Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 88 (1970)

Heft: 25

Artikel: Die Aluminiumhütte der Icelandic Aluminium Co. Ltd. in Straumsvik (Island). 4. Teil: Energieversorgung und elektrische Anlagen

Autor: Forrer, K.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-84544

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: 26.07.2025

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

anschliessenden Gummiförderband gelangt die Tonerde in die Mitte des Silos, von wo sie in diesen entladen wird.

Am Boden des Silos sind Fluidisierrinnen eingebaut, durch welche Luft in die Tonerde geblasen wird. Dadurch fliesst die Tonerde durch die Ausläufe und über Fliessrinnen in einen pneumatischen Elevator, der sie in einen Zwischensilo fördert, von wo die Transportfahrzeuge beladen werden. Diese Fahrzeuge sind als Druckkessel ausgebildet, so dass die Tonerde direkt in die Hallensilos geblasen werden kann. Der Auszug dieser Hallensilos und die Zufuhr zu den Ofenmanipulatoren erfolgt wiederum mit Fluidisierrinnen.

11. Druckluft, Öl- und Gasversorgung, Heizung

Im gesamten Werksareal werden zwischen 30 und 60 m^3/min Druckluft verbraucht. Diese relativ grosse Menge rechtfertigte den Bau einer zentralen Druckluftversorgungsanlage. Es wurden drei direkt mit Elektromotoren gekuppelte Kompressoren von 30 m^3/min mit einem Enddruck von 7 atü gewählt. Die Versorgung aller Anlagen ist durch ein Ringnetz sichergestellt.

Bei dem für Giesserei und Heizung, aber auch für die Kathodenreparatur lebenswichtigen Schweröl wurde ein Lager für rund 1½ Monate vorgesehen. Die zwei Ölbehälter können direkt von kleinen Küstentankern oder von Tankwagen gefüllt werden. Bei den wichtigsten Verbrauchern liegen Tagesbehälter, die durch Stichleitungen gefüllt werden. Erst in diesen Behältern wird das Öl auf die eigentliche Temperatur, die beim Brenner notwendig ist, gebracht. Im Hauptbehälter selbst wird die Temperatur lediglich so weit erhöht, dass das Öl gut gepumpt werden kann. Für die Begleitheizung der Rohre wurden elektrische Heizkabel installiert.

Besondere Schwierigkeiten bei der Projektierung bereitete die Gasversorgung. In Island wurde bis anhin nur Gas in Flaschen von maximal 50 kg eingeführt. Das Aufheizen von Rinnen und das Vorwärmen der Kathodenblöcke ist praktisch nur mit Gas durchführbar; doch erwies sich ein Import mit Tankschiffen im Projektierungsstadium als zu teuer. Man wählte daher die Lösung, Grossbehälter mit einer Kapazität von 2 t Flüssiggas einzusetzen, die ständig zwischen Rotterdam und Island zirkulieren und den Bedarf an Gas sicherstellen. Die Behälter werden dann mittels Kreiselpumpen in einen Haupttank entleert. Von dort gelangt das Gas über Verdampfer zum Verbraucher in Giesserei, Elektrolysehalle und Kathodenreparaturwerkstatt.

Für die Heizung wurde ein System mit Druckwasser und Temperaturen bis 130 °C gewählt. In den Betriebsbüros wurden besondere Wärmeumsetzer mit einem sekundären Kreislauf eingebaut, damit die Radiatoren nicht zu heiss werden. In den Betriebsräumen und Werkstätten jedoch werden die Luftvorwärmer direkt mit dem Heisswasser beaufschlagt. Die Heizung wurde so bemessen, dass in allen Räumen, in denen gearbeitet werden muss, Mindesttemperaturen von 16 °C gehalten werden können. In der Zentrale stehen zwei Kessel zur Verfügung, die bei Normalbetrieb mit Schweröl betrieben werden.

IV. Teil: Energieversorgung und elektrische Anlagen

Von **K. Forrer**, Prok. der Schweiz. Aluminium AG, Zürich

1. Kraftwerksanlage

Inmitten einer Lavalandschaft, rund 100 km östlich von Reykjavík (siehe Bild 26) hat Landsvirkjun (staatl. Elektrizitäts-Gesellschaft) das Kraftwerk Búrfell errichten lassen. Der Fluss Thjórsá weist mit seinem Einzugsgebiet von 6400 km^2 die grössten Wasserreserven Islands auf. Die ausbaubare jährliche Energieproduktion wird auf 9600 Mio kWh geschätzt, wovon 30% im Gebiet Búrfell anfallen. Im Endausbau des Kraft-

Bild 26. Übersicht über die Kraftwerksanlagen in Búrfell

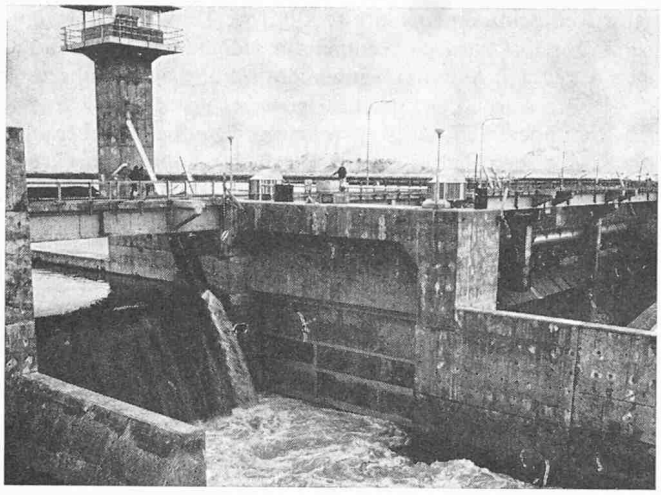


Bild 27. Links die Eisrinne mit Abfluss zum Bjarnalaekur-Kanal, rechts das Stauklappenwehr an der Thjórsá

werkes Búrfell werden sechs Einheiten von je 35 MW 1700 Mio kWh/Jahr erzeugen. Die erste Etappe umfasst drei Gruppen mit einer Gesamtleistung von 105 MW. Rund 60% dieser Produktionskapazität sind für die Aluminium-Hütte reserviert, der Rest dient dem rasch wachsenden bürgerlichen Konsum. Die Wasserführung der Thjórsá bei Búrfell beträgt im jährlichen Mittel 340 m³/s, bei einer Spitze von 2000 m³/s und einem Minimum von 70 m³/s.

Dem Problem des Eisgangs im Fluss Thjórsá (Treibeis) musste besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Der Eisabscheider und die Wasserfassung sind auf Grund eingehender Modellversuche entworfen worden (Bild 27).

Für den Fall von vorübergehender Eisbildung im Fluss oder eines Bruches der 220-kV-Leitung war es notwendig, in der Nähe des Hüttenwerkes eine Gasturbinenstation mit einer Leistung von 2×15 MW (später 3×15 MW) zu installieren, welche verhindert, dass bei vorübergehenden Schwierigkeiten die Elektrolysezellen einfrieren.

Die in Búrfell erzeugte Energie wird über eine 96 km lange 220-kV-Freileitung zur Kuppelstation Geitháls und von dort über weitere 20 km nach dem Hüttenwerk an der Meeresküste bei Straumsvik transportiert.

2. Hauptstromversorgung allgemein

Die zwei in Straumsvík ankommenden 220-kV-Leitungen werden als Sammelschienen-Verlängerung in die Schaltanlage der ISAL eingeführt. In späteren Ausbauetappen wird Landsvirkjun in unmittelbarer Nähe eine Kuppelstation errichten. Der Aufbau der Schalt-Anlage ist aus dem Schema (Bild 28) und aus der Querschnittzeichnung (Bild 29) ersichtlich. Alle wichtigen Strompfade weisen einen kompletten

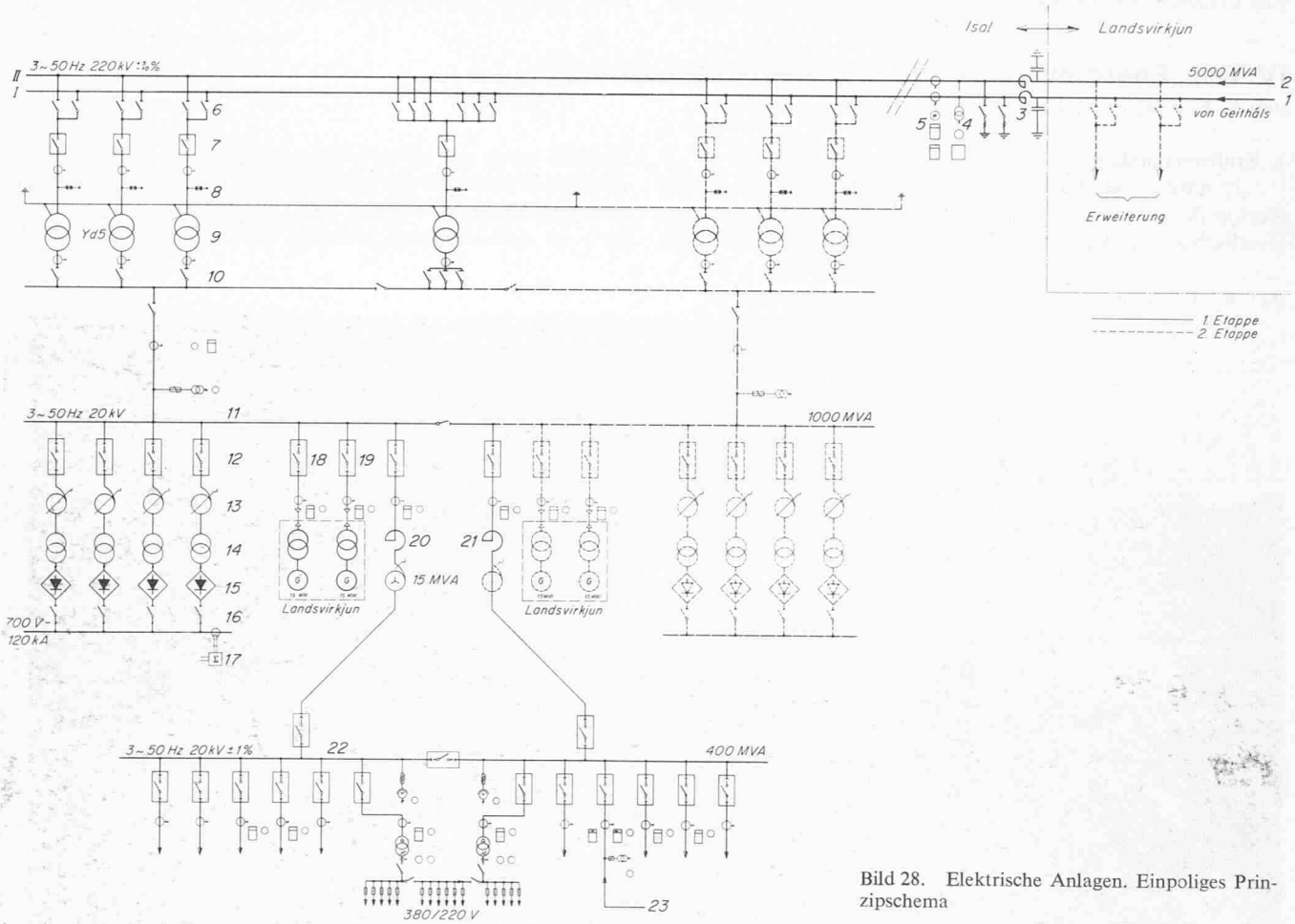
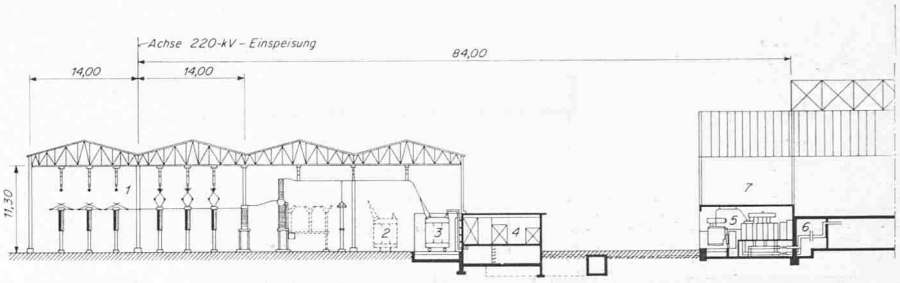


Bild 28. Elektrische Anlagen. Einpoliges Prinzipschema

1 und 2 ankommende 220-kV-Leitung
3 Ankopplung für Trägerfrequenz-Telephon- und Signal-Verbindung
4 Spannungswandler
5 Stromwandler
6 Sammelschienentrenner
7 ölarmer 220-kV-Schalter, 5000 MVA
8 Überspannungsableiter
9 Haupttransformatoren 220/20 kV ($3 \times 36^2/_3 = 110$ MVA)
10 Sammelschiene für Dreieckschaltung der Transformatoren
11 1000-MVA-Sammelschiene
12 ölarmer 20-kV-Schalter
13 Regeltransformator
14 Gleichrichtertransformator
15 Siliziumgleichrichter
16 Gleichstrom-Trenner
17 Gleichstromwandler
18 und 19 Einspeisungen von den Gasturbinengruppen
20 normale Einspeisung für Werksversorgung
21 Reserve-Einspeisung für Werksversorgung
22 Nebensammelschiene für Werksversorgung
23 Noteinspeisung (1600 kVA) aus dem Ortsnetz

Bild 29. Querschnitt durch die gesamte Anlage

1 überdeckte und verkleidete 220-kV-Anlage
2 Transformatoren-Transportweg
3 Haupttransformatoren-Station
4 20-kV-Innenraumschaltanlage
5 Gleichrichteranlage
6 Raum mit Gleichstrommesswandler
7 Kranreparatur-Werkstatt



Reservepfad auf. Die 220-kV-Schaltanlage wird auch die späteren Bauetappen aufnehmen können.

220-kV-Schaltanlage

Die 220-kV-Schaltanlage der Hauptstromversorgung liegt in unmittelbarer Nähe der offenen Meeresküste. Um Betriebsstörungen infolge der salzhaltigen Luft zu vermeiden, wurde die Schaltanlage überdeckt und verkleidet (Bild 31). Diese Bauart erlaubte die Verwendung von normalem 220-kV-Freiluft-Material. Es wurde auch die Verwendung einer gekapselten Schaltanlage erwogen. Diese Lösung erwies sich aber als teurer, da der Platzbedarf hier keine Rolle spielt. Die in Bild 31 ersichtliche 70 m lange Rohrsammelschiene aus Extrudal (gut schweissbare Aluminiumlegierung) mit den Abmessungen 90/82 mm ist durchgehend geschweisst. Sie ist in der Mitte fixiert und kann sich auf beide Seiten ausdehnen. Die Übertragungsleistung der Leitung und dieser Sammelschiene beträgt 450 MVA. Sie ist so bemessen, dass insgesamt vier Elektrolyse-Hallen mit nur einem System gespiesen werden könnten.

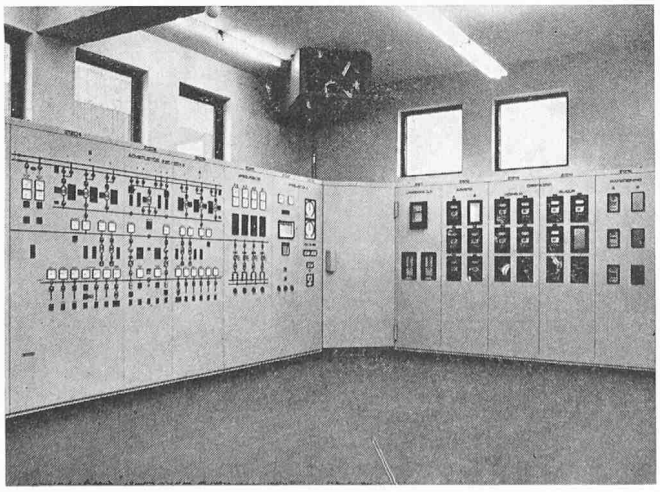
Transformatorenstation

In der überdachten und verkleideten Halle sind ebenfalls die Haupt- und Werksversorgungs-Transformatoren aufgestellt. Aus ökonomischen und aus Gründen des Transportes sind für die Haupttransformatoren einphasige Transformatoreneinheiten gewählt worden. In der ersten Ausbaustufe sind vier Trafopole 220 kV/20 kV mit einer Leistung von je 36 $^2/_3$ MVA installiert worden. Der Reservepol ist auf alle drei Phasen beider Sammelschienen-Systeme schaltbar. Nach Abschluss der 2. Bauetappe werden 2 × 3 Einzelpole + 1 Reservepol aufgestellt sein.

20-kV-Anlage

Die 20-kV-Anlage ist von gekapselter Bauart. Damit konnte auf eine Doppelsammelschiene verzichtet werden. Dieser Anlageteil kam im 20-kV-Gebäude zur Aufstellung. Die Anordnung ist aus dem Querschnitt der Gesamtanlage (Bild 29) ersichtlich. Die 20-kV-Anlage ist in folgende drei Hauptblöcke aufgeteilt:

Bild 30. Teilansicht des Kommandoraumes



- Sammelschiene für die sekundärseitige Dreieckschaltung der Einphasen-Transformatoren
- Hauptsammelschiene (mit 1000 MVA Abschaltleistung) für die Einspeisung der Gleichrichter-Anlage und der Werksversorgungssammelschiene
- Nebensammelschiene (mit 400 MVA Abschaltleistung) für die Einspeisung der im Werk verteilt angeordneten Unterstationen und für die Eigenbedarfs-Transformatoren der Gleichrichter-Anlage. Diese Sammelschiene wird über Kurzschlussstrom-Begrenzungsdrosseln eingespiesen. Mit einem vorgeschalteten Auto-Regel-Transformator wird die Spannung der Nebensammelschiene auf einen konstanten Wert geregelt.

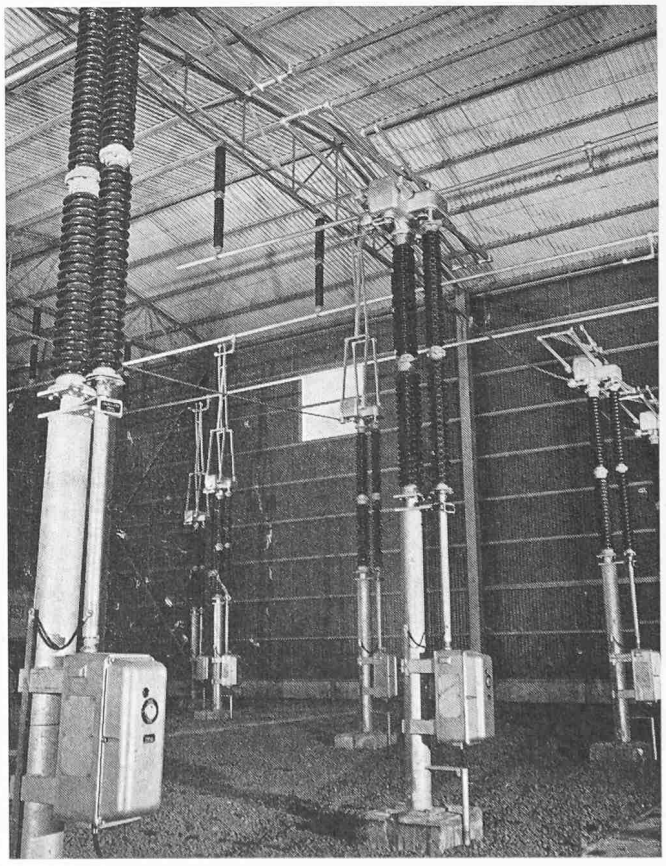
Kommandoraum

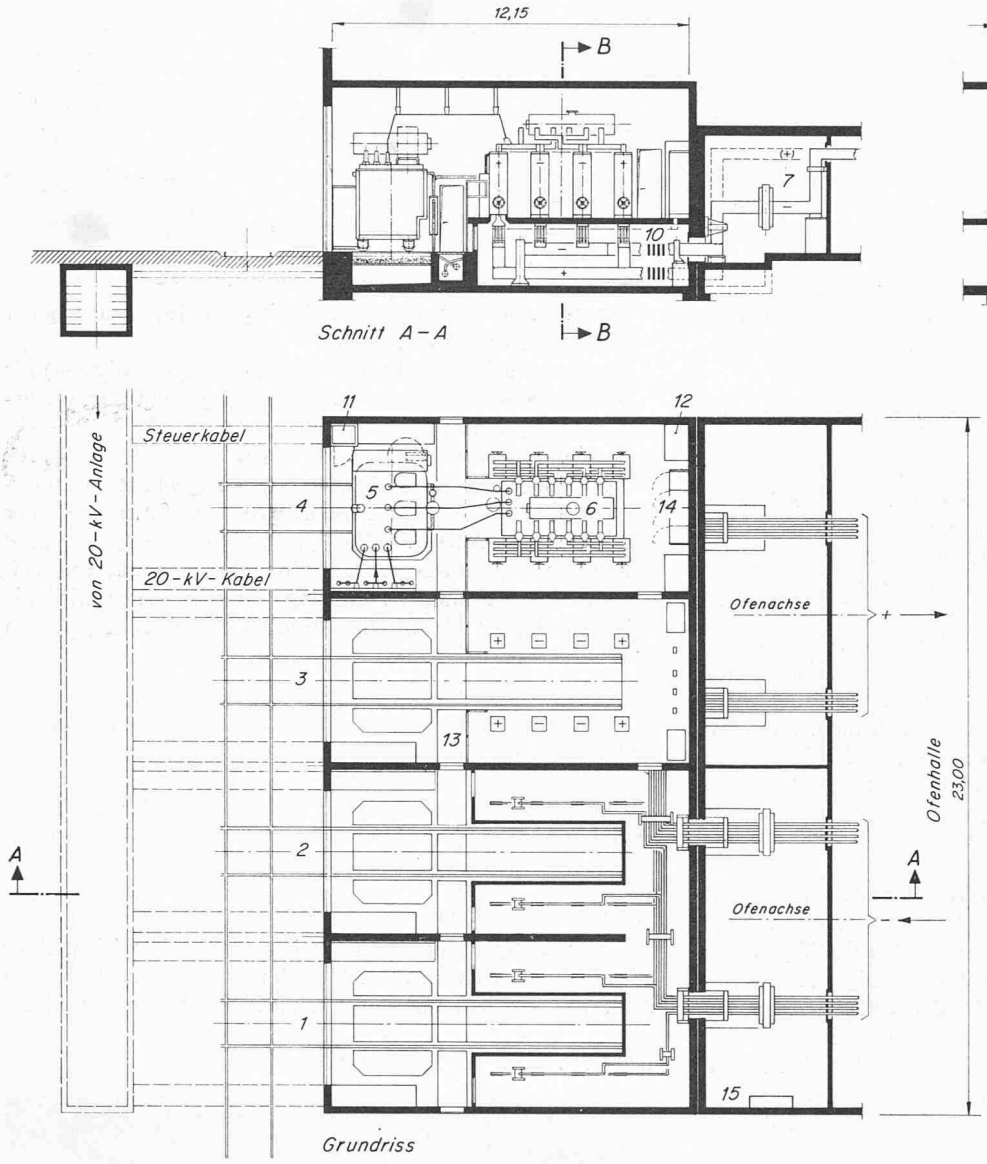
Der zentrale Kommandoraum (Bild 30) ist am Ende des 20-kV-Gebäudes untergebracht. Die gesamte elektrische Anlage kann von hier aus gesteuert und überwacht werden. Auch die beiden Gasturbinengruppen können von hier aus hochgefahren werden. Ständiges Aufsichtspersonal ist jedoch nicht notwendig; tägliche Kontrollen genügen.

3. Gleichrichter-Anlage

Für die Speisung der Elektrolyse wurde ein Gleichrichter mit Siliziumdioden für max. 115 kA mittlere Stromstärke und max. 700 V Spannung gewählt. Aus dem Schema, Bild 28,

Bild 31. Ansicht der 220-kV-Anlage





Legende:

1 bis 4 Gleichrichter-Gruppen
4 Regeltransformator
6 Gleichrichter-transformator
7 Raum mit Gleichstrom-messwandler
8 Gleichrichterschränke
9 Gleichstrom-Trenner
10 Gleichstromsammel-schiene
11 Überwachungstafel
12 Umluft-Kühlaggregat
13 Kühlwasserkanal
14 RC-Beschaltung
15 Ventilation

Bild 32. Disposition der Gleichrichteranlage

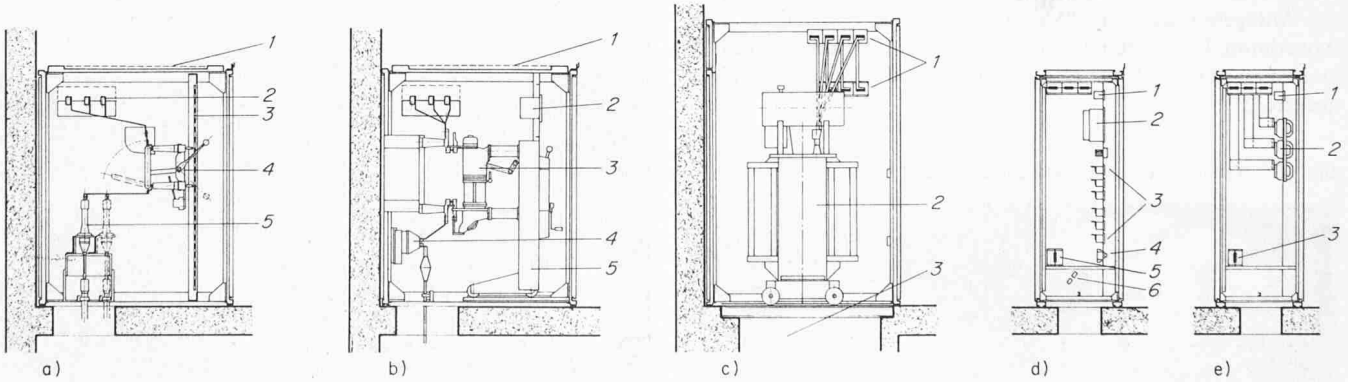


Bild 33. Prinzipieller Aufbau einer Transformatorenstation 20 kV/380 V der Werksversorgung

a) *Trennerfeld*
1 Explosionsdruckentlastung (Aluminiumlamellen)
2 20-kV-Sammelschienen
3 zweite Front (Drahtgittertür)
4 dreipoliger Lasttrennschalter
5 Kabelendverschluss

b) *Schalterfeld*
1 Explosionsdruckentlastung (Aluminiumlamellen)
2 Relaisschrank
3 dreipoliger, ölarmer Leistungsschalter
4 Stromwandler
5 Trennwagen

c) *Transformatorfeld*
1 380-kV-Aluminiumsammelschienen
2 ausfahrbarer Öltransformator
3 Ölauffanggrube

d) *Messfeld*
1 V- und A-Meter
2 Drehstromzähler
3 63-A-Sicherungen
4 Sicherungsautomaten
5 Erdungsschiene
6 Klemmleiste

e) *Abgangsfeld*
1 A-Meter
2 Hochleistungs-Trennsicherungsabgänge
3 Erdungsschiene

und der Dispositionszeichnung, Bild 32, ist der Aufbau der Anlage ersichtlich. Die Gleichrichtergruppen sind so konstruiert, dass die Breite der Elektrolysenhalle (23 m) nicht überschritten werden musste. Dies bedingte eine gedrängte Bauweise mit Aufstellung der Gleichrichterschränke in unmittelbarer Nähe der Transformatoren. Jede Gleichrichtergruppe besteht aus einem Regel-Transformator mit herkömmlichem Stufenschalter, einem Gleichrichter-Transformator und aus 2×4 Gleichrichterschränken mit eingebauten Trennern. Jede Gruppe steht in einer gemauerten, abgeschlossenen Zelle. Über diesen vier Zellen konnte eine Kran-Reparaturwerkstatt angeordnet werden. Jede der vier Gruppen kann 40 kA und 700 V dauernd abgeben. Normalerweise stehen alle vier Gruppen in Betrieb. Ihre Bemessung ist jedoch – wie ersichtlich – so gewählt, dass eine Gruppe für Revision oder bei Störungen stillgelegt werden kann, ohne dass dadurch der Nennstrom der Elektrolyse (115 kA im Mittel) vermindert werden muss. Der Wirkungsgrad bei 110 kA (heutiger Normalbetrieb) und 700 V, gemessen von der 20-kV-Sammelschiene bis und mit der Gleichstromsammelschiene, beträgt 98,6%. Trotz diesem guten Wirkungsgrad ist die abzuführende Verlustwärmemenge dennoch beträchtlich; sie beträgt rund 1000 kW.

Für die Abführung der Verlustwärme von den Si-Dioden gibt es verschiedene Möglichkeiten. Hier wurde die Lösung mit Stromschienen gewählt, in welchen die Dioden eingeschraubt sind, und welche mit aufbereitetem Wasser von niedrigem Leitwert in internem Kreislauf gekühlt werden. Sodann wird dieses besondere Umlauf-Wasser mit normalem Kühlwasser aus Tiefbrunnen rückgekühlt (Bild 34).

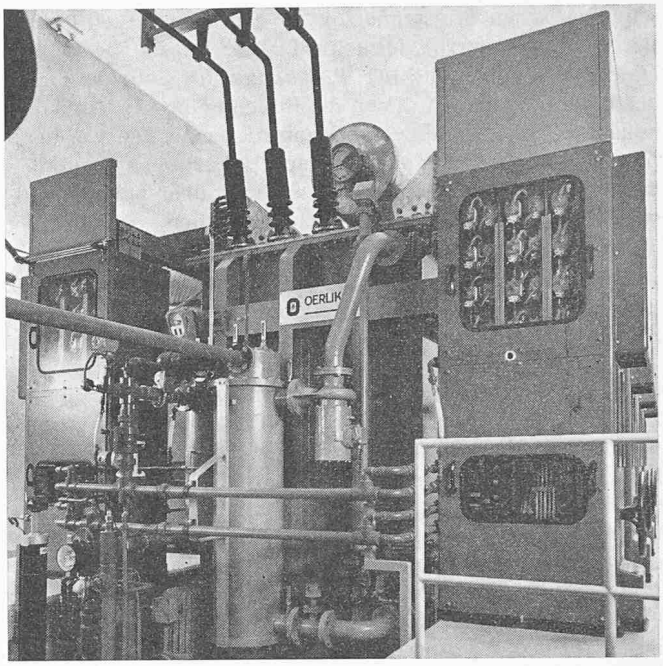


Bild 34. Ansicht einer Gleichrichter-Gruppe

4. Werksversorgung

Die über das Werkareal verteilten Unterstationen sind über 20-kV-Kabel angespiesen. Die wirtschaftlichste Lösung – unter Berücksichtigung der zweiten Ausbauetappe – ergab zwei getrennte Ringsysteme. Die Übertragungskapazität jedes Ringes beträgt 5000 kVA und kann durch Verlegen eines Parallelkabels verdoppelt werden. Folgende Unterstationen werden angespiesen:

Äusserer Ring:		*Innerer Ring:*	
Giesserei II	1× 800 kVA	Ofenhalle Ost	1× 800 kVA
		später	2× 800 kVA
Tonerdesilo	1× 800 kVA	Ofenhalle West	1× 800 kVA
		später	2× 800 kVA
Hafen	1× 800 kVA		
	1×1600 kVA	Giesserei I	4× 800 kVA
	(20 kV/6 kV)		1×1400 kVA
Kompressor	3× 800 kVA		
Bürogebäude	1× 800 kVA		
Pumpstation	1× 800 kVA		

Da für verschiedene Anlageteile erst nach der Wahl der Lieferanten die Anschlussleistung festgelegt werden konnte, wurden für die Unterstationen normalisierte Zellen gewählt. Dadurch besteht die Möglichkeit, die Fundamentzeichnungen mit den Aussparungen für die Gebäude frühzeitig zu erstellen und die Montage der einzelnen Unterstationen im Programm vorzuziehen. Diese Stationen wurden an die Baustromversorgung angeschlossen, womit recht kostspielige Provisorien vermieden werden konnten.

Aus Bild 33 ist der prinzipielle Aufbau oben erwähnter Zellen ersichtlich. Folgende drei Typen wurden normiert:

- 20-kV-Schalter- und Lasttrennerzellen (a und b)
- Transformatorenzellen (c)
- Mess- und Abgangsfelder für die Niederspannungsseite (d und e).

Alle 380/220-V-Abgangsfelder sind entweder mit acht 250-A- oder mit acht 400-A-Sicherungsabgängen bestückt. Dies erlaubt, die entsprechenden Sicherungseinsätze erst zu einem späteren Zeitpunkt zu bestimmen.

Alle im Werksareal installierten 20-kV- und 380-V-Verteilkabel mit einem Querschnitt grösser als 35 mm² haben verseilte Aluminiumleiter. Bei den Niederspannungskabeln gelangten die bewährten Kupfer/Aluminium-Presskabelschuhe zur Anwendung.

Der Erdung der gesamten Anlage musste besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden (Basalt, Lava). Die ausgeführten Erdwiderstandsmessungen zeigten, dass nur mit einem Maschennetz über das ganze Werksareal gefährliche Berührungs- und Schrittspannungen verhütet werden können.

5. Störungsmeldung

Die betriebswichtigen Anlageteile werden durch ein 60-V-Gleichstromkontrollsystem überwacht. In 10 Hauptgruppen unterteilt, wird der Alarm in der Pförtnerhalle ausgelöst. Bei Tag und Nacht kann dieser Art der Pförtner den diensthabenden Spezialisten über die Personensuchanlage zum Störungsort leiten. Bei einer Störung in einer Haupt-Transformatorenstation wird zudem im Elektromeisterbüro ein entsprechender Alarm direkt ausgelöst.

Umschau

VSS, Vereinigung Schweizerischer Strassenfachmänner. Wieder einmal zeigte es sich, dass ein gut geführter Verein mit einer guten Tradition keine langweiligen Hauptversammmlungen abhält. Präsident *J.-E. Dubochet,* der seinem Amtsvorgänger an Frische und Herzenswärme nicht nachsteht, leitete denn auch jene der VSS vom 29. Mai in Luzern mit Schwung. Er bleibt für weitere drei Jahre Präsident. Anstelle zurückgetretener Vorstandsmitglieder wurden neu in den Vorstand der VSS folgende Kantonsingenieure gewählt: *G. Corsat* (Genf), *H. Schwegler* (Zug), *K. Suter* (Schaffhausen) und Dr. *E. Zipkes* (Liestal). Als neues Mitglied des Ausschusses beliebte Ing. *P. Knoblauch* (Genf). Sonst sind keine personellen Veränderungen von grosser Bedeutung zu registrieren. Sehr anregend verlief das anschliessende Rundtisch-Gespräch über die Zukunft des