

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 35 (1944)
Heft: 22

Artikel: Kraftwerk Lucendro
Autor: a.K.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1057002>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 25.12.2024

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

art, dass die Anschaffung eines Al-Transformators ohne weiteres gerechtfertigt werden kann.

Auf Grund der bisherigen Erfahrungen kann mit Sicherheit angenommen werden, dass die in den letzten Jahren gemachten Fortschritte in der Ver-

arbeitungs- und Fabrikationstechnik auch für die Zukunft zumindest einen guten Al-Transformator erwarten lassen. Eine Zurückhaltung in der Bestellung von Al-Transformatoren erscheint deshalb ungerechtfertigt.

(Fortsetzung des Berichtes folgt.)

Kraftwerk Lucendro

A. Projektbeschreibung

(Nach Mitt. von Motor-Columbus A.-G. in der Wass.- u. Energ.-Wirtsch. 1944, Nr. 7/8)

621.311.21(494.56)

1. Stauseen

Die günstige topographische und geologische Gestaltung des Lucendrosees, dem die Gotthardreuss entströmt, hat schon früher den Gedanken aufkommen lassen, den See künstlich zu stauen, um Winterenergie zu gewinnen. Vorarbeiten und Projektstudien zeigten, dass es günstiger ist, nicht das Gefälle nach Hospental, sondern das grössere, nach Süden, bis Airola auszunützen. Die Ableitung des Wassers aus dem Lucendrosee nach Süden gibt auch eine günstige Möglichkeit, das Wasser des Sellasees dem gleichen Werk zuzuleiten.

Das natürliche Einzugsgebiet des Lucendrobeckens beträgt 7 km², das des Sellasees 6 km². Weitere 10 km² werden durch künstliche Einleitung von Seitenbächen gewonnen, so dass im ganzen der Abfluss eines Gebietes von 23 km² ausgenützt wird.

Der Ausfluss des *Lucendrosees* wird durch eine Staumauer abriegelt, und der Seespiegel wird durch Stauung um rund 60 m gehoben. Dadurch wird ein Staubecken von 25 · 10⁶ m³ Inhalt geschaffen.

Der *Sellasee* wird durch eine Mauer um 32 m gestaut, so dass sein Speicherinhalt 9 · 10⁶ m³ beträgt. Das Stauziel des Lucendrosees ist auf 2134,50 m festgesetzt, das des Sellasees auf 2256 m. Die Ausnützung der Niveaudifferenz zwischen beiden Seen kann später in einem Nebenkraftwerk erfolgen.

2. Stollen und Druckleitung

Die Anzapfung des Lucendrosees erfolgt wenig über seiner tiefsten Stelle, d. h. etwa 20 m unter dem ursprünglichen Seespiegel. Das Wasser wird in einem kreisrunden Druckstollen abgeleitet. Wo der Stollen bei gutem Fels unverkleidet gelassen werden kann, beträgt der Durchmesser 2,40 m, in den mit Beton verkleideten Partien 2,00 m. Die durchfließende Wassermenge kann in beiden Fällen 6 m³/s erreichen.

Der Stollen führt unter den Gotthardseen in südöstlicher Richtung gegen das Sellatal, nimmt dort das Wasser dieses Tales und des gestauten Sellasees auf und unterfährt alsdann in mehr südlicher Richtung das Sorescialtal und den Kamm der *Loita dura*. Etwas östlich des *Sasso rosso* tritt der Stollen direkt über Airola an den Tag.

Am Stollenende sind die Wasserschlosskammern angeordnet. Der Stollen selbst geht in die eiserne Druckleitung über, deren obere Abschlüsse in einer im Berg eingebauten Apparatkammer untergebracht sind. Die obersten 400 m der Druckleitung mussten im Hinblick auf die Felskonfiguration in einen steilen Schrägstollen mit 76,4 % Gefälle verlegt werden. Von da an liegt die Druckleitung frei. Sie führt steil in gerader Linie zum Maschinenhaus. Im Schrägstollen liegt eine Leitung von 1470 mm Durchmesser, in die übrige offene Strecke kommen zwei Leitungen von 945...900 mm Durchmesser zu liegen, von denen zunächst allerdings erst eine ausgeführt wird.

Die Rohre der Druckleitung bestehen aus Kesselblech von 9...58 mm Wandstärke. Die Nähte der Rohre werden mit elektrischer Lichtbogenschweissung ausgeführt, und zwar sowohl die Längs- und Quernähte in der Werkstätte, als auch die Montagenähte auf der Baustelle. So werden, abgesehen von Expansionen, weder Muffen noch Flanschen nötig. Aus der Fabrik werden die Rohre in Schüssen von 12 m Länge auf die Baustelle geliefert.

¹⁾ Bull. SEV 1932, Nr. 25, S. 672.

3. Maschinenhaus und Freiluftstation

Das Maschinenhaus steht etwa 200 m taleinwärts der Brücke der Bedrettostrasse am linken Tessinufer auf einem flachen Talboden. Es wird zwei horizontalachsige Maschinengruppen enthalten. Die beiden 25 000-kW-Peltonturbinen werden mit Drehstrom-Generatoren von 30 000 kVA, 11 kV, 50 Hz, gekuppelt. Ein kurzer Ablaufkanal führt das Wasser von den Turbinen in den Tessin. Das Maschinenhaus ist mit der Station Airola durch ein Anschlussgeleise verbunden.

Die Freiluftstation auf der Westseite des Maschinenhauses wird 2 Transformatoren von 31 000 kVA, 11/150 kV, sowie Schalter und Trenner zum Anschluss des Werkes an die Gotthardleitung ¹⁾ aufnehmen.

4. Energiewirtschaft

Das Lucendrowerk, das übrigens im Zehnjahre-Programm für Kraftwerkbau des SEV und VSE enthalten ist, wird hauptsächlich *Winterenergie* liefern. Beim ausgenützten Einzugsgebiet von 23 km² kann mit einer jährlichen Niederschlagshöhe von 2250 mm gerechnet werden. Daraus ergibt sich eine jährliche Wassermenge von 51,5 · 10⁶ m³. Unter Berücksichtigung von Verdunstung, Vereisung und verlorengangenen Hochwasserspitzen in den Bachzuleitungen sind im langjährigen Durchschnitt noch jährlich 46,7 · 10⁶ m³ ausnützbare. Bei vollem See beträgt das Bruttogefälle 995,50 m. Die Ausnützung von 6 m³/s ergibt bei mittlerem Gefälle rund 50 000 kW Turbinenleistung.

Die Energieproduktion in den Wintermonaten November bis April unter Ausnützung des nutzbaren Stauraumes von 34 · 10⁶ m³ wird 78 · 10⁶ kWh ergeben. Dazu kommt noch die zusätzliche Winterenergie aus den Kraftwerken Piottino ²⁾ und Biaschina, wo das Speicherwasser nochmals mit nahezu 600 m Gefälle ausgenützt wird und rund 37 · 10⁶ kWh erzeugt. Die totale Arbeit im Winterhalbjahr beträgt somit 115 · 10⁶ kWh. Alle drei Kraftwerke, Lucendro, Piottino und Biaschina, sind Eigentum der Aare-Tessin A.-G. für Elektrizität (ATEL).

Vorläufig bleibt, abgesehen von einem kleinen Elektrizitätswerk bei Ponte Sordo, noch ein unausgenütztes Gefälle von 194 m zwischen Airola und Rodi, dessen Ausbau später erfolgen kann. So wird sich mit der Zeit eine lückenlose Ausnützung der Wasserkräfte des Tessins und seiner Zuflüsse vom Gotthard bis gegen Biasca ergeben. Es handelt sich dabei um eine Entwicklung, die mit dem Bau der Biaschina um 1906 begann und vielleicht ein halbes Jahrhundert später zum Abschluss gelangen wird. Gz.

B. Stand der Bauarbeiten im August 1944

In letzter Zeit wurde verschiedentlich durch die ATEL Gelegenheit geboten, die Bauarbeiten des im Entstehen begriffenen Lucendro-Werkes in Augenschein zu nehmen. Gewiss hat jedermann, dem es vergönnt war, an einem schönen Sommertage der Baustelle einen Besuch abzustatten, davon einen bleibenden Eindruck mitgenommen und ist der ATEL dankbar, dass dies ermöglicht wurde. Gerade heute befindet sich das Lucendro-Werk in einem sehr interessanten Baustadium. Oben am Gotthardpass ist die Betonierung der grossen Staumauer des Lucendrosees während der kurzen Bauzeit, die die hohe Lage und die besonderen Witterungsverhältnisse bedingen, in vollem Betrieb. Man sieht viel Altbekanntes von den Bauten im Wägital, an der Grimsel und an der Dixence, aber auch viel Neues. Die Kabeltransportanlage von Airola zur Baustelle ist wohl ähnlich wie diejenige an der Grimsel, hat aber an Bedeutung noch gewonnen, indem nicht nur der Zement, sondern auch der Sand für den Beton hinauftransportiert werden muss, da an der Baustelle nur Fels, aber kein Moränenschutt anzutreffen ist. Das Kiesmaterial für den

²⁾ Bull. SEV 1932, Nr. 25, S. 661...673.

Beton wird einzig von einem Granit-Steinbruch geliefert, dessen Material durch leistungsfähige Steinbrecher den Betonmaschinen «mundgerecht» gemacht wird. Einen grossen Unterschied in der Arbeitsweise bedeutet es auch, dass man nicht mehr den bisher üblichen Gussbeton verwendet, sondern ganz auf Stampfbeton übergegangen ist. Die langen Schüttrinnen fallen also weg, und der Transport des frischen Betons geschieht durch grosse Eisenkübel, die durch eine ausgedehnte Kabel-Krananlage befördert werden. Dazu kommen dann besondere Einrichtungen für das Verteilen und das Rütteln des Stampfbetons, die beim Gussbeton wegfielen.

Besonders interessant ist der Aufbau der Hauptstaumauer; sie ist eine aufgelöste Konstruktion, bestehend aus einzeln betonierten Segmenten, eine sogenannte Nötzli-Mauer. Da die einzelnen Pfeiler gerade aus den Fundamenten herausgewachsen sind, sieht man noch besonders gut die Konstruktion der Mauer und ihrer einzelnen Teile und die dadurch bedingten grossen Schalungsarbeiten. Gegenüber einer Schwergewichtsmauer sollen sich bei der Nötzli-Mauer am Lucendrosee 25 % Ersparnis an Kubikinhalten ergeben. Die Nötzli-Mauer hat den weiteren Vorteil, dass sie statisch genau berechnet werden kann. In vollem Betriebe des Anfangstadiums sind die Arbeiten bei der kleineren Staumauer am Sellasee.

Das Arbeiterproblem, die Unterkunftsverhältnisse und die Rücksichten auf militärische Anforderungen hatten zur Folge, dass das Bauprogramm bei den Staumauern bis jetzt nicht ganz eingehalten werden konnte.

Dagegen wurden die umfangreichen Stollenbauten termingemäss durchgeführt, so dass sie auf Ende Jahr beendet sein werden. Wesentliche Schwierigkeiten wurden keine angetroffen, auch der Anstich des Lucendro-Sees unter Wasser, eine Arbeit, die immer etwas heikel ist, ist schon letztes Jahr einwandfrei gelungen. Schon ist auch der grösste Teil der Rohrleitungen verlegt. Die Installationen für den Transport der Rohre und für deren elektrische Verschweissung an Ort und Stelle sind weitere interessante Objekte. Noch sieht man

die grossen Versteifungsbleche (sogenannte Elefantenothen) bei den Hosenrohren der Leitung, die nachher einbetoniert werden. Mit einem Gefälle von fast 1000 m erreichen die Wandstärken der Rohre und die dadurch bedingten Anforderungen an die elektrische Schweissung eine beachtliche Grösse.

Als besonderes Kuriosum darf hervorgehoben werden, dass in dem architektonisch sehr ansprechenden Maschinenhaus, das im Rohbau vollendet ist, die beiden Maschineneinheiten bereits montiert sind, während an den Stauseen die Bauarbeiten noch weit im Rückstand sind. Auch hier gestattete ein besonders günstiger Zufall, dass als Generatoren Maschinen verwendet werden konnten, die für eine ausländische, nicht ausgeführte Lieferung bestimmt waren. Die Turbinen mussten natürlich besonders gebaut werden, was aber nicht hinderte, dass auch die Montage dieser Maschinen dem Ende entgegengeht. Schon ist auch die westlich in der Richtung gegen das Bedrettal vom Maschinenhaus gelegene Freiluftstation nahezu fertiggestellt. Auch die Transformatoren sind fertig und brauchen nur noch angeschlossen zu werden, während der sehr geräumig und praktisch disponierte Kommandoraum mit Kabelboden noch der Aufnahme der Apparate, Pulte und Verbindungsleitungen harret. Das Werk soll mit reduziertem Stauvolumen auf Ende dieses Jahres noch in Betrieb genommen werden. Da man auf dem Gotthard-Hospiz nur mit 100 Arbeitstagen pro Jahr rechnen kann, wird die Lucendromauer erst 1946 fertig sein.

Die Erstellerin, die ATEL, und die ganze schweizerische Elektrizitätswirtschaft sind zu beglückwünschen, wenn das hier an der südlichen Rampe des Gotthards so dringend nötige Akkumulierwerk entsteht. Wir Elektrotechniker und alle Energiebezügler können der Besitzer- und Bauleiterfirma, ATEL und Motor-Columbus A.-G., und den Unternehmerfirmen nicht genügend dankbar sein, dass ihr Unternehmerrgeist und Mut nicht davor zurückgeschreckt sind, trotz der Ungunst der Zeit und trotz der ständigen Teuerung, den Bau des Werkes an die Hand zu nehmen und durchzuführen.

A. K.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Vorfürhungen bei Brown Boveri über Druckluft-Schnellschalter und Netzschutz

621.316.57.064.45

Seit einer Reihe von Jahren empfängt die A.-G. Brown, Boveri & Cie. in regelmässigen Abständen ihre Geschäftsfreunde in Baden, um ihnen die neuesten Resultate der Entwicklungsarbeit ihrer Ingenieure vorzuführen. Diesmal waren es besonders die neuentwickelten Typen der Druckluftschnellschalter für Innenaufstellung, die den unmittelbaren Anlass zu den gewohnt vortrefflich organisierten Besuchstagen vom 24. bis 26. Oktober gaben. Die Firma zeigte, welche ausgezeichnete Mittel sie für den Netzschutz, nämlich Druckluftschnellschalter und Relais, geschaffen hat, und wie vielseitig diese Mittel anwendbar sind, aber auch in welcher strengen Prüfungen sie sich bewähren müssen, bevor sie dem normalen Betrieb übergeben werden.

Dr. h. c. M. Schiesser, Delegierter des Verwaltungsrates der Firma, begrüsst die Gäste. Er wies in ernsten Worten auf die völlig undurchsichtige Zukunft hin und auf die gegenwärtig ausserordentlichen Zustände, die vor allem das Exportproblem belasten: Die Speditionshallen sind überfüllt mit Fertigprodukten, die des Abtransportes über unsere z. Z. hermetisch geschlossenen Grenzen harren; der Wert dieser bereiten, aber nicht spedierbaren Ausland-Lieferungen erreicht etwa 30 Mill. Fr. Dr. Schiesser erinnerte an das grosse Arbeitsbeschaffungsprogramm des bundesrätlichen Delegierten für Arbeitsbeschaffung, Direktor Zipfel, der darin und auch immer wieder mündlich und schriftlich die Bedeutung des Programmpunktes «Erneuerung des Produktionsapparates» als produktive Arbeitsbeschaffungsmassnahme betonte. Unter diese Aktion fällt auch die Erneuerung der Ausrüstung von Kraftwerken, Unterwerken, Schalt- und Transformatorstationen. Diese Besuchstage mögen zeigen, dass die Fabrikationsindustrie das zur Durchführung der Aktion nötige Material bereithält; die Elektrizitätswerke werden zum eigenen Nutzen und im Interesse der Arbeitsbeschaffung für die Fabriken besonders durch eine umfassende Modernisierung der Netzschutzanlagen ihren «Produktionsapparat» vervollkommen können¹⁾.

Die neuen Druckluftschnellschalter, Modell 1944, ersetzen die bewährte Konstruktion von 1935²⁾. Sie werden z. Z. für 10, 20 und 30 kV Nennspannung, je für 400, 600 und 1000 A Nennstrom und 100, 200, 400, 600 und 1000 MVA Nennabschaltvermögen gebaut. Augenfällig wird der Fortschritt, der in den 10 Jahren gemacht wurde, durch das Gewicht: Wog der 10-kV-Typ von 600 A und 400 MVA noch 415 kg, so hat die neue Ausführung des gleichen Typs noch 233 kg Gewicht. Erreicht wurde dieser Erfolg hauptsächlich durch Verbesserung der Strömungsverhältnisse und des Löschsystems, aber auch durch eine durchgreifende Neukonstruktion aller Teile. So konnte durch eine neue Ausbildung der Krümmer, die das Druckluftreservoir mit den Löschkammern verbinden, die Leistung infolge Verminderung der Wirbel stark erhöht werden; augenfällig wurde das durch ein Experiment mit Wasser vorgeführt. Die bewegten Massen erhielten Druckluftdämpfung. Der neue Schalter hat nun einen pneumatisch gedämpften Einkolbenantrieb. Die Luftleitungen sind nicht mehr in schwerer Gusskonstruktion, sondern in einer leichten Schweisskonstruktion ausgeführt. Die Steuerorgane sind in einen Steuerblock zusammengefasst, der für alle Typen von 10...30 kV in ein und derselben Ausführung verwendet wird. Das ganze Druckluftsystem hat einen ausgeprägten Kraftüberschuss: Der Schalter, der normal bei einem Druck von 14...16 kg/cm² arbeitet, kann bis hinab zu rd. 2,5 kg/cm² die mechanischen Schaltbewegungen ausführen. Das Druckluftreservoir genügt für eine Ein-Aus-Schaltung; Schalter, die für schnelles Wiedereinschalten vorgesehen sind, erhalten ein Zusatzreservoir. Das Problem der Beherrschung kleiner Ströme und des Einflusses der Eigenfrequenz des Netzes auf den Lichtbogen wurde durch Dämpfungswiderstände gelöst, was durch Abschaltungen eines leerlaufenden 4000-kVA-Transformators und einer Kondensatorenbatterie demonstriert wurde. Sehr hübsch wurde die Wirkung der Eigenfrequenz des Netzes an einem Netzmodell mit verschiedenen für die Arbeitsweise des Schal-

¹⁾ Bull. SEV 1944, Nr. 11, S. 285...293.

²⁾ Bull. SEV 1935, Nr. 21, S. 590 und 1939, Nr. 22, S. 702.