

Das Kraftwerk Arnstein der STEWEAG

Elektrizitätswerk und Technisches Denkmal

Von Paul W. Roth

Die verstärkte Versorgung der Steiermark mit elektrischem Strom war trotz einer Zahl bestehender, auch größerer Elektrizitätswerke nach dem Ersten Weltkrieg eine unabdingbare Notwendigkeit geworden.

Aus diesem Grund wurde 1919 die „Vorbereitung des Ausbaues der steirischen Wasserkräfte Gesellschaft mbH.“ begründet, welche sich am 30. März 1921 als STEWEAG konstituierte.

Bereits im Jänner 1922 beschloß das Exekutivkomitee des Verwaltungsrates den Ausbau der Teigitsch mit der Sperre Langmann und dem Kraftwerk Arnstein.

Nach weiteren Vorarbeiten erfolgte 1924 der erste Stollendurchschlag, bereits im Februar 1925 wurde der Probetrieb aufgenommen, am 25. März vor 71 Jahren erfolgte die offizielle Inbetriebnahme. Die Leistung des Kraftwerkes betrug zu diesem Zeitpunkt 21.000 kW, die Erzeugung im Regeljahr in der Gegenwart beziffert sich auf 50,0 Millionen kWh bei 30.000 kW.

Das Kraftwerk Arnstein ist seit der Errichtung baulich unverändert und in Betrieb geblieben.

Baubeschreibung

Das Krafthaus besteht aus

1. einem Maschinenhaus mit seiner Längsachse in Richtung der ankommenden Druckrohrleitungen,



Kraftwerk Arnstein, um 1930

Foto: Bestand BDA Graz

2. dem Steuerhaus mit Kommandoraum und den für den Eigenbedarf notwendigen Räumen,
3. dem Verbindungsgang,
4. einem Schalthaus mit seiner Längsachse quer zur Längsrichtung des Maschinenhauses.

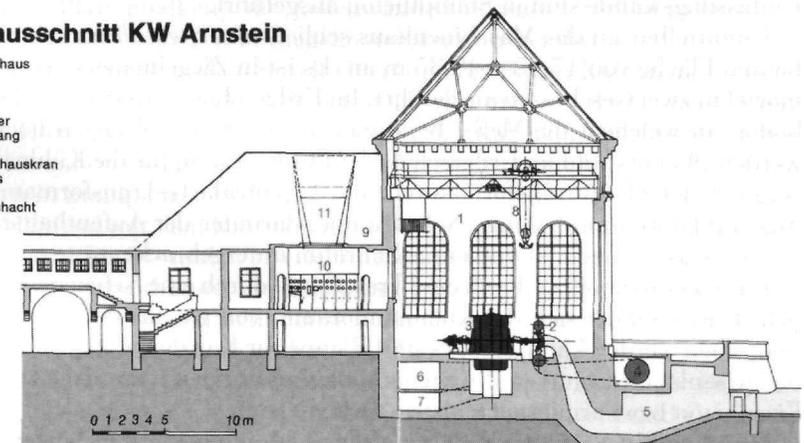
Das Maschinenhaus erhielt im ersten Ausbau zwei Maschinensätze, bestehend aus je einer Francis-Spiralturbine und je einem unmittelbar damit gekoppelten Drehstromerzeuger (Generator).

Von besonderer industriearchäologischer Bedeutung ist das Maschinenhaus. In starker Abhängigkeit von der Druckrohrleitung, die die Grundmauern des Gebäudes durchdringt, um das Druckwasser den Turbinen unter dem Saalboden zuzuführen, steht über drei Maschinengruppen eine hohe helle Halle. Auf der Bergseite gliedern sich der Halle eine Werkstätte und ein Vorraum an, an die eine Längsseite der Halle lehnt sich ein kleineres Gebäude an, das der Führung des Kraftwerkes und den Bedürfnissen der Bedienungsmannschaft dient und darum den Namen „Steuerhaus“ erhielt. Von den Maschinengruppen ist nur ein Teil über dem Fußboden sichtbar. Die Wasserzufuhr zu den Turbinen bleibt im Fundament, erst die aufsteigenden großen Spiralen – vom Mechanismus der Drehzahlregler im Vordergrund halb verdeckt – verraten den Ort der Turbinenlaufräder. Die Generatoren sind vollständig in großflächigen Gehäusen gekapselt. Ein Laufkran fährt auf Mauerabsätzen der Hauptmauer und bestreicht in dreifacher Beweglichkeit den ganzen Raum und den erhöhten Abstellplatz auf der Stirnseite. Rechts blickt man vom Steuerraum durch ein Bogenfenster in die Halle. Das Pflaster ist in Rot gehalten, die Mauer weiß. Die Decke wird von fünf Eisenträgern getragen und besteht aus weißen Holzplatten (Kassettendecke) zwischen dunkel gebeizten Holzbalkenlagen. Für ausreichende Belichtung und Belüftung des Raumes ist gesorgt.

Die Hofansicht des Schalthauses wird wesentlich durch die lange Reihe der Transformatorzellen und dazugehörigen Kühlerzellen bestimmt. Die großen eisernen Tore mit der vorgelagerten Rampe an dem breitspurigen Geleise für die Förderung der Transformatoren geben diesem Gebäude das stärkste industrielle Gepräge.

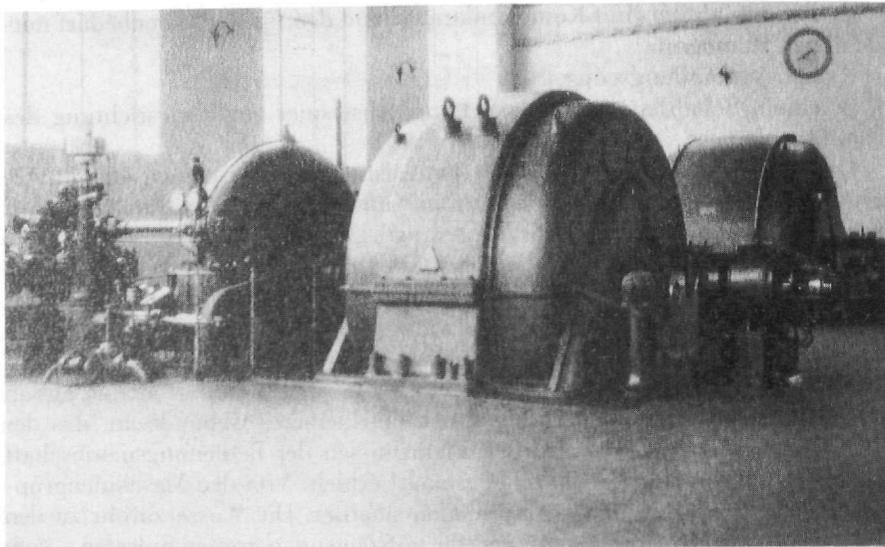
Krafthauschnitt KW Arnstein

- 1 Maschinenhaus
- 2 Turbine
- 3 Generator
- 4 Druckrohr
- 5 Unterwasser
- 6 Frischluftgang
- 7 Abluftgang
- 8 Maschinenhauskran
- 9 Steuerhaus
- 10 Warte
- 11 Überlichtschacht



Krafthauschnitt KW Arnstein

Graphik: STEWEAG



Maschinenraum, um 1930 Foto: Bestand BDA Graz

Technische Beschreibung

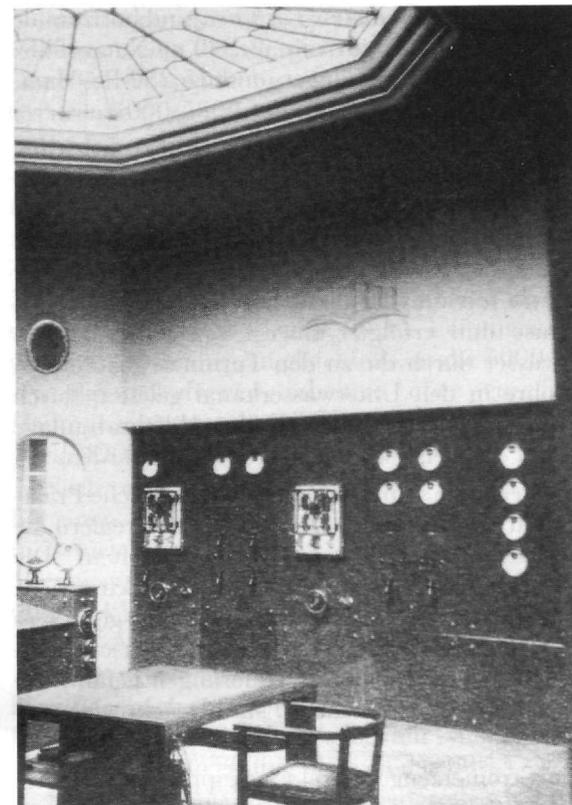
Das *Maschinenhaus* bedeckt eine Fläche von $16,8 \times 36,95$ m, einschließlich einer Durchfahrt und einer angebauten Werkstätte. Der eigentliche Maschinensaal hat eine Länge von 25 m, eine Breite von 14 m und eine Höhe von 13,5 m. Er ist durch doppelt so hohe wie breite Fenster, welche ein zusätzlicher Halbbogen krönt, charakteristisch gegliedert.

Im Maschinensaal kamen im ersten Ausbau zwei Maschinensätze, im Vollausbau 1930 noch ein dritter Maschinensatz, bestehend aus einer Francis-Turbine direkt gekuppelt mit einem Drehstromerzeuger, zur Aufstellung. Die Fundamente für dieselben bestehen aus einem einheitlichen Betonklotz. Der Fußboden hat die Höhenkote 386,77 und ist über dem hHW gelegen. Die Decke der Durchfahrt ist als Abstellplatz für größere Lasten nutzbar. Die Umfassungswände sind in Stampfbeton ausgeführt.

Unmittelbar an das Maschinenhaus schließt das *Steuerhaus* mit einer verbauten Fläche von $17,45 \times 19,35$ m an. Es ist in Ziegelmauerwerk mit Kalkmörtel in zwei Geschossen ausgeführt. Im Erdgeschoß befindet sich der Kabelboden, in welchem die Meß-, Betätigungs- und Signalleitungen hochgeführt werden. Weiters sind im Erdgeschoß der Pumpenraum für die Kühlwasserversorgung der Haupttransformatoren, die Eigenbedarfs-Transformatoren, der Akkumulatorenraum, einige Nebenräume, darunter der Aufenthaltsraum für das Kraftwerkspersonal und ein Schauraum untergebracht.

Das Obergeschoß ist durch eine Treppe und durch eine Nebentreppe zugänglich. Dort befindet sich der Kommandoraum, von wo aus der Maschinensaal übersehen werden kann, weiters sind Räume für Kanzleien und für die Eigenbedarfsanlage vorhanden. Im Steuerhaus sind übrigens sämtliche Decken aus Eisenbeton bzw. armierte Hohlsteindecken.

Das Steuerhaus ist mit dem *Schaltheus* durch einen 15 m langen Gang in Beton auf Quadermauerwerkpfählern verbunden. Das Schaltheus bedeckt eine



Schaltraum, um 1930 Foto: Bestand BDA Graz

Fläche von $59 \times 18,8$ m und teilte sich in das 5/20-kV- und das 60-kV-Haus, wobei die Teilung auch äußerlich in Erscheinung tritt. 1953 wurden die 5-kV-Anlage aufgelassen und der Raum zu Magazinräumen adaptiert. Der zweigeschossige Bau ist als Ziegelmauerwerk ausgeführt, die Decken bestehen aus Eisenbeton (Plattenbalken), die Zellenwände sind zum Großteil in Duro mit Kantenschutz und zum Teil in Ziegelmauerwerk ausgeführt.

Sämtliche Gebäude stehen durch einen unterirdischen Kabelkanal miteinander in Verbindung, dieser ist vom Kabelboden aus und durch das Stiegenhaus am Ende des Schaltheuses zugänglich. Im Kabelkanal sind an den Seitenwänden auf durchlaufenden Bänken die verschiedenen Kabel, an der Decke Leitungen in Stahlpanzer-Rohren verlegt.

Gleichlaufend mit dem Kabelkanal ist flusswärts ein Heizkanal und bergwärts ein Rohrkanal für Öl- und Wasserleitungen angeordnet, von dem ungefähr in der Mitte des Schaltheuses die Ölleitungen in einen Ölsammelraum führen. Über dem Ölsammelraum befindet sich die Ölküche. Die beiden Räume sind durch eine Einstiegsöffnung verbunden. Der Rohrkanal ist außerdem noch vom Stiegenhaus am Ende des Schaltheuses zugänglich. Längs der bergseitigen Front der Gebäude wie auch im Inneren des Schaltheuses sind Geleise für den Transport der Transformatoren und Leistungsschalter (ursprünglich Ölschalter, seit 1960 ölarme Schalter) verlegt.

Die im Maschinenhaus zur Aufstellung gelangten *Turbinen* sind horizontale Einrad-Francis-Spiralturbinen der Firma Voith mit je 240 m Nutzgefälle, 5500 l/Sek. größte Wassermenge, 750 Umdrehungen und 15.250 PS Maximalleistung (11.000 kW).

Das Betriebswasser wird den Turbinen durch die an die Druckrohrleitung angeschlossene Verteilungsleitung mittels schräger Abzweigstutzen zugeführt. Vor dem Eintritt in die Spiralgehäuse sind Absperrschieber angeordnet, welche hydraulisch betätigt werden. Überdies sind Umlaufschieber zur Druckentlastung der Hauptschieber vorhanden, die ursprünglich handbetätigt, später motorbetrieben waren und heute luft-ölhydraulisch betätigt werden. Nach Durchströmen der Spiralgehäuse und erfolgter Energieumsetzung in den Laufrädern wird das Betriebswasser durch die zu den Turbinen gehörenden Saugrohrkrümmer und Saugrohre in den Unterwasserkanal geleitet, durch welchen ein Teil über das Kraftwerk Teigitschmühle (früher Hilfskraftanlage Kranz) und ein kleiner Teil direkt der Teigitsch wieder zugeführt werden.

Die Regulierung der Turbinen erfolgte seinerzeit durch hydraulische Präzisionsregulatoren modernster Bauart, welche mit Hilfe von Drehzahlreglern die Tourenzahl bei allen Belastungsschwankungen konstant hielten. Die ursprünglich mechanischen Drehzahlregler wurden 1984 durch elektronische Geräte ersetzt. Die Regulatoren wirken im Wege eines Verbindungsgestänges auf einen zur Turbine gehörigen Regulierring, von welchem die Leitschaukeln der Turbine verstellt werden. Um bei plötzlichen Regulierungen gefährliche Drucksteigerungen in der Rohrleitung hintanzuhalten, sind Druckregler vorhanden.

Mit den Turbinen sind die Stromerzeuger direkt gekuppelt. Der ganze Maschinensaal wird von einem elektrisch betriebenen Laufkran mit 35 t Tragfähigkeit bestrichen. Der Kran besitzt als Hauptträger zwei Vollwandträger, zu deren Versteifung gegen Schwankungen in seitlicher Richtung zu beiden Seiten mit Riffelblechen abgedeckte und mit Schutzgeländer versehene Laufbühnen angeordnet sind, welche gleichzeitig zum bequemen Nachsehen bei den Triebwerken und Motoren dienen.

Die Triebwerke für Lastheben, Katzenfahren und Kranfahren werden unabhängig voneinander durch je einen besonderen ganz gekapselten Drehstrommotor angetrieben. Die Steuerung erfolgt von einem Führerkorb aus, welcher an einer der beiden Laufbühnen angehängt und mit allen erforderlichen Apparaten eingerichtet ist.

Als Lastorgan dient ein Drahtseil, welches auf zwei entsprechend dimensionierten Seiltrommeln aufgewickelt ist. Der Lasthaken, als Doppelhaken ausgebildet, ist aus schnigem Schmiedeeisen gefertigt und auf Angeln drehbar gelagert.

Die einzelnen Triebwerke sind mit entsprechenden Bremsen und Endauschaltern ausgerüstet, so daß auch bei Unachtsamkeit des Kranführers ein Überfahren der Endstellungen ausgeschlossen ist.

Die auf der durchgehenden Mauerbank verlegte Kranlaufbahn besteht aus Spezialstahlschienen, welche auf einem kräftigen Breitereisen aufgeschraubt sind. Die so gebildeten Laufbahnstränge wurden mittels Steinschrauben mit der Gebäudemutter verbunden und mit einer entsprechenden Zementschicht untergossen.

Die drei mit den Francis-Turbinen direkt gekuppelten Drehstromgeneratoren weisen eine Leistung von je 13.000 kVA, 750 Umdrehungen/Minute, mit einer Betriebsspannung von 5250 Volt, im Mittel regulierbar zwischen den Grenzen 5000/5500 Volt, auf.

Die Generatoren speisten bis 1953 über ein 5-kV-Doppelsammelschienen-system und drei Haupttransformatoren mit je 12.800 kVA Leistung bei einem Übersetzungsverhältnis 5000/63.000 Volt eine 60-kV-Doppelsammelschiene an, von der zwei 60-kV-Leitungen nach Graz führten. Außerdem waren an die 5-kV-Sammelschienen zwei Transformatoren mit je 2500 kVA Leistung, 5000/21.000 Volt, angeschlossen, welche über eine 20-kV-Einfachsammelschiene auf drei abgehende 20-kV-Leitungen arbeiteten. Die Eigenbedarfstransformatoren waren gleichfalls an die 5000-Volt-Schienen gelegt. Auf diesen Sammelschienen arbeitete über ein 5-kV-Kabel parallel zu den Hauptgeneratoren die Hilfskraftanlage Kranz (heute Teigitschmühle-Kraftwerk, 1200 kW).

Noch vor Kriegsbeginn wurde 1939 die 60-kV-Anlage durch einen Abzweig für einen Kuppeltransformator zu einer neuerrichteten 110-kV-Doppelsammelschienen-Freiluftanlage erweitert. Die erzeugte Energie wurde darauf überwiegend über diesen Abzweig und einen 20-MVA-Umspanner, 60/110 kV, in das gleichzeitig entstandene 110-kV-Netz eingespeist. Von der 110-kV-Anlage führten zwei Doppelleitungen und eine Einfachleitung ab.

1953 wurde die 60-kV-Anlage um einen Leitungsabgang nach Voitsberg/Bärnbach erweitert. Heute führt von der 60-kV-Anlage, neben der Verbindung zur 110-kV-Anlage, nur mehr ein Leitungsabgang zu einem Umspannwerk in Söding ab, weil das 60-kV-Netz aufgelassen wurde.

1953 wurde auch wegen der zu großen Kurzschlußleistung die 5-kV-Doppelsammelschienenanlage demontiert. Jeder Generator wurde über ein 5-kV-Kabel direkt mit einem 5/60-kV-Transformator (Blockschaltung) verbunden. Beide 5/20-kV-Transformatoren wurden ebenfalls demontiert und durch einen Umspanner 1600 KVA, 5/20 kV, für den Abtransport der Energie aus der Teigitschmühle in das 20-kV-Netz ersetzt. Die zwei Eigenbedarfstransformatoren wurden an je ein Verbindungskabel Generator-Transformator angeschlossen. Danach wurden die 5-kV-Anlageräumlichkeiten für Magazinräume verwendet.

Die Bedienung der 110-kV-Anlage erfolgt vollkommen automatisch vom Kommandoraum der Zentrale aus, die der übrigen Anlagen zum Teil händisch vor Ort. Im Kommandoraum sind die Schaltpulte und Schalttafeln, montiert mit den notwendigen Instrumenten, Signalvorzeigevorrichtungen, Relais und Betätigungsschaltern, in übersichtlicher Form angeordnet.

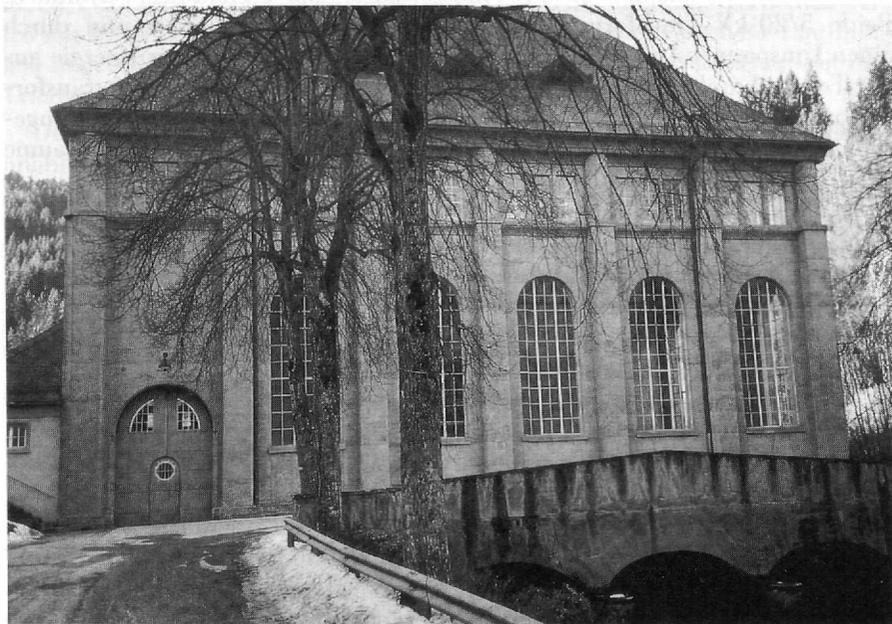
Die Beleuchtung der Zentrale erfolgte im Anschluß an die 380/220-Volt-Eigenbedarfssammelschienen, an die seinerzeit auch zwei Umformaggregate (Motor-Generator) zur Ladung einer Akkumulatorenbatterie gelegt waren. Heute erfolgt die Ladung durch moderne statische Gleichrichter. Die Notbeleuchtung wird von der Akkumulatorenbatterie gespeist.

Die Stromerzeuger sind achtpolige, vollständig gekapselte *Drehstromgeneratoren*, bemessen für eine Dauerleistung von 13.000 kVA bei $\cos \phi = 1-0,8$, Betriebsspannung im Mittel 5250 Volt, mittels Feldregler regulierbar zwischen 5000/5500 Volt, 750 Umdr./Min., 50 Perioden, mit angebauter Nebenschluß- und Hilfserregermaschine, bemessen für eine Leistung von 50 kW nor-

mal bei 110 Volt. Das Turbinenlaufrad ist fliegend angeordnet und hat eine eigene Flanschelle, die mit dem Anschlußflansch der Generatorwelle verbunden ist. Das Gehäuse des Generators und seine beiden Lager sind auf einem gemeinsamen Fundamentrahmen montiert. Das Kühlwasser für die Lager wird einem Kühlwasserbehälter entnommen.

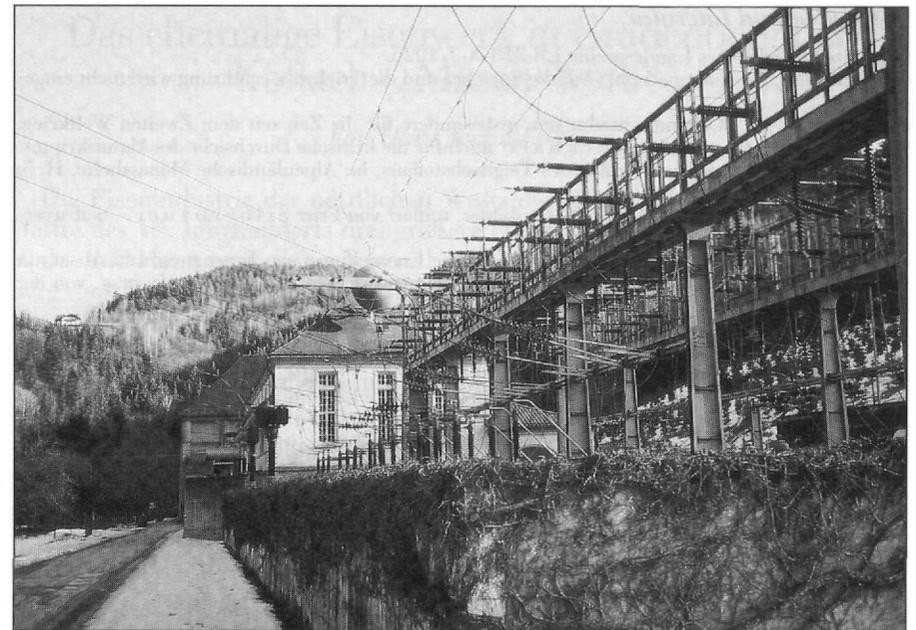
Zwecks Kühlung der Generatoren wird Frischluft einem für sämtliche Maschinensätze gemeinsamen Schacht an der Nordwestseite des Turbinenhauses entnommen und den Generatoren in Kanälen, ausgestattet mit Absperrklappen, zugeführt. Im Winter wird die erwärmte Abluft über den eingangs erwähnten Heizkanal der Gebäudeheizung zugeführt.

Die *Haupttransformatoren* sind für eine zugeführte Leistung von je 12.800 kVA bei einem Übersetzungsverhältnis von 5500/63.000 Volt im Leerlauf bemessen. Unterspannungsseitig sind sie im Dreieck, überspannungsseitig im Stern geschaltet. Der Oberspannungsnullpunkt ist herausgeführt. Die künstliche Kühlung erfolgt in einem Kühler, welcher in einer eigenen Zelle neben der zugehörigen Transformatorzelle aufgestellt ist. Das Kühlwasser wird einem bergseits eingebauten Wasserbehälter, welcher aus einem Pumpensatz aus dem Unterwasserkanal gespeist wird, entnommen und den Kühlern zugeführt. Eine weitere Pumpe hält das Transformatoröl im Transformator über die Kühler in ständigem Umlauf. Um die Wasserzufuhr unbedingt sicher zu gestalten, wurde als Reserve ein zweiter Rohrstrang an die Druckrohrleitung der Turbine angeschlossen und ein zweites Pumpenaggregat aufgestellt. Die Transformatorzellen sind von außen zugänglich. Um eventuell das Öl ablassen zu können, ist die Transformatorgrube an eine Rohrleitung angeschlossen, welche im Rohrkanal zu einem Ölsammelraum, der durch eine Pumpe entleert werden kann, führt.



Kraftwerk Arnstein 1995

Foto: P. W. Roth



Schaltanlage 1995

Foto: P. W. Roth

Die Transformatoren 5/20 kV, bemessen für eine Leistung von je 2500 kVA, bei einem Übersetzungsverhältnis im Leerlauf von 5250/21.000 Volt mit Anzapfungen für $\pm 5\%$ Spannungsänderung, besaßen natürliche Luftkühlung. Sie waren ober- und unterspannungsseitig im Stern geschaltet. Der neue 1660-kVA-Trafo ist im Stern-Dreieck geschaltet.

Für ausreichende Belüftung der 5/20-kV-Transformatorzellen war bzw. ist durch eine entsprechende Querschnittsbemessung der Luftführungskanäle vorgesorgt.

Architektonische Bewertung

Neben dem Tatbestand, daß das Kraftwerk Arnstein schon über 70 Jahre lang Strom erzeugt, ist auch seine bis ins Detail durchgeführte architektonische Gestaltung bemerkenswert. Dies ist ein Vermächtnis des Architekten *Fritz Haas*, der für den Entwurf verantwortlich zeichnete. Jahrzehntlang arbeitete er seither im Kraftwerksbau für die STEWEAG mit dem Planer *Hermann Grengg* zusammen.

Bereits 1923 hielt das Denkmalamt fest, daß die „*Situierung der Gebäudegruppe aus Gründen des Heimatschutzes und der Landschaftspflege als ganz vorbildlich zu bezeichnen*“ wäre. Bei der architektonischen Ausgestaltung des Maschinenhauses wurde der Wunsch nach jenen Gestaltungsgrundsätzen angeführt, die für das damals bereits im Bau befindliche Schalthaus und für das Steuerhaus maßgebend waren und „*diesen beiden Teilen ein eigenartiges, sehr wirksames Gepräge verleihen, indem sie die Forderungen rechnerischer Zweckmäßigkeit mit denen einer großzügigen Einpassung in Maßen, Linien und Formen in das Landschaftsbild verbanden*“. Diese Beurteilung hat wohl nach wie vor Gültigkeit.

Quellen und Literatur

- Graz, Steiermärkisches Landesarchiv LR 313-A-7/1926.
Graz, Steweag, Prospektmaterial (Auf die Speicher und die Triebwasserführung wird nicht eingegangen).
Hans E c k h a r t, Originalmitteilungen, insbesondere für die Zeit seit dem Zweiten Weltkrieg. Ich danke Herrn Obering. Hans E c k h a r t auch für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.
H. G r e n g g, Zum Durchschlag des Teigtischstollens, in: Alpenländische Monatshefte, H. 5, 1924, S. 273–288.
Das Teigtisch-Wasserkraftwerk. Zehn Baubilder, radiert von Fritz S i l b e r b a u e r. Selbstverlag der STEWEAG, Graz 1924.
F. M i c k e, Das Werden der STEWEAG und die Entwicklung von Erzeugung und Absatz in ihrem Versorgungsbereich, in: 25 Jahre Teigtisch-Kraftwerk Arnstein, Festschrift, hrsg. von der STEWEAG, Graz 1950, S. 9–18.
50 Jahre STEWEAG, Graz, o. J. (1971), S. 92, 94–95.
St. K a r n e r, Der Kampf zwischen „weißer“ und schwarzer Kohle. Zu den Anfängen einer gesamtsteirischen Elektrizitätswirtschaft, in: BlfHk 51/1977, S. 122–135.
H. L a c k n e r, Wasserbauingenieur Hermann Grengg, in: Berichte des Museumsvereines Judenburg, H. 14, Judenburg 1981, S. 20–31.
Paul W. R o t h, Kraftwerksbauten als Architekturdenkmäler, in: Elektrobote, 39. Jg., Graz 1992, S. 55–56.