ka} = Stosskurzschlussstrom (asymmetrischer Scheitelwert).

⁵⁾ I_{kd} = Dauerkurzschlussstrom (Effektivwert).

kräftig ausgebildete Sekundär-Durchführungsklemmen, die mit Laschen für das Kurzschiessen der beiden Wicklungssysteme ausgerüstet sind.

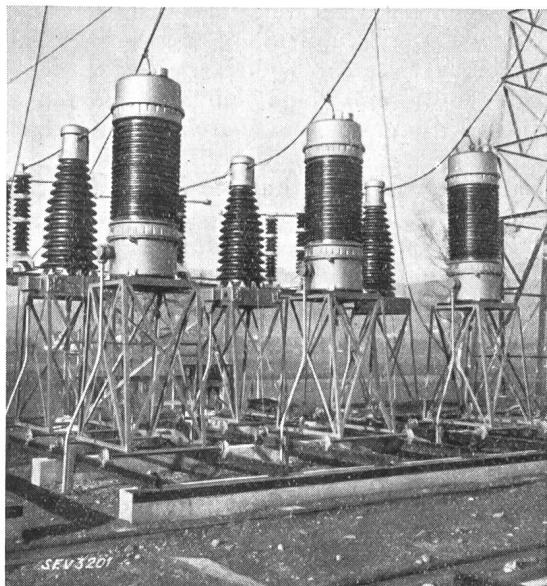


Fig. 9.

Ansicht eines vollständigen 150 kV-Wandlersatzes.
Vordere Reihe: 3 Einphasen Spannungswandler.
Hintere Reihe: 3 Stützerstromwandler.

Die Nennbüren der Wandler betragen einheitlich für den

Messkern: $2,4 \Omega$, entsprechend 60 VA in Klasse 0,5 % (E) und für den

Relaiskern: 4Ω , entsprechend 100 VA in Klasse 1 % (F).

Die elektrischen Festigkeitswerte sind:

Dynamische Festigkeit: Stoßströme von 150fachem Nennstrom.

Thermische Sicherheit: 80facher Sekundärnennstrom.

Spannungsfestigkeit: Nassüberschlag über
170 kV_{eff} beim 50 kV-Wandler
355 kV_{eff} beim 150 kV-Wandler

Jeder Wandler besitzt sein eigenes Fahrgestell. Die Spurweiten der Gestelle sind gleich denen der Oelschalter.

5. Spannungswandler.

Auf eine besondere Primärabtrennung und die Absicherung der Spannungswandler wurde grundsätzlich verzichtet; dagegen stellte man an ihre Spannungsfestigkeit besondere Forderungen. Um in allen Betriebsfällen für die Messung richtige Resultate zu erhalten, musste die Wahl zwischen in Stern geschalteten, mit dem Sternpunkt an Erde liegenden Einphasenwandlern und Dreiphasenspannungswandlern mit magnetischem Rückschluss getroffen werden. Man entschloss sich zum Einbau von Isoliermantelspannungswandlern (Einphasenspannungswandler) (Fig. 9).

Bei diesem Spannungswandler ist der zweischalige Eisenkern mit dem Wicklungssystem in

seiner Länge von einem Isolierkörper aus Sillimanit umgeben. Dieser bildet mit dem unteren Kessel und dem oberen Haubenteil einen öldichten Behälter. Der Eisenkern ist im Kessel auf eine Oelholzkonstruktion aufgesetzt. Das eine Säule umschließende Wicklungssystem besteht aus der Oberspannungswicklung, zwei Unterspannungswicklungen und einer Ausgleichswicklung. Das Ende der Hochspannungswicklung liegt mit dem unteren Behälter an Erde. In der Mitte ist sie mit dem Kern verbunden.

Die wichtigsten elektrischen Garantiewerte sind in Tabelle IV aufgeführt.

Daten der Spannungswandler.

Tabelle IV.

Anlage	50 kV	150 kV
Nennleistung		
d. Messwicklung in Klasse E bei unbelasteter Relaiswicklung . VA	200	250
der Relaiswicklung in Klasse F bei unbelasteter Messwicklung VA	200	250
Summennennleistung		
von Mess- und Relaiswicklung, ohne Verletzung ihrer Systemklassen VA	200	250
Prüfspannung		
mit Eigenspannung und erhöhter Frequenz kV_{eff}	129	301
der Unterspannungswicklungen kV_{eff}	3	3
Nassüberschlagsspannung		
des Isolierkörpers kV_{eff}	160	330
Glimmgrenze kV_{eff}	85	220

Für die Aufstellung der Wandler wurden die gleichen Fahrgestelle wie für die Stromwandler verwendet.

6. Geleiseanlage und Transportwagen.

Bei der Projektierung grösserer Freiluftanlagen spielt die Disposition der Geleiseanlage eine bedeutende Rolle. Im vorliegenden Falle wurde das Gebäude derart zwischen beide Anlagen eingeschoben, dass, abgesehen von den beiden Kupplungs- und 50 kV-Hilfsfeldern mit einem gemeinsamen Verschubwagen alle Apparate einer Anlageseite in gerader Ausfahrt aus der Montagehalle verfahren werden können, während zur Erfassung der übrigen Apparate auf der gegenüberliegenden Seite ein weiteres Längsgeleise und ein Quergeleise mit zwei Kreuzungen nötig ist.

Der Transportwagen ist entsprechend dem grössten Transportgewicht (150 kV-Schalterpol) für 10 t Tragfähigkeit bemessen. Er besitzt zwei zwischen den Quer- und zwei zwischen den Längsträgern laufende Rollenpaare. Das erste bewegt sich um feststehende Bolzen, das zweite ist auf exzentrischen Zapfen gelagert. Steht der Wagen für den Verschub aus der Längs- in die Querrichtung auf der Kreuzung, so wird er zuerst durch Spindeln arretiert. Alsdann werden über ein selbsthemmendes Schneckengetriebe durch Ratschenantrieb die exzentrischen Zapfen verdreht, wodurch die entsprechenden Laufrollenpaare gegenüber den beiden

andern Rollenpaaren um ca. 20 mm gehoben werden. Auf diese Weise wird die Fahrrichtungsänderung eingeleitet.

B. Innenanlage.

Das Betriebsgebäude besteht aus einem Eisengerippe, das zur Bildung der Umfassungsmauern mit Kalksandsteinen ausgefüllt ist. Für die Zwischenböden und das Flachdach wurden Betonhourdis verwendet.

Für die allgemeine Innenraumdurchbildung war die Entfernung zwischen der Steinerbach-seitigen Geleisellängsachse und derjenigen des Sammelschienenbedienungsganges wegleitend, denn durch die erste war die Lage des Montageraumes, durch die zweite die Eingliederung des Kabelverteilraums und des darüber liegenden Schaltstandes festgelegt. Die übrige Raumgestaltung hatte ihren Ausgang vom Schaltstand aus zu nehmen, denn von dieser zentralen Stelle aus mussten die mit ihr zusammenhängenden Bedienungsstellen, ihrer Bedeutung nach geordnet, folgen. Fig. 10 lässt die nach diesen Gesichtspunkten gefundene Lösung erkennen.

Der Hauptbau gliedert sich in:

- das Kellergeschoß, das gegen das Eindringen von Grundwasser besonders abgedichtet werden musste;
- das hochwasserfrei liegende Erdgeschoß, umfassend, vom Treppenhaus aus betrachtet, auf der einen Seite den Kabelverteilraum, den Batterie- und Geräteraum, auf der anderen Seite einen Aufenthalts- und Waschraum für das Personal und die Werkstätte mit Schmiede;
- das Obergeschoß, enthaltend außer dem Schaltstand mit Eigenbedarfsschalttafel den über dem Batterieraum liegenden Umformerraum und den Hochfrequenzgeräteraum.

Unmittelbar vom Treppenhaus zugänglich ist weiter das Betriebsbüro sowie das Magazin.

7. Schaltstand.

Von besonderem Interesse dürfte die Ausgestaltung des Schaltstandes und die zugehörige Kabelverteilanlage sein, weshalb auf diese Anlageteile näher eingegangen wird.

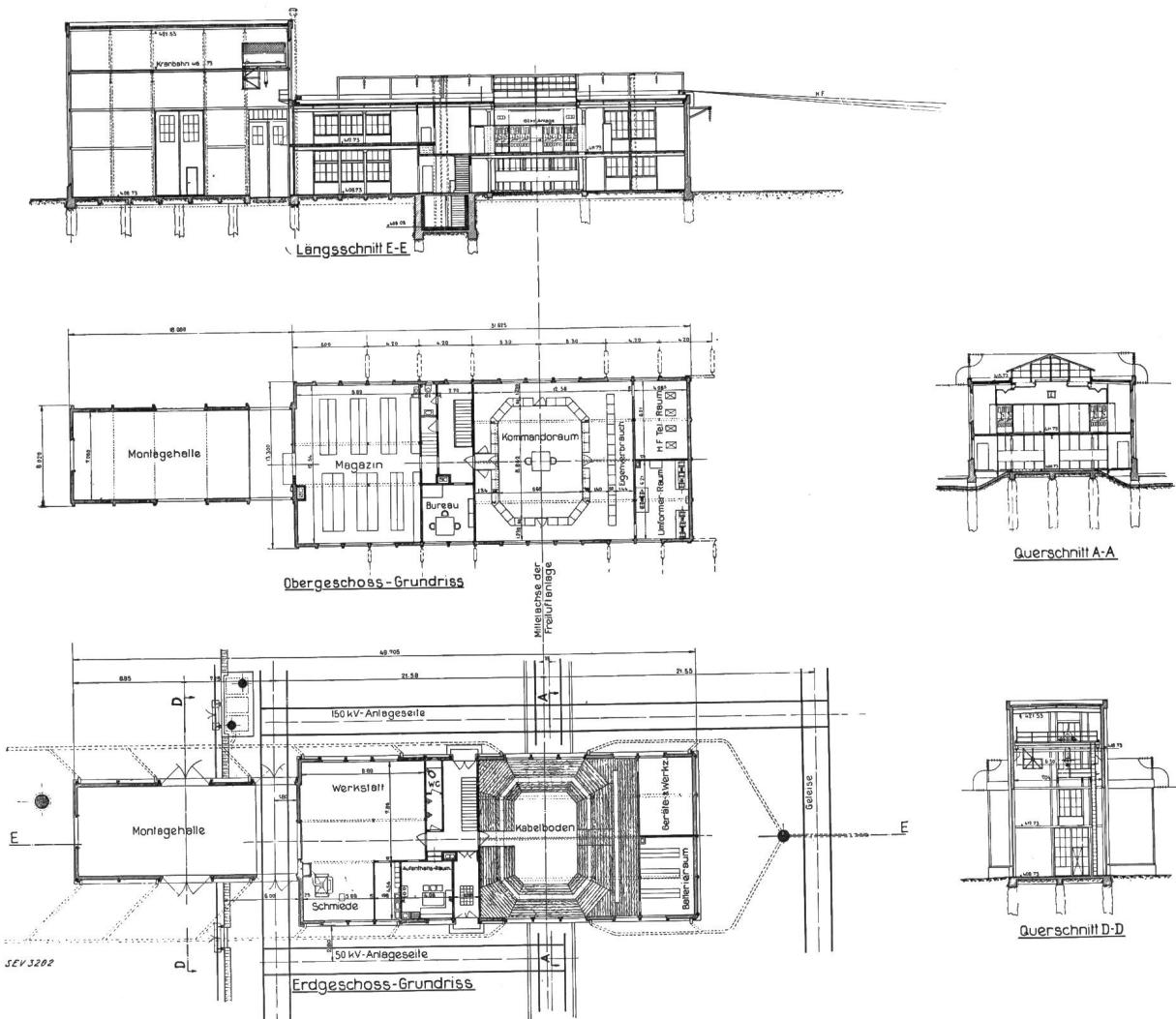


Fig. 10.
Längsschnitt, Grundrisse und Querschnitte des Betriebsgebäudes. Maßstab 1:600.

Der Grundsatz einer Gliederung der Gesamtanlage in eine 50 kV- und 150 kV-Anlage wurde auch für den Aufbau des Schaltstandes eingehalten. Daraus ergab sich eine symmetrische Grundrissgestaltung desselben. Der Schaltstand besitzt Achteckform. Seine Längsachse liegt quer zur Gebäudehauptachse. Die wesentlichsten lichten Raummasse betragen:

Längsachse . . .	8,80 m
Querachse . . .	6,60 m
Höhe	4,10 m.

Die Anordnung geht aus dem Grundriss Fig. 10 hervor. Aus ihm ist ersichtlich, dass die links und rechts der Gebäudehauptachse liegenden Hälften der 150 kV- bzw. der 50 kV-Schaltanlage zugeordnet sind.

Die Schalttafelrückwandseiten sind vom Hauptgang aus überall zugänglich. Durch zwei Seitentüren in der Längsachse des Kommandoraumes gelangt man ebenfalls zu den Seitengängen. Durch die Fenster dieser Seitengänge hat man den Ueberblick über die Freiluftanlagen.

Die Belichtung des Raumes erfolgt durch Oberlicht, durch das auch eine reichliche Entlüftung möglich ist. Die Abdeckung des Oberlichtes besteht aus mattem, geätztem Glas, so dass störende Rückstrahlungen an Messgeräten bei Tageslicht und künstlicher Beleuchtung vermieden werden.

Die Betätigungsstufen sind in Felder unterteilt, die den einzelnen Betriebsteilen der Außenanlagen entsprechen. Sie sind beidseitig vom Haupteingang ausgehend aufeinanderfolgend angeordnet. Das darauf aufgebaute Schema, enthaltend die Steuer- und Rückmeldegeräte, bringt in seinem Zusammenhang mit der Reihenfolge der Felder den Hochspannungsteil abwicklungsgetreu zur Darstellung. Fig. 11 und 12 zeigen die Anordnung der Tafeln und deren Aufbau.

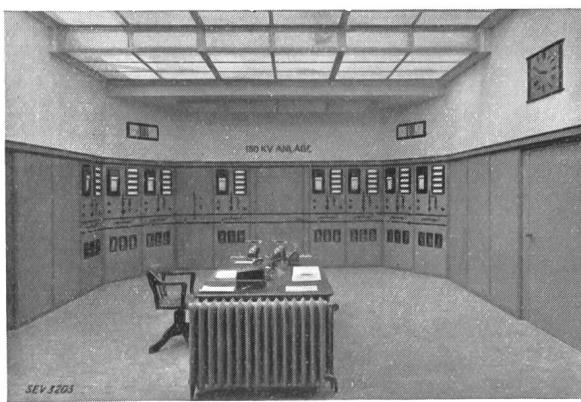


Fig. 11.
Schaltstand.
Gesamtansicht der Schalttafeln für die 150 kV-Anlage.

Der Schaltstand enthält nur jene Instrumente und Apparate, die für die dauernde Ueberwachung der Anlage erforderlich sind. Aus diesem Grunde wurde der Einbau der Zählersätze in die rückseiti-

gen Schalttafelabschlüsstüren vorgesehen und die Betätigungsstufen für die Eigenbedarfsanlage gelangten als Nebenschalttafel zur Aufstellung.

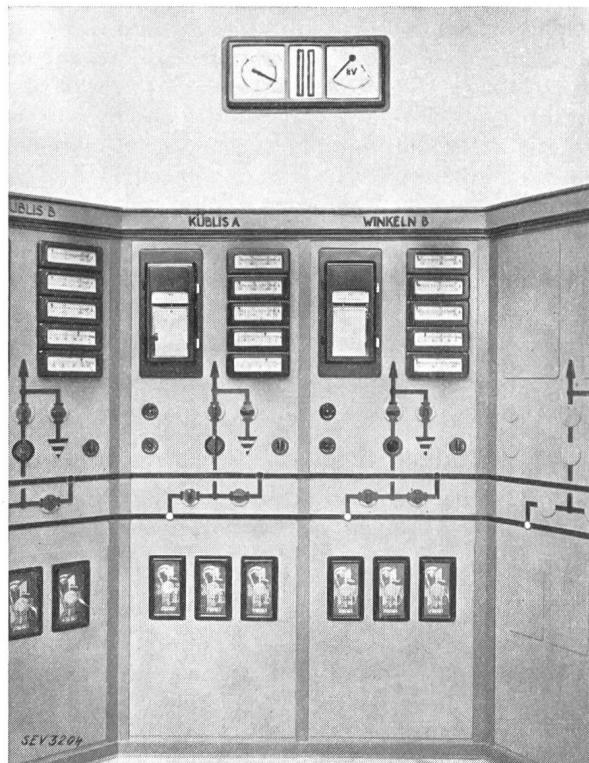


Fig. 12.
Schaltstand.
Teilansicht der Schalttafeln.

Ein normales Linienschalttaffeld (Fig. 12) mit den Abmessungen:

Höhe . . .	2400 mm
Breite . . .	800 mm
Tiefe . . .	700 mm

enthält an Messgeräten:

- 3 Stromzeiger für Messung der Phasenströme;
- 1 Blind-Megawattzeiger;
- 1 Spannungszeiger mit Umschalter für Messung der verketteten und unverketteten Phasenspannung;
- 1 Registrer-Megawattmeter.

Sämtliche zeigenden Messgeräte besitzen Flachprofilform mit wagerechter Lage des Anzeigesystems. Sie sind in der aufgeführten Reihenfolge untereinander angeordnet und durch einen Einbaurahmen gleicher Abmessungen, wie das auf gleicher Höhe eingebaute Registrerinstrument zu einem Messinstrumentensatz zusammengefasst.

Unter den Messinstrumenten ist das Schaltungs-schema der Anlage dargestellt. In dieses sind die Steuer- und Kommandierschalter für die Fernsteuerung, bzw. Fernbetätigung der Oelschalter und Trenner direkt eingebaut. Die Fernsteuerung bzw. die Kommandierung erfolgt nach dem sogenannten Steuerquittungssystem, bei welchem jede Schaltungsänderung nicht nur befohlen, sondern auch quittiert wird.

Der untere Teil der Schalttafeln wird einheitlich von den Schutzeinrichtungen belegt. Zum Einbau gelangte der Distanzschutz, der mit dem Ausbau der Verteilanlagen im 50 kV- und 150 kV-Netz allgemein zur Verwendung kommt. Die zweckmässige Unterbringung des Leitungsschutzes führte zur Ausbildung eines geeigneten Fahrgestelles, auf dem die Distanzrelais mit den nötigen Zusatzapparaten, Anschluss-, Prüf- und Umschaltklemmen angeordnet sind. Der Relaissatz kann von der Rückseite in das Schalttaffeld eingefahren werden. Die Relais können daher im Schaltstand dauernd überwacht und nach jedem Ansprechen bedient werden. Der untere Teil der Tafel, aus der die Distanzrelais vorstehen, ist als Türe ausgebildet mit Ausschnitten für die einzelnen Relais. Mit dem Oeffnen der Türe liegen die Schutzapparate sowie der zum Anschluss des Prüfapparates bestimmte Prüfklemmensatz frei. Die Verbindungen zwischen den Anschlussklemmen und den Apparaten sind am Gestell fest verlegt. Nach dem Lösen der biegsamen Anschlussleitungen und der Wagenarretierung kann mit der vollständigen Schutzeinrichtung ausgefahren werden. Die Vorteile dieser Anordnung liegen in der leichten Auswechselbarkeit.

Schreibende Spannungszeiger dienen zur Ueberwachung der Sammelschienenspannung. Die Erd-schlussanzeige erfolgt durch Signalrelais und Voltmeter.

Jede Betriebsseite ist mit zwei vollständigen Synchronisereinrichtungen ausgestattet, die derart in die Wand eingebaut sind, dass der Wärter von jedem Standort aus eines der Geräte gut überblicken kann. Diese bestehen aus einem Doppel-frequenzmesser, einem Doppelspannungszeiger und einem Synchronoskop. Die drei Instrumente sind in einem gemeinsamen Rahmen zusammengefasst.

Der olivgrüne Farbanstrich der Schalttafeln und die mattschwarzen Apparaterahmen geben dem Schaltstand eine ruhige Raumwirkung.

8. Kabelverteilraum.

Der Kabelverteilraum umfasst die gesamte Kabelverteilung des Schaltstandes und der Eigenbe-

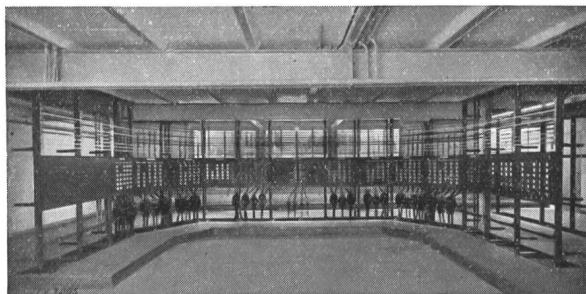


Fig. 13.
Kabelverteilanlage für den 150 kV-Teil.
Gesamtansicht (Bedienungsseite).

darfsanlage. Der Aufbau und die Felderunterteilung der Verteilanlagen entspricht restlos der Anordnung der ihr im darüber liegenden Geschoss

zugeordneten Schalttafeln. Fig. 13 und 14 zeigen die Kabelverteilung der 150 kV-Anlage. Der zu beiden Seiten des Betriebsgebäudes ausgehende Sam-

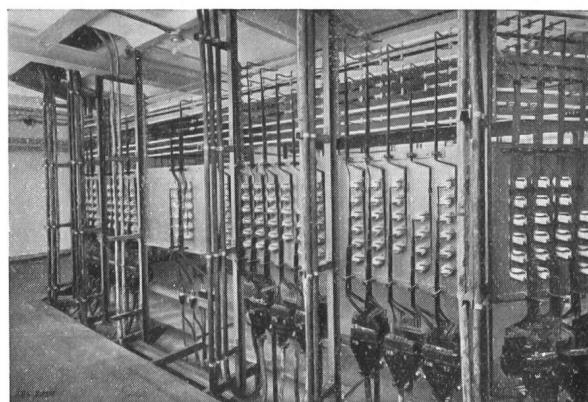


Fig. 14.
Kabelverteilanlage für den 150 kV-Teil.
Teilansicht (Rückseite).

melschienen-Bedienungsgang ist zugleich als abdeckbarer Hauptkabelkanal ausgebildet. Von ihm aus münden die Mess-, Steuer- und Rückmeldekabel in den Kabelverteilraum ein. Schon bei ihrem Eintritt in den Kanal erfolgt durch eingelegte Ueberführungen die Gruppierung entsprechend der Reihenfolge der Felder, so dass sie sich innerhalb des mit Holz abgedeckten Kabelbodens fächerförmig auf die ihnen zugeordneten Gerüstfelder verteilen. Das Kabelverteilgerüst dient zugleich als Träger der durchlaufenden Hilfsschienen der Steuer- und Meldeanlage für Trenner und Oelschalter. Für beide Anlagen erfolgt ihre Speisung von der Eigenbedarfsanlage aus in die Mittelfelder, denen im Schaltstand die Seitentüren entsprechen. In Bedienungshöhe ist das Gerüst als durchgehende Sicherungstafel ausgebildet. Alle Steuer- und Rückmeldedrähte der Betätigungsleitung werden von den Hilfsschienen aus über Sicherungen gespiesen. Jeder Trenner- oder Oelschaltergruppe zugeordnete Sicherungen sind auf den Tafeln in vertikalen Reihen gruppiert. Die Betätigungsgeräte können daher für Ueberholungsarbeiten leicht spannungslos gemacht werden.

Die Endverschlüsse sind mit numerierten Reihenklemmenleisten ausgerüstet. Die Verbindungsleitungen sind am Anfang und Ende mit schwarzen Isolierhülsen und farbigen Kennmarken versehen, die den Klemmenbezeichnungen der Endverschlüsse entsprechen.

9. Mess- und Betätigungsleitungskabelanlage.

Dem Aufbau lag der Gedanke zugrunde, Mess- und Betätigungsleitungen von Apparaten, die einander betriebstechnisch zugeordnet sind, bereits an ihrem Standort zusammenzufassen.

Grundsätzlich zerfällt die Kabelführung des Linienfeldes in fünf Gruppen. Abweichende Felder sind prinzipiell hievon nicht verschieden.

- Gruppe 1: Linien- und Erdungstrenner.
 » 2: Strom- und Spannungswandler.
 » 3: Sammelschienen-Abzweigtrenner.
 » 4: Sammelschienen-Trenner.
 » 5: Oelschaltergruppe.

Als Kabelleitungs-Sammelstellen für die Zusammenfassung zu Betriebsgruppen wurden für Messwandler und Trenner einheitlich ausgebildete, waserdichte Klemmenkästen verwendet. Für Oelschaltergruppen sind die Steuer- und Rückmeldeleitungen bereits im Antrieb zusammengefasst.

10. Eigenbedarfsanlage.

Kennzeichnend für die getroffene Anordnung ist die örtliche Zusammenfassung aller Hilfseinrichtungen im Interesse der Bedienung, wie auch zur Erzielung kurzer Verbindungsleitungen. Die Betätigungsstafel ist in die Wechselstrom-Licht- und -Kraftverteilung und in die Gleichstromverteilungsanlage unterteilt. Daneben sind in besonderen Feldern die Schalteinrichtungen für die Haus- und Hochfrequenz-Telephonieanlage untergebracht. Insgesamt wurden 9 Felder ausgebaut; 4 weitere sind für allfällige spätere Fernmesseinrichtungen reserviert. Die Lichtverteilung, von der Eigenbedarfsstafel aus bedienbar, erfolgt mit 220 V Wechselstrom und 110 V Gleichstrom als Notbeleuchtung. In beide Außenanlagen führen je zwei separate Speisekabel für Gleich- und Wechselstrom. Davon getrennt wurde die Innenbeleuchtungsanlage entworfen. Damit die Betriebsüberwachung auch bei Störung nicht gefährdet ist, hat man die Notbeleuchtung des Treppenhauses und des Schaltstandes von Wechselstrom automatisch auf Gleichstrom umschaltbar gestaltet. Dies wurde durch den Einbau eines Zwischentransformators erreicht, der die Wechselspannung von 220 V auf 110 V transformiert, so dass für beide Energiequellen dieselbe Installation verwendet werden konnte.

Der Umformerraum enthält neben der Eigenbedarfs-Umformergruppe von 10 kW Leistung bei 110—165 V regulierbarer Gleichstromspannung zwei Doppelspannungsumformergruppen von je 2,3 kW zur Erzeugung der Heiz- und Anodenspannung von 30 V, bzw. 430 V für die Hochfrequenztelephoniegeräte. Beide Aggregate, wovon eines als Reserve bereit steht, arbeiten je mit einem Drehstrom- und Gleichstrommotor als Antriebsmaschinen. Die Umschaltung von Drehstrom- auf Gleichstrombetrieb und zurück sowie die Einschaltung der Ersatzgruppe geht bei Störung selbsttätig vor sich.

Ausserdem ist im nämlichen Raum eine zentrale Blinkeinrichtung zur Speisung der Rückmeldeanlagen untergebracht.

Für die beschriebenen Hilfsbetriebe gelangte eine Bleibatterie von 216 Ah Kapazität mit 60 Ele-

menten zur Aufstellung. Die Regulierung der Spannung erfolgt mit Doppelzellenschalter und 21 Schaltzellen.

11. Montageraum und Oelhaltungsanlage.

Der Montageraum besitzt im Zuge der Zufahrtsstrasse zwei grosse Durchfahrtstore für den Zu- und Wegtransport von Lieferungen und zwei gleiche Tore über dem durchgehenden Verschubgeleise, durch welche die Apparate von der Halle in die Freiluftanlage gefahren werden können. Der Montageraum kann mit einem elektrischen 3-Motoren-Laufkran von 10 t Tragkraft und 6,5 m Spannweite auf die ganze Länge befahren werden. Mit dem Kran kann auch der Transport von Lagermaterial zum Magazin erfolgen.

Zur Montage der Oelschalter wurden insgesamt rund 120 t betriebsfertiges Oel aus der zentralen Oelhaltungsanlage des Kraftwerkes Eglisau bezogen, während alle übrigen Apparate mit total ca. 35 t Oelgewicht ölabgefüllt geliefert wurden. Die Oelhaltungsanlage konnte neben einer Oelfiltrier- und Prüfeinrichtung auf den Einbau eines Oelbehälters beschränkt bleiben, der mit seinem Fassungsvermögen von 20 m³ für die Entleerung einer 150kV-Schaltergruppe ausreicht. Er ist auf dem Zufahrtsplatz in den Boden versenkt und besitzt außer einer Einstiegöffnung einen Rohrabschluss in den Montageraum.

12. Hochfrequenztelephonieanlage.

Ausser dem Amtsanschluss besitzt die Anlage Anschluss an das Hochfrequenztelephonienetz der Nordostschweizerischen Kraftwerke⁶⁾. Aus Fig. 6 geht der Einbau der Kopplungsgeräte hervor.

VI. Bauausführung.

Mit der eigentlichen Montage des elektromechanischen Teiles wurde Mitte Mai 1930 begonnen. Trotz des überaus niederschlagsreichen Sommers, der dem Fortgang der Arbeiten vielfach hinderlich war, gelang es, Ende Dezember die 50kV-Anlage in Betrieb zu nehmen und die 150kV-Anlage fertig zu stellen. Die 150kV-Linien wurden jedoch, im Hinblick auf den übrigen Ausbau des Höchstspannungsnetzes und weiterer Anlagen, zunächst durchgeschaltet. Die schrittweise Inbetriebnahme dieser Anlage erfolgte, den Betriebsbedürfnissen entsprechend, im Laufe des Frühjahres 1931.

Die Projektierung und Bauleitung der gesamten Anlage lag in den Händen der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G. selbst. Abgesehen von Spezialarbeiten wurden die elektromechanischen Einrichtungen mit eigenem Personal unter Zuzug von Hilfsarbeitern montiert.

⁶⁾ Siehe Bull. SEV 1929, Nr. 23, S. 795.