

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 30 (1939)
Heft: 26

Artikel: Luftangriffsicheres Reserve-Dampfkraftwerk der Stadt Bern
Autor: Baumann, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060900>

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: 03.04.2025

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

Luftangriffsicheres Reserve-Dampfkraftwerk der Stadt Bern.

Kurzreferat von E. Baumann, gehalten an den Generalversammlungen des SEV und VSE am 25. November 1939 in Bern.

621.311.22: 699.85

Herr Direktor Baumann erfreute die Teilnehmer an den Jahresversammlungen 1939 des SEV und VSE mit einem kurzen Vortrag über das luftangriffsichere Reservedampfkraftwerk der Stadt Bern, das anschliessend besichtigt werden konnte. Das Werk ist ganz in den Fels eingesprengt und genügt allen Forderungen, die in bezug auf Bombensicherheit gestellt werden müssen. Es ist ausgerüstet mit einem Velox-Dampferzeuger von 42 t/h Leistung und einer Dampfturbinengruppe von 9000 kW Dauerleistung an den Klemmen des Generators. Die Baukosten betragen 150 Fr./kW. Die ganze Anlage beansprucht nicht mehr Raum als das vor 35 Jahren für eine Dampfturbinenleistung von 2500 kW erstellte Kesselhaus der Stadt Bern.

M. le Directeur Baumann a présenté aux participants des Assemblées générales de 1939 de l'ASE et de l'UCS un bref, mais très intéressant exposé sur l'usine thermique de réserve à l'abri des bombardements aériens de la Ville de Berne, usine que les participants ont pu ensuite visiter. Cette usine, entièrement aménagée dans le rocher, répond à toutes les exigences d'une protection efficace contre les bombes. Elle comporte un générateur de vapeur Velox d'une puissance de 42 t/h et un groupe turbo-alternateur d'une puissance de 9000 kW aux bornes de l'alternateur en régime permanent. Les frais de construction se sont élevés à 150 fr./kW. Cette installation n'occupe pas plus de place que la chaufferie de la Ville de Berne construite il y a 35 ans pour une turbine à vapeur de 2500 kW.

Das Generalsekretariat des SEV und VSE wünschte, den Teilnehmern an unseren Versammlungen Gelegenheit zur Besichtigung einer, dem Ernst der Zeit angepassten, technischen Anlage zu verschaffen und ist daher mit dem Gesuch an das stadtbernerische Elektrizitätswerk gelangt, Ihnen die Besichtigung unseres, kurz vor Kriegsausbruch vollendeten, luftangriffsicheren Reservedampfkraftwerkes zu gestatten. Wir haben diesem Wunsche gerne entsprochen. Die Raumbeschränktheit und der Umstand, dass sich das Werk während der Besichtigung in Betrieb befinden wird, gestattet die Abgabe von Erklärungen im Maschinenraum nicht. Ich möchte Sie daher in einem Kurzreferat und an Hand von einigen Lichtbildern etwas über die Anlage orientieren und verweise im übrigen auf die in den Brown-Boveri-Mitteilungen 1939, Nr. 8, erschienene, eingehende Beschreibung.

Die jährliche Energieproduktion für das Absatzgebiet der Stadt Bern beträgt zurzeit rund 92 Millionen kWh. Auf Pflichtenergie entfallen 90 Millionen, auf Ueberschussenergie, d. h. auf die Abgabe an Elektrokessel im Winterhalbjahr, 2 Millionen kWh.

Gedeckt wird diese Produktion mit 55 Millionen kWh durch die auf Stadtgebiet befindlichen, hydraulischen Werke und mit 37 Millionen kWh durch den Produktionsanteil der Stadt Bern am Handeckwerk im Oberhasli.

Die Leistung der Stadt-Werke beträgt:

bei günstigen Wasserverhältnissen	9000 kW
bei ungünstigen Wasserverhältnissen	5000 kW
der Leistungsanteil am Handeckwerk erreicht maximal	13 500 kW
Gegenwärtige maximale Netzbelastung ohne Elektrokessel	18 500 kW

An Reserven waren vor der Beteiligung an den Kraftwerken Oberhasli vorhanden:

Eine Dampfturbinenanlage von 2000 kW und eine Dieselmotorenanlage von 4200 kW.

Durch die bei Anlass der Oberhasli-Beteiligung durchgeführte Frequenzänderung von 40 auf 50 Hz wurde die Dampfturbinen-Reserve praktisch ausgedient. Ein Ersatz war nicht sofort erforderlich. Er kam erst durch die mit der Oberhasli-Be-

teiligung zusammenhängende Entwicklung der Belastungskurve in Frage. Diese erforderte eine erhöhte Sicherstellung der bei Rauhreifbildung auf einen Strang der Fernleitung beschränkten Energieübertragung aus dem Oberhasli. Bei der Bearbeitung des Projektes für einen Ersatz der Dampfturbinenanlage durften nicht nur die momentanen Verhältnisse berücksichtigt werden; die Leistung der neuen Reserveanlage musste auch den nach dem zweiten Ausbau der Oberhasliwerke, d. h. nach der Inbetriebsetzung des Kraftwerks Innertkirchen zu erwartenden Belastungsverhältnissen angepasst werden.

Ursprünglich war beabsichtigt, die Erhöhung der Reserveleistung durch Aufstellung von weiteren Dieselmotorengruppen im thermischen Kraftwerk vorzunehmen. Als sich aber unsere Landesregierung mit Rücksicht auf den labilen Friedenszustand der vergangenen Jahre, d. h. wegen der Gefahr eines Kriegsausbruches und den dabei zu erwartenden Luftangriffen veranlasst sah, Abwehrmassnahmen gegen Luftangriffe zu organisieren, fühlten wir uns verpflichtet, die Sicherstellung der stadtbernerischen Energieversorgung auch von diesem Gesichtspunkt aus zu studieren. Ohne die Entwicklung der Flugtechnik wäre die Elektrizitätsversorgung unseres Landes auch im Kriegsfall nicht so unmittelbar gefährdet, wie dies beim heutigen Stand der Militäraviatik in Verbindung mit der Zerstörungstechnik der Fall ist.

Dieser neue Gesichtspunkt veranlasste uns, das ursprüngliche Erweiterungsprojekt fallen zu lassen. Das vorhandene thermische Kraftwerk luftangriffsicher auszubauen, wäre mit grossen Kosten verbunden und kaum durchführbar gewesen. Das Werk befindet sich überdies in unmittelbarer Nähe der Gasfabrik. Wir prüften daher die Frage, ob angesichts der stetigen Kriegsgefahr die Reserve in einer unterirdischen Anlage untergebracht werden kann.

Für die Errichtung einer solchen Anlage sind die topographischen Verhältnisse der Stadt Bern günstig. Die Aare ist tief eingeschnitten, und es liess sich eine Stelle finden, wo ein senkrecht aufsteigender Molassefels sich in unmittelbarer Nähe

der Aare befindet. Die Nähe der Aare gestattet die Aufstellung einer Dampfturbinenanlage unter Ausnützung der auf dem Gebiete des Kesselbaues in den letzten Jahren erreichten ausserordentlichen Fortschritte, d. h. die Aufstellung einer Dampfturbinenanlage in Verbindung mit einem Velox-

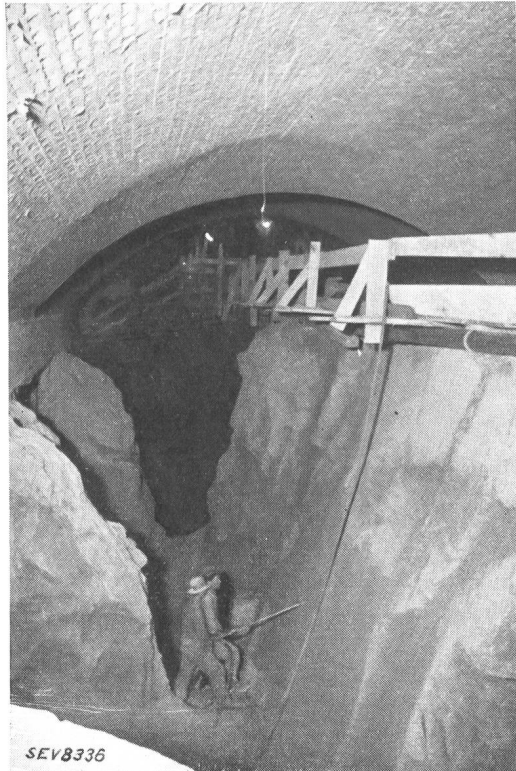


Fig. 1.

Strossenabbau nach Fertigstellung des Gewölbes.

Dampferzeuger. Der Ort befindet sich in nicht allzu grosser Entfernung vom Felsenauwerk und vom Anschlusspunkt der Fernübertragung aus dem Oberhasli und liess sich ohne grosse Kosten mit verschiedenen Hauptspeiseleitungen unseres Hochspannungs-Kabelnetzes verbinden.

In grundsätzlicher Beziehung ist folgende Bemerkung anzubringen:

Die Frage, ob die Elektrizitätsunternehmen es verantworten können, auf die Errichtung solcher luftangriffssicheren Anlagen zu verzichten oder ob sie ihren Abonnenten gegenüber verpflichtet sind, solche Sicherungsmassnahmen zu treffen, lässt sich nicht allgemein beantworten. Wichtig ist insbesondere jeweils auch die Beantwortung der Frage, ob die Massnahme durchführbar und wirtschaftlich tragbar ist. Jede Elektrizitätsunternehmung muss das Problem für sich prüfen. Die Verhältnisse sind von Ort zu Ort verschieden. In Bern waren sie jedenfalls so, dass wir uns verpflichtet fühlten, die Erweiterung unserer Reserveanlage in einem vor Luftangriffen sichern Raum unterzubringen. Unsere Auffassung wurde von den Behörden und in der Gemeindeabstimmung gebilligt. Sie fand auch durch die Bewilligung von Subventionen die Unterstützung der Abteilungen für passiven Luftschutz beim

eidgenössischen Militärdepartement und bei der kantonalen Militärdirektion.

Der Bau wurde anfangs 1938 in Angriff genommen. Schwierigkeiten baulicher Natur zeigten sich keine. Der rasche, reibungslose Fortschritt wurde durch das Fehlen von Bergwasser sehr begünstigt.

Mit der Projektierung und Bauleitung des baulichen Teils war die Firma Rothpletz & Lienhard betraut. Die baulichen Arbeiten wurden von den Bauunternehmungen Bürgi & Cie. und Losinger & Cie. ausgeführt. Die Lieferung der Dampferzeugeranlage und der Dampfturbinengruppe einschliesslich der Installationen im Kommandoraum wurde der AG. Brown, Boveri & Cie., die Lieferung der Schaltanlage mit Einschluss der Druckluftschalter der Maschinenfabrik Oerlikon übertragen. Gebr. Sulzer in Winterthur lieferten den Hilfsdieselmotor und die Giesserei Bern die Krananlage. Die Oberbauleitung besorgte die Direktion des Elektrizitätswerkes.

Die Fig. 1 und 2 geben einen Einblick in die Bauausführung. Fig. 1 zeigt den Strossenabbau nach Fertigstellung des Gewölbes. Fig. 2 stellt den hintern Teil des Maschinenraums mit der hintern Anschlusswand dar; an diese schliessen sich die 2 Brennstoff-Tankstollen von 3 m Durchmesser und 22 1/2 m Länge an.



Fig. 2.

Hinterer Teil des Maschinenraumes.

Die beiden Röhren an der hintern Abschlusswand sind die beiden Brennstofftankstollen von 3 m Durchmesser und je 22,5 m Länge.

In Fig. 3 ist die ganze Anlage im Grundriss und Schnitt dargestellt und Fig. 4 stellt den oberen Teil des fertig montierten Maschinenraums dar.

Der Maschinenraum weist eine Länge von 26 m, eine grösste Breite von 10 m und eine grösste Höhe von 12 m auf. Die Felsüberlagerung über dem Gewölbescheitel variiert zwischen 15 und 30 m. Die äussere Abschlussmauer besteht in einer 1,2 m

Durch einen zuerst vertikal und dann schräg nach aufwärts führenden Schacht werden die Abgase ins Freie geführt. Der Schacht ist mit Steigbügeln versehen und kann als Notausgang benützt werden.

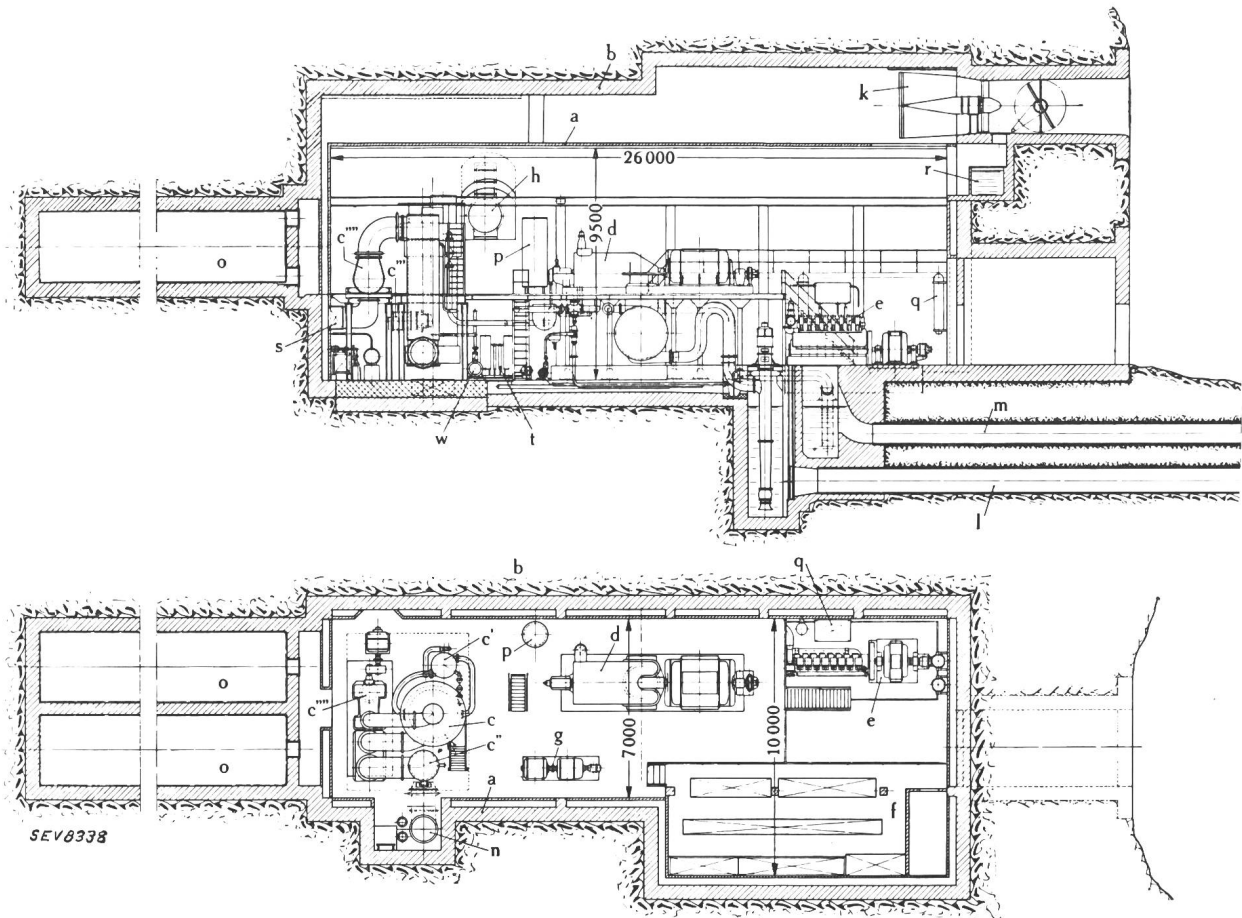


Fig. 3.

Grundriss und Schnitt der Anlage.

- | | |
|--|--|
| a Innenauskleidung des Stollens. | e Dieselanfahraggregate. |
| b Stollen-Ausmauerung. | f Schaltanlage. |
| c Velox-Dampferzeuger mit Wasserabschneider (c') | g Leonard-Gruppe des Velox-Dampferzeugers. |
| Rauchgas-Speisewasservorwärmer (c''). | h Speisewasserbehälter. |
| Umwälzpumpe (c'''). | k Belüftungsventilator. |
| Ladegruppe (c'''). | l Kühlwasserzulaufkanal. |
| d Turbogruppe mit Generator und Kondensationsanlage. | m Ueberlauf- und Ablaufkanal. |
| o Hauptbrennstoffbehälter. | n Abgasrohr. |
| p Hilfsbrennstoffbehälter. | |
| q Diesel-Brennstoffbehälter. | |
| r Kühlwasserbehälter für Diesel. | |
| s Verbrennungsluft für Velox-Dampferzeuger. | |
| t Brennstoffvorwärmer und Filtriervorrichtung. | |
| w Speisepumpe. | |

dicken, mit Festungsarmierung versehenen Doppelwand, in der unten die doppelwandige, gepanzerte Eingangstüre und oben die Ventilationsöffnung sich befindet. Der Maschinenraum beginnt 7,5 m hinter dieser Abschlussmauer. Ueber dem Portal befindet sich ein Ventilator zum Hereinschaffen von Frischluft; maximale Fördermenge 50 m³/s.

Das zu Kühlzwecken benötigte Wasser wird der Aare entnommen. Die Wasserfassung ist so angelegt, dass auch beim allfällig durch Bomben zerstörten Stauwehr der Wasserzufluss für den Betrieb der Anlage genügt. Die zur Kühlung bei Vollast erforderliche Wassermenge beträgt 0,5 m³/s.

Hauptbestandteile des Kraftwerkes.

1. Dampferzeuger-Anlage.

Dampfdruck am Kesselaustritt 24 kg/cm², Temperatur 415°, maximale Dampferzeugung 42 t/h, Wirkungsgrad 92 %. Verdichtung der Brennluft auf 2,5 kg/cm² abs. in einem durch eine Abgasturbine angetriebenen Luftverdichter. Zur Inbetriebsetzung der Anlage und zur Unterstützung der Abgasturbine dient ein von einer Leonard-Gruppe gespeister und gesteuerter Zusatzmotor. Im Betrieb werden selbsttätig geregelt, d. h. der jeweiligen Kesselbelastung angepasst: Das Speisewasser, der Brennstoff und die Brennluft. Regelung der Speisewasserzufuhr auf

bestimmten Wasserstand im Abscheider. Regelung des Brennstoffes und der Brennluft nach Massgabe des Dampfverbrauchs durch einen Dampfdruckregler.



Fig. 4.

Oberer Teil des fertig montierten Maschinenraumes.

2. Dampfturbinengruppe.

1-Zylinder-Turbine mit 4 Düsen-Ventilen für die Belastungsunterteilung. Drehzahl 3000/min. Stündlicher Brennstoffverbrauch bei Vollast 3,2 t

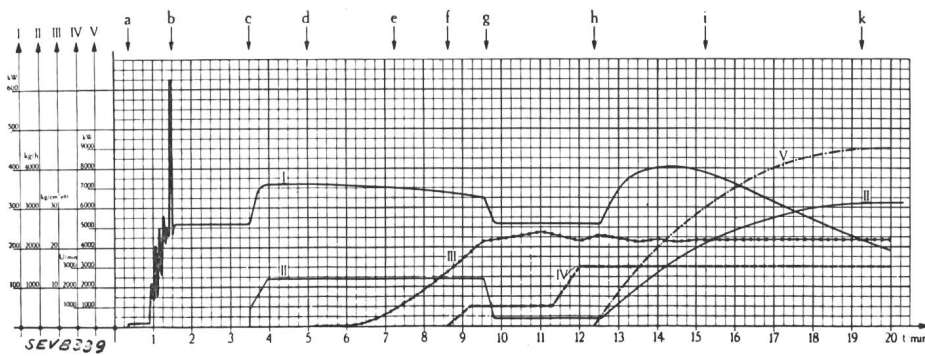


Fig. 5.

Anfahren der Anlage. (Versuchsergebnis.)

- I Hilfsleistungen kW.
- II Brennstoffverbrauch kg/h.
- III Kesseldruck kg/cm² eff.
- IV Turbinendrehzahl U/min.
- V Generatorleistung.
- a Dieselgruppe in Betrieb.
- b Sämtliche Hilfsmotoren in Betrieb.
- c Zündung des Kessels.
- d Verdampfung beginnt.
- e Hauptdampfschieber geöffnet.
- f Anlauf der Dampfturbine.
- g Druckregler des Velox-Dampferzeugers greift ein.
- h Generator parallel geschaltet.
- i Zentrale auf Normlast, 6000 kW.
- k Zentrale auf Vollast, 9000 kW.

Masut von 9800 kcal Heizwert. Kondensator von 550 m² Kühlfläche. Generatorspannung 6,6 kV. Dauerleistung des Generators 9000 kW.

3. Hilfsdieselgruppe.

8-Zylinder-Motor, Drehzahl 600/min, Generatorleistung 400 kW.

Zum Anfahren des Velox-Kessels muss der Luftverdichter durch den bereits erwähnten Zusatzmotor angetrieben werden. Der Zusatzmotor ist über eine Leonard-Gruppe an das städt. Verteilnetz angeschlossen. Um von allen Störungsmöglichkeiten un-

abhängig zu sein, erfolgt bei Netzunterbruch die Speisung der Leonard-Gruppe durch die Hilfsdieselgruppe. Um diese Gruppe auch allgemein verwenden zu können, ist sie so gebaut, dass sie nach dem Anfahren mit dem Netz parallel geschaltet werden kann. Durch diese Kombination wird die Dauerleistung des Kraftwerks auf 9400 kW erhöht. Die Spitzenleistung der gesamten Anlage erreicht bei den günstigen Leistungsfaktor-Verhältnissen unseres Netzes 10 500 kW.

4. Die Schaltanlage

ist zweigeschossig angeordnet. Das untere Geschoss enthält 4 Hochleistungsdruckluftschalter mit allen Hochspannungsschalt- und Messeinrichtungen. Das obere Geschoss ist als einfacher Kommandostand ausgebildet. Die zur Inbetriebsetzung und Ueberwachung der Anlage erforderlichen Instrumente sind in einem Steuerpult eingebaut. Mit 2 Mann kann die Anlage vom kalten Zustand innerhalb 13 Minuten parallel geschaltet und innerhalb 20 Minuten voll belastet werden. Die sich beim Anfahren abspielenden Vorgänge können im übrigen in Fig. 5 verfolgt werden.

Die Baukosten stellten sich auf rund 430 000 Fr. für den Maschinenraum mit der Wasserfassung, dem Abgasschacht, den Brennstoffstollen mit Einschluss der Umgebungsarbeiten und 1 070 000 Fr. für die mechanisch-elektrischen Einrichtungen, total 1,5 Millionen Fr. oder

150 Fr. pro kW.

Ausgebrochen wurden rund 6700 m³ Fels, betoniert wurden rund 1800 m³. Die Anlage trug wesentlich zur Linderung der Arbeitslosigkeit bei. Abgesehen von dem grossen Arbeitsaufwand in den

Maschinenfabriken und zur Herstellung der Baumaterialien etc. ergaben die baulichen Arbeiten allein, d. h. ohne Projektierung, Bureauarbeiten und Bauaufsicht einen Arbeitsaufwand von 11 000 Arbeitstagen mit einer Lohnsumme von 140 000 Fr.

Zum Schluss sei noch auf eine interessante Tatsache hingewiesen, die deutlich die Entwicklung der Technik illustriert: Das Reservedampfkraftwerk von rund 10 000 kW Leistung in luftangriffssicherer Ausführung beansprucht nicht mehr Raum als unser vor 35 Jahren für eine Dampfturbinenleistung von 2500 kW erstelltes Kesselhaus.