

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 113/114 (1939)
Heft: 5

Artikel: Automatische Brown Boveri-Velox-Dampfkraftanlage in einem Luftschutzkeller
Autor: Hablützel, Emil
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-50439>

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: 01.04.2025

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

gesetzt wurde. In der Berechnung ist ein Verbund von Bogen und Fahrbahn nicht berücksichtigt worden, ferner entsprechen die kurzen Zwischenwände in der Scheitelpartie nicht den für die Nachrechnung angenommenen Pendelstützen.

Der rechnerische Anteil der Torsion im Scheitel beträgt bei der Fahrt flussaufwärts + 25%, flussabwärts - 11% vom Mittelwert. In den Bogenvierteln und in den Anschlussträgern stimmen die gemessenen und berechneten Durchbiegungen der Form und Grösse nach sehr gut überein.

2. Drehungen

Der Verlauf der rechnerischen und gemessenen Einflusslinien ist affin und stimmt gut überein, trotz der erfahrungsgemäss grossen Empfindlichkeit der Libellen. Die theoretischen Werte sind auch hier im Bogenscheitel wie auch in den Vierteln grösser als die gemessenen. Der Unterschied beträgt aber höchstens 50%. Im Kämpfer dagegen sind die gemessenen Drehungen grösser als die berechneten, was teils auch eine Folge der nicht vollständig starren, sondern in Wirklichkeit verformbaren Widerlager ist.

3. Örtliche Dehnungen (Spannungen, Abb. 8 und 9)

Die Dehnungen zeigen ebenfalls zum grossen Teil etwas grössere theoretische Werte, als die Messung ergeben hat. Die Form der Einflusslinien stimmt überall verhältnismässig gut überein. Eine Ausnahme bildet der Gewölbe-Viertel, wo grössere Abweichungen vorhanden sind, zufolge örtlicher Störung durch den biegungsfesten Anschluss der Zwischenwände (Pfosten). In der Berechnung waren diese Anschlüsse gelenkig angenommen.

VI. Modellversuche

Dr. Ing. Jan Blažek (Prag) hat in sehr entgegenkommender Weise aus wissenschaftlichem Interesse an Hand eines Zelluloidmodelles durch direkte Verformungsmessungen die wirklich gemessenen Verformungen der Schwandbachbrücke überprüft. Das Modell war eben und nicht räumlich gekrümmt, es entsprach somit dem ebenen, geraden Stabbogen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind ebenfalls in den Abb. 8 und 9 eingetragen. Wenn beachtet wird, dass es naturgemäss mit einem Modell nicht gut möglich ist, alle konstruktiven Eigenheiten und Auflagerbedingungen des wirklichen Bauwerkes zu erfassen, so muss die Uebereinstimmung der aus den Modellversuchen gewonnenen Werte mit denjenigen der Messung als sehr befriedigend bewertet werden.

VII. Schlussfolgerung

Das Verhalten des Tragsystems der Schwandbachbrücke hat sich als regelmässig und vollkommen elastisch erwiesen. Als wesentliches Ergebnis kann entschieden die Tatsache festgestellt werden, dass das Verhalten dieser im Grundriss verhältnismässig stark gekrümmten Brücke von demjenigen einer geraden praktisch so unwesentlich abweicht, dass einfache konstruktive Ueberlegungen genügen, um den Einfluss der Krümmung gebührend zu berücksichtigen. Der Einfluss der Brückenkrümmung schwankt um 10 bis 20% und beträgt im Mittel $\sim 15\%$. Dieser Einfluss ist geringer als der Einfluss eines zur Fahrbahnaxe exzentrisch wirkenden Lastangriffes.

Die im Grundriss nach einer Ellipse gekrümmte Schwandbachbrücke ist eine technisch und wirtschaftlich sehr wertvolle Bereicherung der schweizerischen Brückenbaukunst in Eisenbeton und trägt in ganz besonders ausgesprochener Weise alle Merkmale des technischen Könnens und der Genialität ihres geistigen Schöpfers.»

Automatische Brown Boveri-Velox-Dampfkraftanlage in einem Luftschuttkeller

Spitzen- und Reservekraftanlagen in bombensicheren Unterständen sind eine technische Neuerung, die mehr und mehr zur Ausführung gelangt, hat doch die Firma Brown, Boveri & Cie. in Baden bereits die Aufträge für drei derartige Zentralen entgegennehmen können, von denen die nachfolgend beschriebene besonders interessant ist. In Abb. 1 ist ihr Aufbau schematisch dargestellt, unter Weglassung der Apparatur für die Speisewasseraufbereitung und Speicherung, der Brennstoffbehälter und Zubringerpumpen, sowie einer Reihe weiterer, für das Verständnis der Anlage nicht wesentlicher Einrichtungen. Ein Veloxdampferzeuger mit einer Leistungsfähigkeit von 52 t/h bei einem Dampf-

druck von 24 ata und einer Ueberhitzungstemperatur von 420°C bildet den Kern der Anlage (Abb. 2). Seine Gliederung in eine Brennkammer mit Verdampfer und Ueberhitzer, einen Dampfabscheider und einen Vorwärmer geht aus dem Schema deutlich hervor. Die zugehörige Aufladegruppe besteht aus einer Abgasturbine, einem Axialgebläse und einem Gleichstrommotor, der bei steigender Belastung des Dampferzeugers das Gebläse beschleunigt und umgekehrt bei Entlastung abbremst. Den Gleichstrom liefert ein Motor-Generator, bestehend aus einem Dreiphasen-Synchronmotor und einer Gleichstromdynamomaschine. Dieser Umformer-Maschinensatz ist über ein Getriebe auch mit einer Hilfsdampfturbine gekuppelt und bildet mit ihr zusammen die Anfahrgruppe. Beim Ausfallen des Netzstromes übernimmt diese neben der Lieferung des Gleichstroms auch die Versorgung der Zentrale mit Drehstrom für die Dreiphasenmotoren der verschiedenen Hilfsmaschinen zu Kessel, Turbine und Kondensationsanlage, indem der Synchronmotor als Dreiphasen-Generator läuft. Der Brennstoff für den Kessel wird durch einen Filter der Brennstoffpumpe unter Druck zugeführt, durchfliesst hernach einen Vorwärmer und gelangt dann zum Brenner, der oben auf der Brennkammer sitzt. Diese ist mit einer elektrischen Zündvorrichtung ausgerüstet. An den Dampfabscheider und Flüssigkeitsspeicher des Veloxkessels ist eine Umwälzpumpe mit Dreiphasenmotor angeflanscht. Eine Schmier- und Steuerölpumpe versorgt den Dampferzeuger, bzw. dessen Maschinensätze mit dem erforderlichen Drucköl.

Die Dampfturbine der Turbogruppe für eine Maximalleistung von 10000 kW arbeitet auf Kondensation. Eine einfache Zwischendampfenahme dient zur Vorwärmung des Speisewassers, bzw. Hauptkondensates. Das Kondensat des Entnahmedampfes wird in den Hauptkondensator eingeführt; dieser nimmt auch den Abdampf von der Hilfsturbine auf. Zum Anfahren wird der Kondensator durch einen rasch wirkenden einstufigen Dampf-

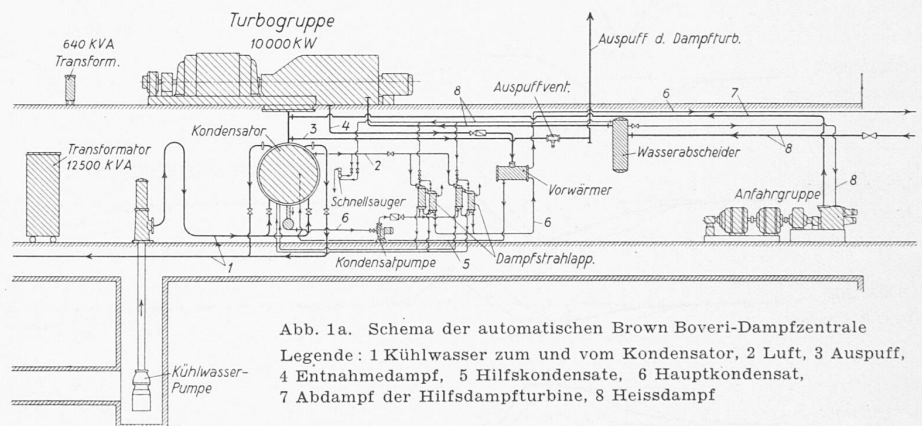


Abb. 1a. Schema der automatischen Brown Boveri-Dampfkraftanlage

Legende: 1 Kühlwasser zum und vom Kondensator, 2 Luft, 3 Auspuff, 4 Entnahmedampf, 5 Hilfskondensat, 6 Hauptkondensat, 7 Abdampf der Hilfstampfturbine, 8 Heissdampf

strahlapparat teilweise evakuiert, während zur vollständigen Evakuierung und zwecks Dampfersparnis im Betrieb eine zwei-stufige Dampfstrahlpumpe mit Abwärmeverwertung zur Speisewasservorwärmung als Luftpumpe dient. Das Kondensat dieser Strahlapparate wird auch in den Hauptkondensator geleitet und die Luft in die Atmosphäre ausgestossen. Eine Bohrlochpumpe fördert das Kühlwasser zur Kondensationsanlage. Das Hauptkondensat wird von der Kondensatpumpe zuerst durch die Kühlröhren der Strahlapparate gepresst, wo es als Kühlwasser dient, dann durch den Entnahmedampf weiter vorgewärmt und gelangt hernach in eine der beiden Speisepumpen, die es in den Rauchgasvorwärmer des Velox-Dampferzeugers fördert. Haupt- und Hilfsdampfturbine sind für die Anfahrperiode noch mit je einer elektrisch angetriebenen Hilfsölpumpe ausgerüstet (im Schema nicht ersichtlich). Eine Dieselgeneratorgruppe von 420 PS Leistung, die mit einer automatischen Anlassvorrichtung versehen ist, dient als Notgruppe für den Fall, dass die Zentrale ohne Möglichkeit des Bezugs von Fremdstrom in Betrieb gesetzt werden soll. Normalerweise wird die Eigenbedarf-Sammelschiene über einen besonderen Transformator vom Netz her gespeist.

Um auch ohne ständige Bewachung die Anlage im Bedarfsfall in ungefähr zehn Minuten vom kalten Zustand bis zur Leistungsabgabe bringen zu können, ist sie weitgehend automatisiert, was für eine ganze Dampfkraftanlage mit allen ihren Hilfsmaschinen und Apparaten höchste Anforderungen an die Lieferfirma gestellt hat. Die Automatik soll namentlich dann in Funktion treten, wenn das Netz stromlos wird. Sie kann aber auch willkürlich ausgelöst werden und zwar ohne oder mit Strombezug vom Netz her für den Eigenbedarf der Hilfsmaschinen. In diesem Fall

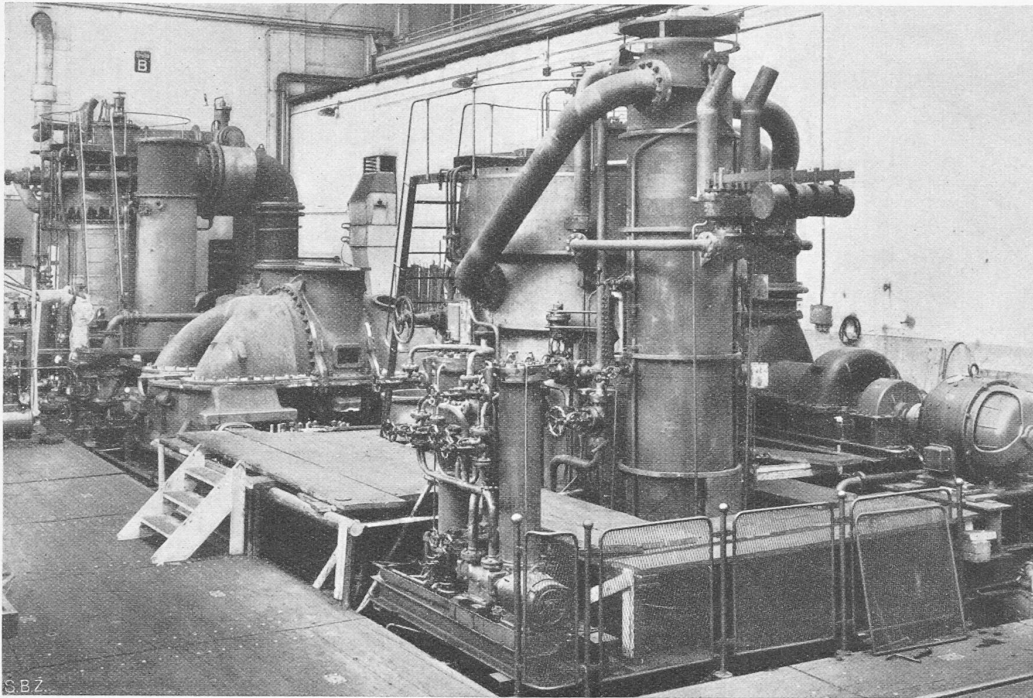


Abb. 2. Brown Boveri-Veloxkessel für zwei bombensichere unterirdische Zentralen, in der Werkstätte in Baden: Links hinten für 52 t/h, vorn für 43 t/h Dampferzeugung

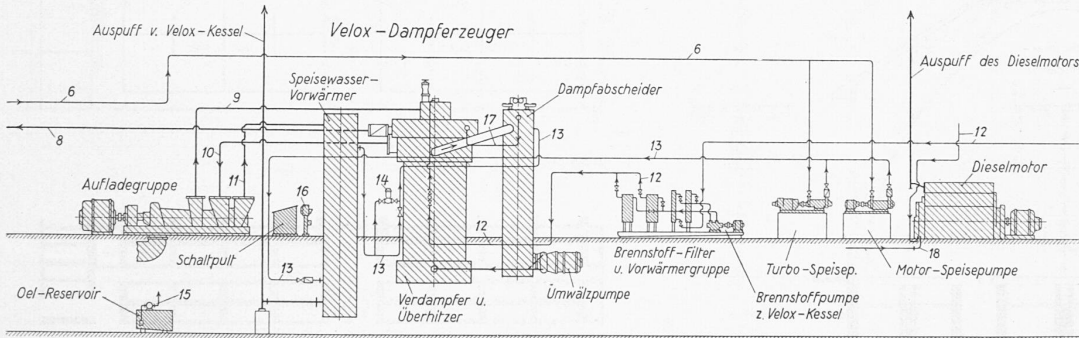


Abb. 1b. Legende: 9 Verbrennungsluft, 10 Abgas vom Ueberhitzer, 11 Abgas zum Vorwärmer, 12 Brennstoff, 13 Speisewasser, 14 Speisewasserventil, 15 Steuer- und Schmierölpumpe zum Dampferzeuger, 16 Schnellregler, 17 Sattdampf, 18 Kühlwasser vom Rohwassertank

sind verschiedene Schaltvorgänge hinfällig. Schliesslich kann die ganze Automatik auch ausgeschaltet und die Zentrale von Hand in Betrieb gesetzt werden.

Soll die Zentrale bereit sein, um auch ohne Fremdstrom automatisch anzulaufen, so muss der Wärter vorher verschiedene Steuerschalter in eine Vorbereitungsstellung bringen und diverse Abschliessungen z. B. von Entwässerungsleitungen öffnen. Die Bereitschaft der Anlage wird durch eine Reihe roter Lampen rückgemeldet, und der Wärter kann nun weggehen; doch soll er nicht zu weit weg wohnen, denn auf Verlangen des Bestellers ist er nicht restlos ausgeschaltet bei der Inbetriebsetzung. Fällt nun die Spannung im Netz weg, und bleibt sie mindestens zehn Sekunden lang aus, während das Kraftwerk ohne Dampf ist, so tritt die Automatik zum Anlassen desselben in Funktion. Zuerst wird die Eigenbedarfsammelschiene vom Netz getrennt und gleichzeitig der Wärter alarmiert. Dann springt der Dieselmotor selbsttätig mit Hilfe von Druckluft an. Dabei muss natürlich ein ganzes System von Apparaten ineinander spielen, gilt es doch, die Druckluftleitung und das Kühlwasserventil vom Rohwassertank zu öffnen, die Anlassteuerung einzuschalten, sowie die Schmierölpumpe in Betrieb zu setzen. Zu diesem Zwecke ist eine besondere elektrische Batterie vorgesehen. Wenn der Motor eine gewisse Drehzahl erreicht hat, wird durch einen Zentrifugalschalter die Steuerung von Anlass auf Betrieb gestellt und hernach der Dieselmotor auf die Eigenbedarfsammelschiene geschaltet, die nun Strom für die verschiedenen Hilfsmaschinen abgeben kann. Die weiteren automatischen Vorgänge sind: Anlassen der Schmier- und Steuerölpumpe zum Veloxkessel und der Hilfsölpumpe zur Hilfsdampfturbine. Der Dreiphasen-Synchronmotor der Anfahrgruppe wird über einen Anlasstransformator, der die Dieselgruppe

vor starken Belastungsstössen schützt, in Gang gesetzt. Dabei dreht der Gleichstromgenerator natürlich mit; erregt wird er aber erst, wenn die normale Drehzahl erreicht ist. Mit seiner Erregung beginnt auch der Gleichstrommotor der Aufladegruppe zum Veloxkessel zu laufen.

Anlassen der Hilfsölpumpe zur Hauptturbine, der Kondensatpumpe, sowie der Umwälz- und der Speisepumpe zum Dampferzeuger sind die nächsten automatischen Funktionen. Die letztgenannten zwei Pumpen benötigen ziemlich starke Motoren; um trotzdem mit einer relativ kleinen Dieselgruppe auszukommen, laufen sie vorerst nur mit halber Drehzahl und entsprechend auf fast $\frac{1}{8}$ reduzierter Leistungsaufnahme. Alle diese Schaltvorgänge erfordern nur wenige Minuten Zeit. Der Dampferzeuger ist nun zur Brennstoffaufnahme und zur Zündung bereit, doch geschieht bis zum Eintreffen des Wärters weiter nichts. Dieser setzt die Brennstoffpumpe in Betrieb und der eingespritzte Brennstoff entzündet sich am automatisch eingeschalteten elektrischen Zündkörper. (Die vielen im Betrieb stehenden automatischen Oelfeuerungen für Zent-

tralheizungen zeigen, dass auch diese Handlung automatisiert werden kann, wenn der Besteller es verlangt). Nach vollzogener Zündung gibt der Wärter die selbsttätige Regulierung des Veloxkessels frei, der dadurch sofort aufgeheizt und unter Druck gesetzt wird. Mit steigender Dampferzeugung gibt die Hilfsdampfturbine, die bis anhin nur leer mitlief, mehr und mehr Leistung ab und entlastet den Dieselmotor.

Die Dampfabschliessung zum schnellwirkenden Dampfstrahlapparat steht ebenfalls offen, sodass der Druck im Kondensator rasch sinkt. Hat der Dampfdruck einen gewissen Wert erreicht, womit eine genügende Belastbarkeit der Anfahrgruppe gewährleistet ist, werden von einem Dampfmanostat aus gesteuert die Umwälz- und die Speisepumpe auf volle Drehzahl geschaltet, und der Dreiphasen-Synchronmotor der Anfahrgruppe geht in den Generatorbetrieb über. Gleichzeitig erhält die Hauptturbine Dampf, die mit Hilfe einer sogenannte Fahrplanregulierung während etwa drei Minuten auf reduzierter Drehzahl gehalten wird. Nachdem nun noch die Kühlwasserpumpe zum Kondensator in Betrieb gesetzt wurde, ist das ganze Anlassmanöver beendet, was durch Aufleuchten einer Kontrollampe kundgetan wird. Die Turbine steigt auf normale Drehzahl, der Generator kommt auf Betriebsspannung, und falls das Netz noch immer ohne Strom ist, kann er direkt, andernfalls nach erfolgter Synchronisierung mit ihm verbunden werden. Dann werden noch die Anfahrgruppe und der Dieselmotor mit dem Netz synchronisiert, sodass die Eigenbedarfsammelschiene über den besonderen Transformator wieder von dort gespeist werden kann. Der Wärter stellt hernach den Dieselmotor von Hand ab.

E. Hablützel.