

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 72 (1954)
Heft: 32

Artikel: Die neue Hochleistungs-Prüfungsanlage der Maschinenfabrik Oerlikon
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-61231>

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: 02.02.2026

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

notwendig und hat stets ungefähr gleiche Wandstärke; deshalb wird man wohl nur bei Anlagen mit mehr als 10 000 PS zur Atomkraft greifen. Für das Unterseeboot bietet die Atomenergie den grossen Vorteil der Unabhängigkeit von atmosphärischer Luft. Man hat zunächst zwei Erstausführungen in Bau gegeben: den STR (Submarine Thermal Reactor), der in Arco, Idaho, erprobt wurde, und den SIR (Submarine Intermediate Reactor), der zurzeit in West Milton, New York, in Bau steht. Beide Anlagen arbeiten mit drei Hauptteilen: a) dem Meilerkern, der die Zerfallsenergie in Gestalt von Wärme entwickelt. Er muss durch einen starken Mantel umschirmt sein, b) dem Dampferzeuger, der mit dem Umlaufmedium geheizt wird, das den Meilerkern kühlt. Da das Medium beim Durchlauf durch den Meiler strahlend wird, muss dieser Anlageteil samt Umläzpumpen usw. ebenfalls durch einen mittelstarken Mantel umschirmt sein, c) der Turbine, die ausserhalb des Schutzmantels steht und lediglich laufend auf Strahlung überwacht werden muss.

Im STR-Meiler wird der Kern durch Wasser gekühlt, das unter Druck gehalten wird, so dass es bei 260 °C noch nicht verdampft. Es wird umgepumpt und um etwa 30 °C im Meiler aufgewärmt; es erzeugt im Kessel Dampf von 17 ata. Die niedrige Temperatur ergibt sich aus den im Meiler verwendeten Werkstoffen (Titan, Aluminium, Zirkon), die keine hohe Warmfestigkeit aufweisen.

Im SIR-Meiler ist man hinsichtlich der Meiler-Temperatur besser daran, da der Siedepunkt des Natriums erst bei 900 °C liegt; die Röhrensysteme des Meilerkerns können dabei mit dem für Umlauf erforderlichen geringen Ueberdruck betrieben werden, welcher das Material kaum nennenswert beansprucht. Die Wärmeübergangszahl ist hoch, doch ist die Wärmekapazität des Umlaufmediums niedrig (nur ein Viertel der spezifischen Wärme des Wassers). Da Natrium Neutronen schluckt, muss man die Kanäle im Meilerkern möglichst eng und kurz halten; Umlaufgeschwindigkeit und Temperaturstufe müssen daher bis an die Grenze getrieben werden. Im Knoll-Laboratorium arbeitet man mit Natrium von 480 °C bis 350 °C und erzeugt Wasserdampf von 35 ata, der auf 400 °C überhitzt wird.

Der Neutronenfluss im Meiler macht Natrium radioaktiv, und zwar erheblich stärker als Wasser. Die Abklingzeit dieser Strahlung ist auch länger als die von Wasser. Man benötigt daher einen dickeren Mantel. Im STR wiegt dieser 30 % der gesamten Anlage, im SIR etwa 35 %. Die

längere Abklingzeit erfordert längere Stillstandspausen, bevor man Reparaturen innerhalb der Ummantelung vornehmen kann. Dass Wasser und Natrium sorgfältig vor Berührung miteinander geschützt werden müssen, ist bekannt; dadurch werden weitere konstruktive Massnahmen notwendig.

Man erhält folgende Eigentümlichkeiten für beide Systeme:

A. Wassergekühlter Meiler (STR): 1. Thermischer (verzögerter) Neutronenfluss; 2. Hoher Druck im wärmeübertragenden System, ständige Ueberwachung erforderlich; 3. Ziemlich niedrige Meilertemperatur, niedrige Temperaturstufe zwischen Ein- und Austritt des Kühlmediums; 4. Niedriger Betriebsdampfdruck für die Turbine, wahrscheinlich keine Ueberhitzung; 5. Ständige Ueberwachung der chemischen Eigenschaften des Wassers (Zersetzung); 6. Niedriger Strahlungsspiegel, kurze Abklingzeit.

B. Natriumgekühlter Meiler (SIR): 1. Höherer Neutronenfluss als bei A („gemischter“ Gang, da auch unverzögerte Neutronen spalten); 2. Niedriger Druck im wärmeübertragenden System; 3. Hohe Arbeitstemperatur des Meilers, aber grosse Temperaturstufe, daher stärkere Beanspruchung der Werkstoffe durch Wärmespannungen; 4. Mitteldruck-Betriebsdampf, überhitzt; 5. Reinigung des umlaufenden Natriums von Zeit zu Zeit; 6. Stärkere Strahlung des wärmeübertragenden Mediums und längere Abklingzeit; 7. Aeußere Wärmezufuhr notwendig, um das Natrium vor Anfahrt des Meilers zu verflüssigen.

Die dritte erwähnte Betriebsweise mit einer Gasturbine, in welcher Helium als kraftübertragendes Kühlmittel umläuft, ist noch nicht über Projektstudien hinausgediehen. Dieser Stoff wird nicht radioaktiv, vorausgesetzt dass er keine Verunreinigungen enthält. Auch sind seine Eigenschaften bezüglich Wärmeübertragung gut. Da es sich um ein sehr leichtes Gas handelt, muss jedoch die Gasturbine einen Kompressor mit sehr vielen Stufen erhalten; auch muss man mit dem Kreislaufdruck auf rund 100 kg/cm² gehen, wodurch hohe Beanspruchungen in den Rohren entstehen. Einige der Schwierigkeiten sind zurzeit noch nicht überschaubar.

Als ungefährer Preis einer 20 000 PS-Anlage nach System STR für Handelsschiffe werden 5,2 Mio \$ genannt. Das Gramm Uranbrennstoff soll 10 bis 20 \$ kosten. Mit diesen Werten ist allerdings ein Wettbewerb mit Dieselmotoren oder öligegefeuerten Dampfturboanlagen noch nicht möglich.

Dr.-Ing. O. Martin, Escher Wyss AG., Zürich.

Die neue Hochleistungs-Prüfungsanlage der Maschinenfabrik Oerlikon

DK 061.6:621.3

Die Entwicklungen auf dem Gebiete der Versorgung grosser Konsumgebiete mit elektrischer Energie, an denen die Maschinenfabrik Oerlikon von allem Anfang an in massgebender Weise mitgearbeitet hat, führten u. a. zur Konstruktion neuartiger Schaltorgane, die in der Lage sind, die auftretenden grossen Leistungen bei sehr hohen Netzspannungen gefahrfrei abzuschalten. Zur experimentellen Prüfung dieser Schalter sowie zur Abklärung der bei der Weiterentwicklung sich stellenden Probleme stand dieser Firma bisher eine Hochleistungsanlage aus den dreissiger Jahren zur Verfügung, die gute Dienste geleistet hat. Sie ist jedoch den heutigen Anforderungen nicht mehr gewachsen. Daher wurde im Frühling 1951 beschlossen, sie weiter auszubauen. Bei der näheren Prüfung der bestehenden Ausbaumöglichkeiten erwies es sich als zweckmäßig, eine völlig neue Anlage an einem andern Ort mit entsprechenden Entwicklungsmöglichkeiten zu erstellen, bei der Nachtversuche ohne Störung der Umgebung durchgeführt werden können und bei der

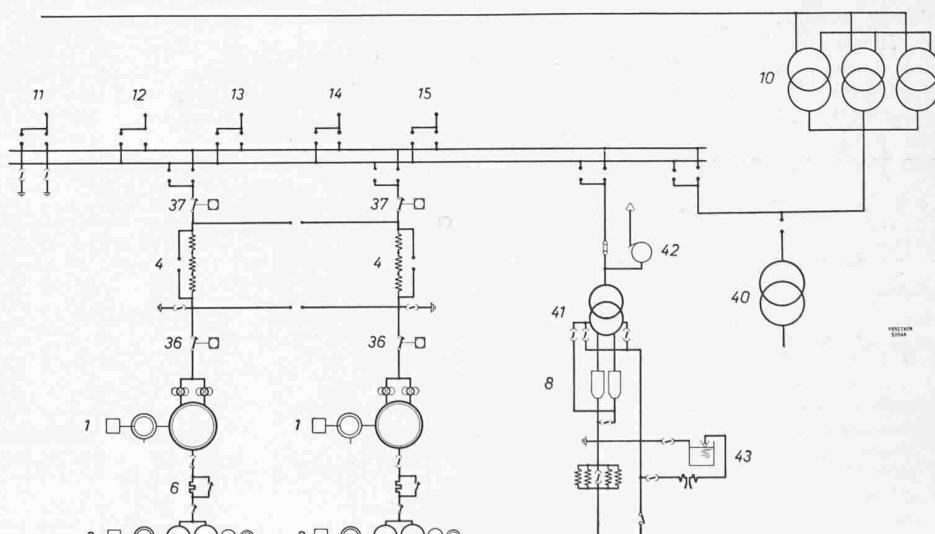


Bild 1. Einpoliges Prinzipschema der Hochleistungs-Prüfanlage

1	Kurzschlussgeneratoren	transformatoren	41	Transformator für Gleichrichter
2	Stossregergruppe	11 bis 15 Prüfzellenabgänge	42	Transformator für Formation des Gleichrichters
4	Drosselpulen	36 Schutzschalter	43	Belastungswiderstand zum Gleichrichter
6	Stosswiderstand	37 Zuschalter		
8	Gleichrichteranlage	40 Hochspannungstransformator		
10	Hochleistungs-			

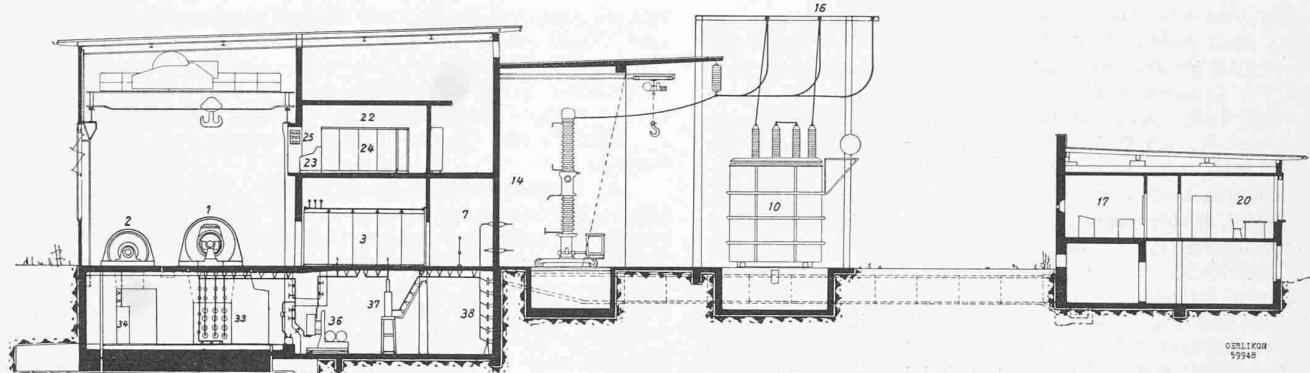


Bild 2. Querschnitt durch die neue Hochleistungsprüf-anlage, Maßstab 1:350. Legende siehe unten

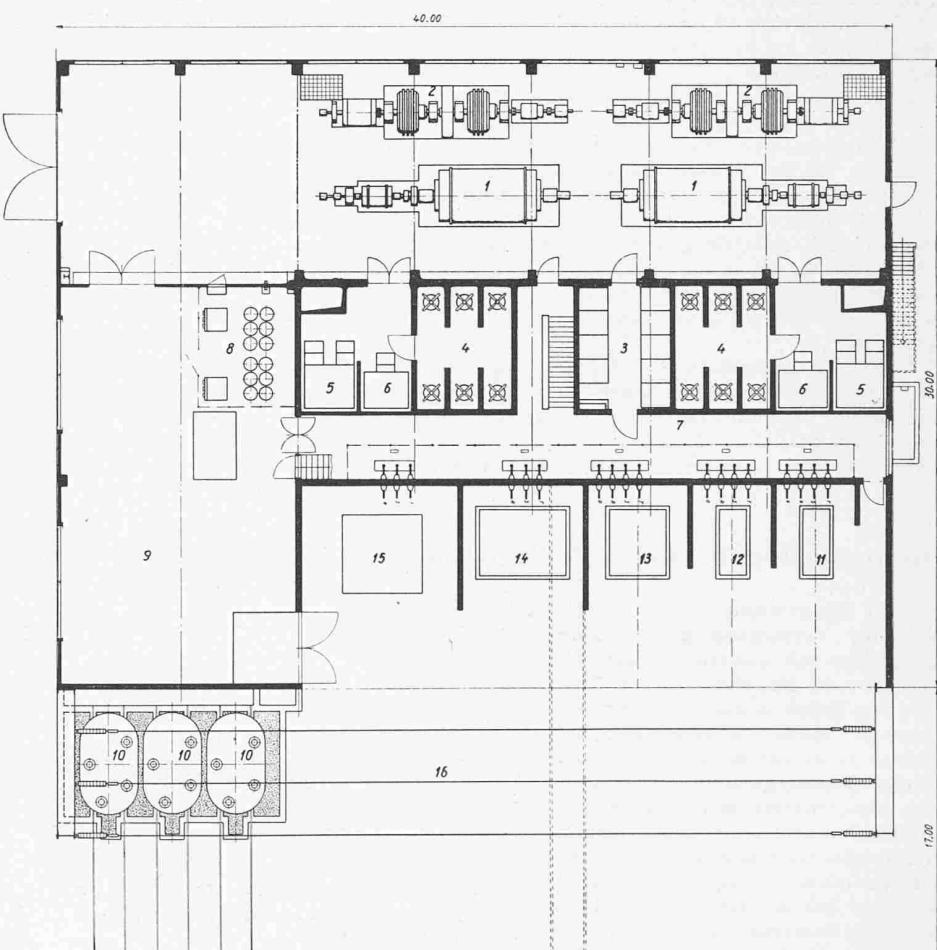
sich die langjährigen Erfahrungen sowie die neuesten Erkenntnisse im Bau solcher Anlagen verwirklichen liessen. Im Hinblick auf die zunehmende Bedeutung des Gleichstroms für Bahnen und für die Elektrolyse hat man die neuen Anlagen auch für die Vornahme von Abschaltversuchen mit Gleichstrom bis 3000 V ausgebaut.

Die Disposition der neuen Anlage geht aus den Bildern 3 und 4 hervor. Die Einrichtungen sind, wie dort ersichtlich ist, in zwei getrennten Gebäuden untergebracht, von denen das grössere die Maschinen, die Schalteinrichtungen und die Prüfstellen enthält, während das kleinere der Beobachtung, Messung und Verarbeitung der Messwerte dient. Der Maschinensaal bietet Raum für zwei komplette Maschinensätze, jeder bestehend aus einem Kurzschlussgenerator und einer Stosserregergruppe. Vorläufig ist nur ein solcher Satz aufgestellt. Bild 1 zeigt das prinzipielle Schaltschema. Jeder der beiden Generatoren kann in Stern oder Dreieck geschaltet werden und arbeitet über Schutzschalter 36, Drosselspulen 4 und Zuschalter 37 direkt auf ein Sammelschienensystem, von dem die fünf Abgänge 11 bis 15 zu den Prüfobjekten in den Prüfzellen abzweigen. Die beiden Generatoren können in Serie oder parallel geschaltet werden. Weitere Abzweigungen führen zu den Hochspannungstransformatoren 10 und über den Transformator 41 zur Quecksilberdampf-Gleichrichteranlage 8, die die Erzeugung von Gleichspannungen bis 3000 V erlaubt. Die örtliche Anordnung dieser Apparaturen kann an Hand der Bilder 3 und 4 verfolgt werden.

In der Werkstätte 9 werden die Prüfobjekte für die Versuche vorbereitet. Von hier aus können auch die grösssten, fertigmontierten Schalter

direkt in die Versuchszellen gefahren werden. Weiter befinden sich in einem abgeschränkten Teil der Werkstätte die Quecksilberdampf-Gleichrichter 8. Die Versuche mit Gleichstrom werden in der Vorhalle des Maschinenraumes durchgeführt.

Der mittlere Gebäudeteil über den Räumen, in denen sich die Apparate 3 bis 7 befinden, ist zweigeschossig. In der Mitte



Legende zu den Bildern 2 und 3

- | | |
|-----------|---|
| 1 | Kurzschlussgeneratoren |
| 2 | Stosserregergruppen |
| 3 | Verteilanlage 6,3 kV |
| 4 | Drosselspulen |
| 5 | Anlasser für Hauptmotoren |
| 6 | Stosswiderstand |
| 7 | 15 kV-Shunt und Spannungsteilerraum |
| 8 | Gleichrichteranlage |
| 9 | Werkstätte |
| 10 | Hochspannungs- und Hochleistungstransformatoren |
| 11 bis 15 | Prüfzellen |
| 16 | Hochspannungs-Sammelschienen |
| 17 | Beobachtungs- und Oszillographenraum |
| 18 | Dunkelkammer |
| 19 | Bureau |
| 20 | Bureau des Chefs |
| 21 | Konferenzzimmer |
| 22 | Kommandoraum |
| 23 | Kommandopult |
| 24 | Schalttafel |
| 25 | Manometertafel für Oeldruck |
| 33 | Umschaltgerüst für Generator |
| 34 | Umschaltgerüst für Erreger |
| 36 | Schutzbehälter für Generator |
| 37 | Zuschalter |
| 38 | Sammelschienen 15 kV |

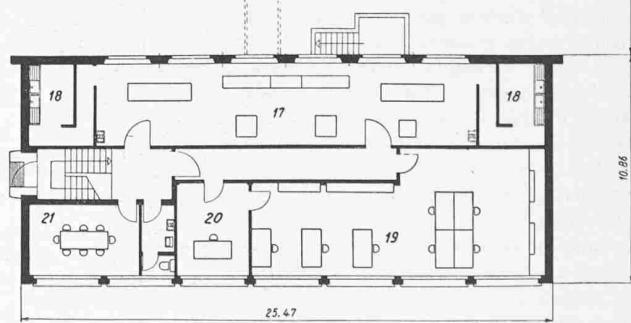


Bild 3. Grundriss des Erdgeschosses, Maßstab 1:350

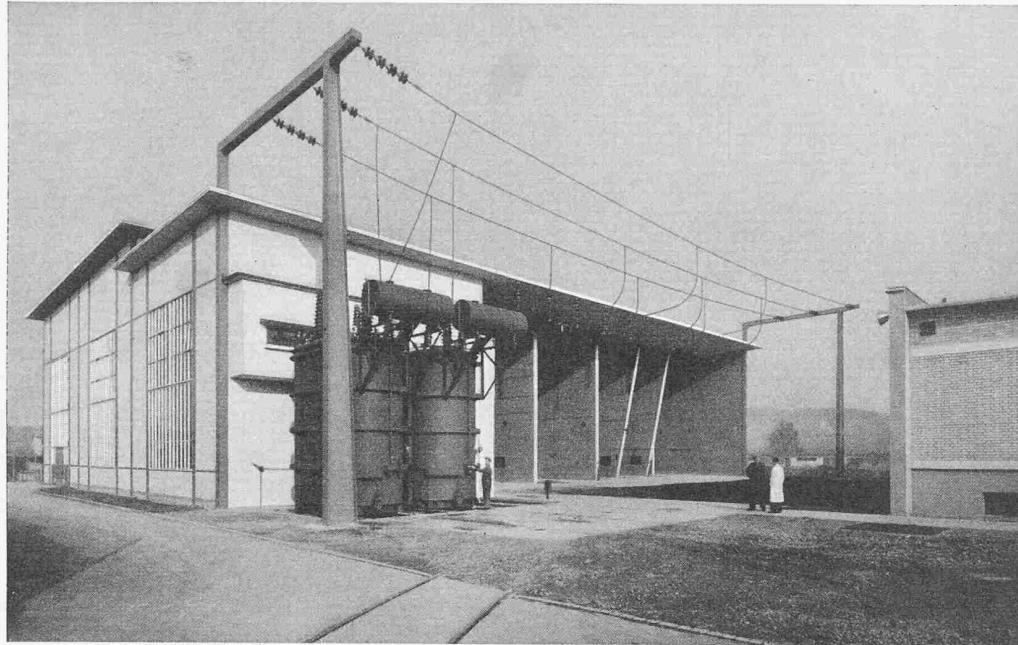


Bild 4. Gesamtansicht von Osten. In der Mitte die Prüfzellen, links davon die Kondensatoren, ganz rechts das Beobachtungsgebäude

des Obergeschosses befindet sich der Kommandoraum, in welchem die Maschinen durch Fernsteuerungen bedient werden. Während der Versuche muss sich niemand im Maschinenraum aufhalten. Im Kommandoraum sind auch alle Instrumente für die Ueberwachung der Maschinen und der Transformatoren untergebracht. Vom Kommandopult aus lässt sich der Maschinenraum sehr schön überblicken. Die Nebenräume des Obergeschosses enthalten die Luftfilter für die Kühlung der Generatoren, die Luft-Oelkühler für das Lageröl der beiden Hauptmaschinen, zwei Kompressoren für die Druckluftversorgung sowie zwei Umformergruppen zur Erzeugung von Gleichstrom von 125 V und von 0 bis 250 V.

Jeder der beiden Kurzschlussgeneratoren ist für eine grösste Nennspannung von 14 kV, einen Nennstrom von 3500 A, eine Einschaltleistung von 1500 MVA und eine Drehzahl von 3000 U/min gebaut. Die Konstruktion dieser Generatoren ist durch die Forderung bestimmt, dass der Kurzschlussstrom möglichst gross sein soll. Ihr wird durch eine entsprechende Ausbildung der Streuung der Stator-, Rotor- und Dämpferwicklung sowie durch Anwendung einer kräftigen Uebererregung im Kurzschlussmoment entsprochen. Die Maschinen sind als zweipolige Turbogeneratoren gebaut, weil diese Bauart für die geforderte Leistung die kleinsten Abmessungen ergibt und sich auch für das Fundament, das beträchtliche Drehmomentenstöße aufnehmen muss, als vorteilhaft erweist. Die Köpfe der Statorwicklungen werden mittels Pressplatten aus Bronze befestigt, und die Stirnverbindungen werden automatisch nachgespannt. Diese Massnahme erlaubt ein sicheres Aufnehmen der grossen elektrodynamischen Kräfte, die auf die Wicklungsköpfe wirken. Neue Isolationsmaterialien, die

auf der Basis von ausgehärtenen Kunstarzen aufgebaut sind, ergeben einen inkompressiblen Mantel von grosser Wärmebeständigkeit und hoher dielektrischer Festigkeit. Die Nutenstäbe bestehen aus einer besonders harten Kupferlegierung von hoher Festigkeit. Der Rotor wird durch einen einteiligen geschmiedeten Stahlkörper gebildet, der eine über den ganzen Umfang gleichmässig verteilte Dämpferwicklung trägt; diese Wicklung verhindert unzulässige Spannungserhöhungen in der offenen Phase bei einphasigen Kurzschlüssen.

Die beiden Kurzschlussgeneratoren werden durch je einen Asynchronmotor von 1000 kW angetrieben, die am 6 kV-Netz der Stadt Zürich angeschlossen sind. Jeder Generator mit Antriebsmotor und zugehöriger Erregergruppe ruht auf einem gemeinsamen, vom Gebäude völlig getrennten und besonders stark armierten Fundament, das Drehmomente bis 700 mt aufnehmen kann. Jede der beiden Stossregergruppen besteht aus zwei in Serie geschalteten Gleichstrommaschinen, die dauernd 1200 A bei 1600 V abgeben. Während kurzer Zeit ist die Gruppe auf 10 000 V überlastbar. Der Antrieb erfolgt durch je einen separaten Asynchronmotor von 800 kW Dauerleistung. Unmittelbar vor dem Kurzschluss werden sowohl der Motor des Kurzschlussgenerators als auch derjenige der Stossregergruppe vom 6 kV-Netz abgetrennt, um unerwünschte Rückschläge auf dieses Netz auszuschalten. Die ganze Kurzschlussenergie muss daher der kinetischen Energie der rotierenden Massen entnommen werden. Dazu dient vor allem ein Schwungrad von 40 000 kg m². Die Stossregerung erfolgt durch Kurzschiessen eines Widerstandes im Rotorkreis des Generators, wodurch die Spannung am Rotor

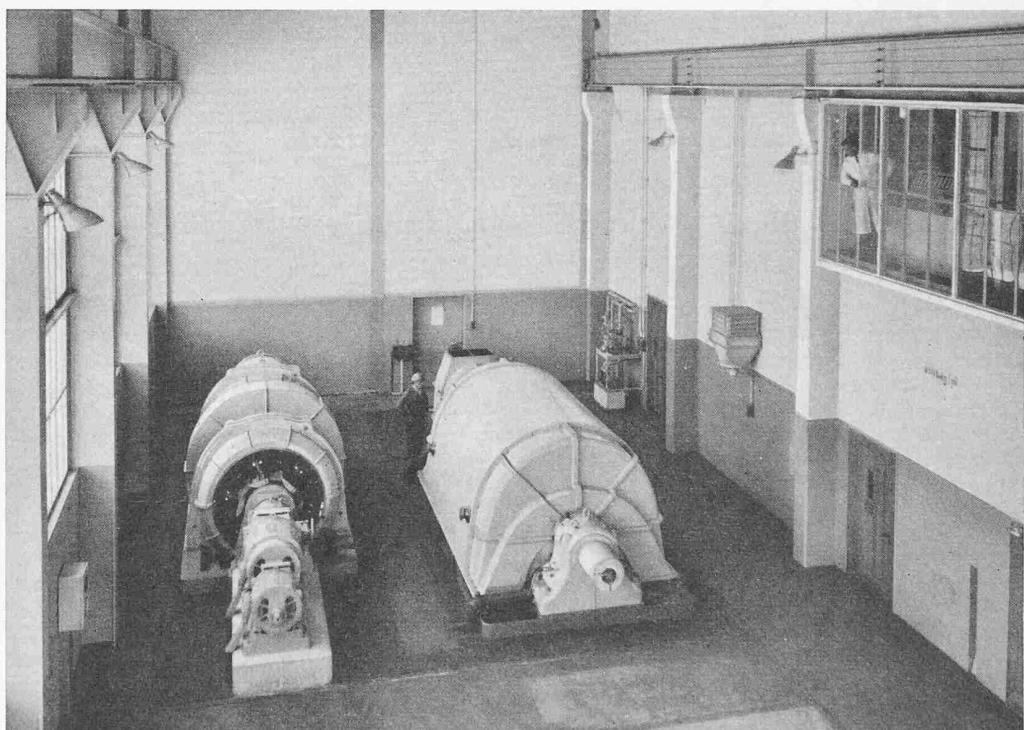


Bild 5. Maschinensaal. Links die Stossregergruppe, in der Mitte der erste Kurzschlussgenerator, rechts oben der Kommandoraum

plötzlich um ein Vielfaches erhöht wird. Die beiden Gleichstrommaschinen eines Satzes werden durch einen Hilfsreger erregt, der über eine im Betrieb ausrückbare Kupplung mit den beiden Erregermaschinen verbunden ist. Außerdem ist der Hilfsreger mit einem eigenen Antriebsmotor starr gekuppelt, der normalerweise leer mitläuft.

Der Einschaltmoment kann durch einen besondern Wähler so festgelegt werden, dass bei phasenweisem Zuschalten keine Stromasymmetrie auftritt. Der Ausschaltvorgang kann unmittelbar bei Beginn des Kurzschlusses eingeleitet werden. Durch richtige Wahl des Zeitmomentes der Einschaltung der Stossereggung wird sogar erreicht, dass die Ausschaltleistung nur unwe sentlich kleiner wird als die Einschaltleistung. Dadurch lässt sich der Generator maximal ausnützen.

Das Beobachtungsgebäude liegt den Prüfzellen gegenüber, und zwar in einem Abstand von diesen von 23 m. Von hier aus können die Vorgänge in den Zellen aufs beste beobachtet und gesteuert werden. Hier befinden sich auch die zwei Schleifenoszillographen mit je acht Messschleifen zur Registrierung aller wichtiger Grössen wie Stromstärke, Spannung, Druck, Kontaktbewegung usw. Ein Kathodenstrahl- oszillograph ermöglicht die Aufnahme der Steilheit, bzw. der Eigenfrequenz der wiederkehrenden Spannung auch bei sehr grossen Frequenzen. Die Steuerung des eigentlichen Kurzschlussvorganges sowie der Oszillographen erfolgt automatisch durch eine zentrale, von einem Motor angetriebene Steuerwalze, die im Steuerpult eingebaut ist. Für jeden Generator ist ein getrenntes Steuerpult vorgesehen, während sich die Apparatur für den Parallelbetrieb der beiden Generatoren zwischen beiden Pulten befindet.

Der Versuchingenieur, der sich im Beobachtungsraum aufhält, kann seine ganze Aufmerksamkeit dem Ablauf des Versuches widmen; er muss sich nicht um die Messvorgänge



Bild 1. Blick vom Hügel gegen die Absetzbecken

Photos Gemmerli

und die Registrierungen kümmern, ebenso nicht um die Maschinen und ihre Schutzeinrichtungen, was Aufgabe des Maschinisten im Kommandoraum ist, mit dem eine Lautsprecheranlage mit Gegensprechmöglichkeit die nötige Verbindung schafft. Die Versuche werden in der Regel sofort ausgewertet. Dazu können die Oszillogramme in gut ausgerüsteten Dunkelkammern sehr rasch entwickelt werden, so dass sie nach wenigen Minuten verfügbar sind. Im gleichen Gebäude befinden sich Bürräume für die Versuchingenieure und ein Konferenzzimmer.

Die Maschinenfabrik Oerlikon hat mit der beschriebenen Hochleistungs-Prüfanlage eine Forschungsstätte geschaffen, die zu den bestegerichteten und modernsten ihrer Art gehört. Bei Anlass der Betriebseröffnung hat sie Besuchstage für ihre Geschäftsfreunde und die Presse durchgeführt und dazu eine sehr schön ausgestattete Schrift herausgegeben, in der nicht nur die neue Anlage eingehend und an Hand guter Bilder beschrieben ist, sondern die auch wertvolle Aufsätze über wichtige elektrotechnische Probleme (Fortschritte in der Lösung stromstarker Wechselstrom-Lichtbögen, ölarme Schalter, Druckluftschalter, moderne Ueberspannungsableiter, Orlit-Isolation im Apparatebau) enthält.

Landschaftsgestaltung bei der Kläranlage an der Glatt (Zürich)

DK 628.33:719.53

Von Gustav Ammann, Gartenarchitekt, Zürich

Anlehnend an den Stadtkreis 11 von Zürich, in der Gemeinde Opfikon, am Einlauf des Leutschenbaches in die Glatt gelegen, wurde eine neue Kläranlage gebaut und im Herbst 1949 in Betrieb genommen¹⁾.

Die landschaftlichen Zerstörungen, die anlässlich der Gewässerabsenkungen z. T. nicht zu umgehen waren, hat man durch nachträgliche Anpflanzungen zu beheben versucht. Um nun auch die neue Kläranlage zu maskieren und im Landschaftsbild eine erwünschte Unterbrechung nahe der Industriezone der Stadt herbeizuführen, sind die Randzonen der Kläranlage auf Wunsch des Tiefbauamtes der Stadt Zürich, das Projekt und Bauleitung durchführte, mit einem rund 15 Meter breiten Grüngürtel versehen worden. Außerdem wurden der grosse Erdhügel mit den beiden Faulkammern und dem Gasbehälter mit ihren notwendigen Eisenkonstruktionen, ferner die Umgebung der Betriebs- und Lagergebäude sowie die Dämme der Schlammtische mit Büschen und Bäumen in die Bepflanzung mit einbezogen. Als Vorbild

diente die 1924/26 erstellte und 1934 erweiterte Kläranlage der Stadt im Werdhölzli im Auenwald des Limmattales (wo nun bald eine Vergrösserung notwendig wird).

Die Grösse des Geländes an der Glatt im Ausmasse von über 50 000 m² nötigte zu einer möglichst sparsamen Aufwendung an Pflanzenmaterial. Rein forstmässig wären pro 25 m² Waldgürtel etwa 100 Pflanzen notwendig geworden. Infolge Verwendung von etwas stärkerem Pflanzenmaterial wurde die benötigte Stückzahl auf je 17 Stück pro 25 m² herabgesetzt, wobei je 4 baumartige Heister nebst 12 Waldsträuchern und einem immergrünen Busch die jeweilige Einheit bildeten (vergl. Schema in Bild 3).

Nun waren aber die Bodenverhältnisse äusserst ungünstig. Vor allem war das Land während der Bauzeit des Werkes sehr stark verunkrautet. Dann war der lehmige Aus hub von den Klärbecken längs der Nordgrenze über den Humus verteilt worden, der eher moorigen, sauren Charakter hatte. Gerade das aber erwies sich später als Vorteil, indem dieser Teil des Waldgürtels sich nachher am besten entwickelte. West- und Südseite dagegen litten zuerst stark

¹⁾ siehe Beschreibung von H. Steiner in «Strasse und Verkehr» 1950, Heft 11.