

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 117/118 (1941)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Ausbau des Elektrizitätswerks der Stadt Belgrad durch Gebrüder Sulzer und Brown, Boveri & Cie.  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-83372>

### **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:** 02.04.2026

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

dass heute keinerlei Kornausbruch und keinerlei Schäden, die auf die Arbeitsweise zurückgeführt werden müssten, festzustellen sind. — Im Sommer 1938 wurden mit gebrochenem Kiesmaterial Hardwald in analoger Weise und ebenfalls mit gutem Erfolg einschichtige Trottoirbeläge an der Industriestrasse eingebaut.

Ebenfalls im Sommer 1938 wurden doppelschichtige Fahrbahnbeläge zur Ausführung übernommen und das Mischgut nach dem Salviam-Verfahren präpariert. Ich erwähne den Belag der Strasse Oberegg-Heiden, für dessen Unterschied ungebrochenes Kiesmaterial mitverwendet wurde (vergl. Abb. 5), und den Belag an der Kugelillostrasse (Quartierstrasse mit schwachem Verkehr) in Zürich, bei dem für beide Schichten gebrochenes Kiesmaterial angewendet wurde. Die Kornabstufung ist in beiden Schichten des Oberegger Belages etwas ungünstiger als beim Zürcher Belag. Ausserdem erweist er sich mit etwa 7 Gew. % in der Deckschicht als etwas bindemittelreich, der Zürcher Belag mit rd. 5 % eher als etwas mager.

Eine Reihe von verschiedensten Ausführungen von Fahrbahn- und Trottoirbelägen folgte im Herbst 1938. Im Sommer 1939 wurde für den Einbau von Asphaltteerbeton im st. gallischen Rheintal das neue Maschinenaggregat angewendet. Soweit dem Schreibenden aus eigener Beobachtung bekannt ist, stellten sich bei keiner Ausführung Schwierigkeiten grundsätzlicher Natur ein, und bei sorgfältiger Vorarbeit verlief die Durchführung programmgemäss und zufriedenstellend. Die Bindemittel wurden dem erwärmten, nassen und vorbehandelten Gesteinsmaterial heissflüssig zugegeben, und zwar in der ersten Operation die niedrig viskose Komponente (Teer mit Zusätzen), in der zweiten Bitumen. Anscheinend stellt sich infolge der mechanischen Reibung der Gesteinskörner als Zwischenstadium die Bildung einer Emulsion ein, die noch während des Mischprozesses bricht und den Wasserfilm von der Gesteinsoberfläche verdrängt; das Wasser verdunstet, solange der Belag noch offen ist. Es wurden bis heute verschiedene Bindemittel, meistens aber Mischungen von Teer und Bitumen in stark wechselndem Verhältnis der beiden Komponenten angewendet.

Die Lizenznehmerin erblickt in der Anwendung des Salviam-Verfahrens folgende Vorteile:

1. Von der Verwendung flüssiger Brennstoffe für die Herstellung des Mischgutes kann abgesehen werden.
2. Die Anlage ist leicht transportierbar und schnell aktionsbereit, was besonders in Alpenebenen vorteilhaft ist. Die Transportkosten sind verhältnismässig niedrig.
3. Feuchte und regnerische Witterung hindern die Herstellung des Mischgutes nicht. Trotz kleinerer Leistung im Vergleich zu den üblichen Heissmischanlagen kann das Bauprogramm infolge nahezu ununterbrochener Arbeit durchgeführt werden. Organisatorisch ist der Betrieb wirtschaftlicher, da Schlechtwetterperioden leichter zu überwinden sind und mit kleineren Gruppen stetigere Arbeit geleistet werden kann.
4. Da die Gesteinstemperatur nicht sehr hoch liegt, kommt eine Schädigung durch Ueberhitzen des Bindemittels bei seiner Berührung mit dem heissen Gestein nicht in Betracht.

Vom materialtechnischen Standpunkt aus ist bei der Anwendung des Salviam-Verfahrens grundsätzlich gleich vorzugehen wie bei der Herstellung der entsprechenden Belagsmaterialien in den Heissmischanlagen mit Trockentrommeln. Das Gesteinsmaterial ist petrographisch, mechanisch und hinsichtlich Oberflächenbeschaffenheit und Form auf seine Eignung als Strassenbaustoff zu prüfen. Die Kornkomponenten sind richtig auszuwählen und in einem solchen Verhältnis zu mischen, dass die angestrebte optimale Kornzusammensetzung jeder Belagschicht erreicht wird.

Die bituminösen Bindemittel sind durch eine chemisch-physikalische Prüfung auf ihre normgemässe Beschaffenheit zu untersuchen. Die anzuwendende Bindemittelmenge ist durch Versuche festzulegen und auf die Kornzusammensetzung richtig abzustimmen. Durch besondere Untersuchungen ist die notwendige Menge und die Natur der «substances correctives», die sich am besten für das gegebene Gesteinsmaterial eignen, zu bestimmen.

Bei der Herstellung des Mischgutes sind Mineralstoffe und Bindemittel für jeden Ansatz so zu dosieren, dass die gewünschte Zusammensetzung der Belagsmasse erreicht und beibehalten wird. Es ist dies umso notwendiger, als das Mischgutmaterial jeder Charge für sich angelegt wird, also keine Vermischung mehrerer Chargen vor der Verlegung erfolgt. Der Mischprozess selbst muss gut überwacht und darf erst abgebrochen werden, wenn das Gesteinsmaterial umhüllt ist. Durch Wasserzugabe kann der Mischeffekt bei feinkörnigen Mineralmischungen

günstig beeinflusst werden. Dies kann sich bei Verwendung von relativ trockenem Gestein als notwendig erweisen. Selbstverständlich müssen Dampf Temperatur und die Temperaturen beider Bindemittelkomponenten in den Aufschmelzkesseln überwacht werden. Die Temperatur des Mischgutes ist relativ niedrig und das Belagsmaterial relativ zähe. Es ist also dafür zu sorgen, dass das hergestellte Belagsmaterial keine grossen Wärmeverluste erleidet und es rasch auf die Baustelle kommt (kurzer Transportweg). An der Baustelle soll es in gleichmässiger Stärke angelegt und ohne Verzug eingebaut werden.

## Ausbau des Elektrizitätswerks der Stadt Belgrad durch Gebrüder Sulzer und Brown, Boveri & Cie.

Im Auftrag der Konzessionsinhaberin der elektrischen Zentrale der Stadt Belgrad (der Kraft- und Licht-A.G., Basel) hat die Schweizerische Elektrizitäts- und Verkehrsgesellschaft in Basel die im Jahre 1932 in Betrieb genommene und in der «SBZ», Bd. 104, S. 215\* (1934) beschriebene Zentrale mit Rücksicht auf den inzwischen stark gestiegenen Verbrauch an elektrischer Energie weiter ergänzt. Eine Beschreibung der ursprünglichen Kesselanlage ist auch in der «Revue Technique Sulzer», 1933, Nr. 2, erschienen. Die im ersten Ausbau installierte Leistung von 18 000 kW verteilte sich auf drei BBC-Turbo-Alternatoren von je 6000 bis 6750 kW, die von sechs Sulzer-Kesseln gespeist wurden. Die Gebäulichkeiten waren von Anfang an für den Einbau einer vierten Turbogruppe und zweier weiterer Kessel gleicher Leistung vorgesehen. Zur Orientierung über die Gesamtanordnung des Werkes wiederholen wir aus «SBZ», Bd. 104 Grundriss und Schnitt (Abb. 1 und 2).

Im Verlauf der Studien stellte sich heraus, dass es dank der inzwischen im Kesselbau gemachten Fortschritte möglich war, auf dem gleichen Platz Kessel doppelter Leistung aufzustellen. Es wurde daher beschlossen, anstelle einer vierten Einheit von 6000 bis 6750 kW eine solche von 12 500 kW mit zwei entsprechenden Kesseln zu installieren. Ohne bauliche Änderungen des Werkes war es somit möglich, die verfügbare Leistung von 18 000 bis 20 000 auf 32 500 kW zu erhöhen, wodurch das Werk instande ist, den Bedarf an elektrischer Energie auch bei schnell ansteigendem Verbrauch für mehrere Jahre zu decken.

Die beiden, wieder von Gebr. Sulzer (Winterthur) gelieferten Dampfessel sind wiederum Steilrohr-Zweitrommelkessel mit Ekonomiser und Luftvorwärmer. Sie sind ebenfalls mit Vorschub-Treppenrosten, die sich für die Verbrennung von serbischer Lignitkohle sehr gut bewährt haben, ausgerüstet und mit zonenweiser Zuführung unter dem Rost der vom rotierenden Ljungström-Vorwärmer auf rd. 170° C erwärmten Verbrennungsluft. Der ausserordentlich nasse Brennstoff, der bis zu 47 % Wasser enthält und eine relativ hohe Vorwärmung der Verbrennungsluft verlangt, enthält überdies noch etwa 10 % Schlacke von relativ niedrigem Schmelzpunkt und es musste bei dessen Verfeuerung mit viel Flugaschenanfall gerechnet werden. Zur Erreichung der vollständigen Mischung und Verbrennung der Gase wird ausserdem durch die vordere Wand der Brennkammer Frischluft eingeblasen. Ein mittels Klappen ausschaltbarer Saugzugventilator dient zur Verstärkung des Kaminzuges. Um die Abmessungen der neuen Kessel nach Möglichkeit herabzusetzen und dem verfügbaren Raum anzupassen, ist die äussere Einmauerung durch eine wärme-isolierende Schicht und eine Blechverschalung ersetzt worden, im Gegensatz zu den alten Kesseln, die vollständig eingemauert sind.

Folgende Hauptcharakteristiken der neuen und der alten Kessel lassen deutlich die durch die neue Konstruktion erzielten Gewinne erkennen:

		neue Kessel	alte Kessel
Betriebsdruck	atü	35	35
Temperatur des überhitzten Dampfes	° C	425	425
Heizfläche	m <sup>2</sup>	500	350
Spezifische Kesselbelastung	kg/m <sup>2</sup> /h	50 ÷ 56	43 ÷ 45
Rostfläche	m <sup>2</sup>	22,8	19
Feuerungsleistung	kg/m <sup>2</sup> /h	365 ÷ 416	245 ÷ 260
Ueberhitzer	m <sup>2</sup>	315	210
Ekonomiser	m <sup>2</sup>	594	448
Dampferzeugung:			
Wirtschaftliche Belastung	kg/h	25 000	16 500
Maximale Dauerlast	kg/h	29 000	19 000
Kubatur eines Kessels	m <sup>3</sup>	576	550

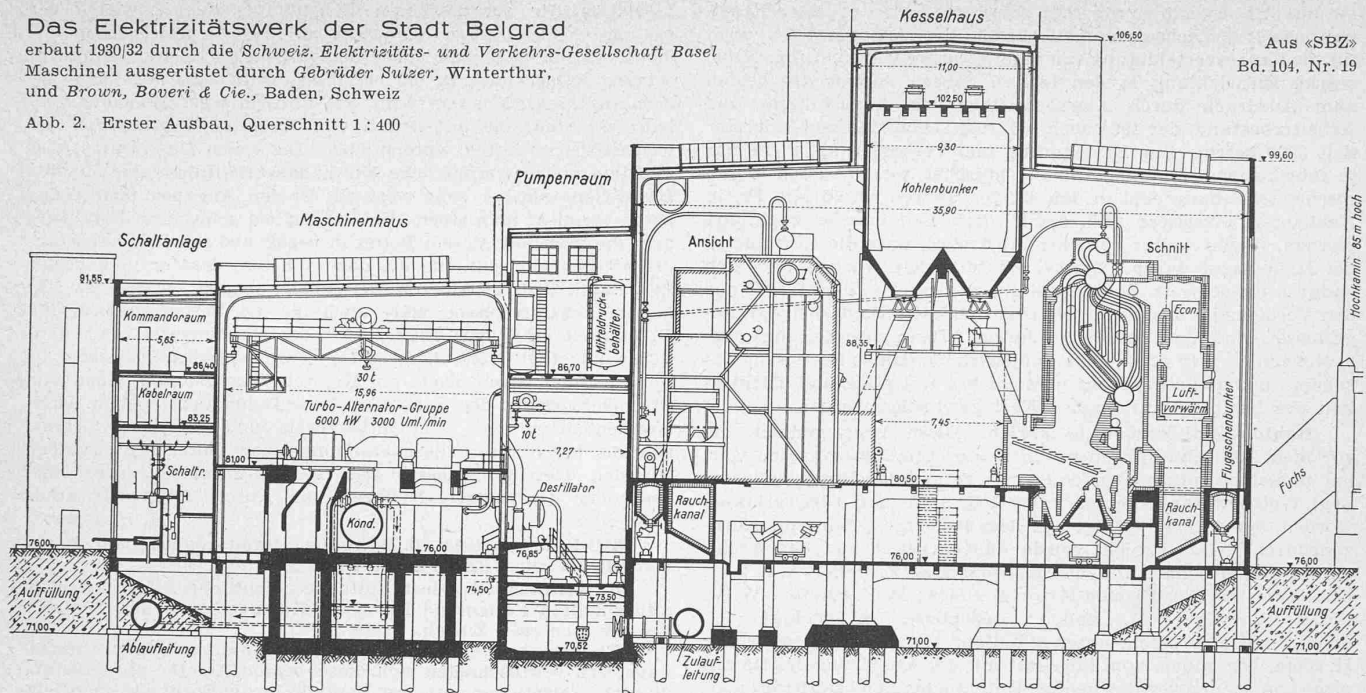
Die neuen Kessel wurden dampfseitig an die Dampfverteilung des Werkes, die bei dieser Gelegenheit zu einer doppelten Ringleitung ergänzt wurde, angeschlossen. Obwohl die vorhandenen Kesselspeisepumpen eine genügende Reserve dar-



## Das Elektrizitätswerk der Stadt Belgrad

erbaut 1930/32 durch die Schweiz. Elektrizitäts- und Verkehrs-Gesellschaft Basel  
Maschinell ausgerüstet durch Gebrüder Sulzer, Winterthur,  
und Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz

Abb. 2. Erster Ausbau, Querschnitt 1: 400



Aus «SBZ»  
Bd. 104, Nr. 19

Eisenbahnen. Es besteht denn auch, wie der «Z.VMEV» vom 10. Okt. 1940 zu entnehmen, neben rd. 100 km Privatbahnen ein vorläufig eingeisigtes Staatseisenbahnnetz von nur 3400 km Länge. Anfänglich wurde in Normalspur gebaut; mit der Erkenntnis der Verbindungsnotwendigkeit mit den Meterspurbahnen der Verbündeten Malayastaaten und event. auch der Bahnen von Burma, erfolgten die Fortsetzungen in Meterspur und man schritt sodann auch zum Umbau der bereits vorhandenen Strecken. Die erste, in den Jahren 1891/93 erstellte, 21 km lange Verbindung der Hauptstadt Bangkok mit Paknam am Golf von Siam ist als einzige Bahn des Landes elektrifiziert. Die Staatsbahnen verfügen über 13 Diesel- und 177 Dampflokomotiven, von denen ein Teil von schweizerischen Bahnen anlässlich deren Uebergang zur elektr. Zugförderung übernommen worden sind, sowie 6 Dieseltriebwagen. Die Lokomotivheizung erfolgt mit Holz. Die Schnellzüge Bangkok-Paknam erreichen eine Reisegeschwindigkeit von 45 km/h, die sonstigen Züge 10 bis 20 km/h. Alle Linien strahlen von Bangkok aus und zwar: eine nach Nordosten über Ban-Phaji nach Korat (262 km) und weiter nach Ubon (310 km) gegen die französisch-indochinesische Grenze, mit einer Abzweigung Korat-Khon-Khaen (185 km), zur spätern Verbindung mit der wichtigen, jetzt vielgenannten, bereits bestehenden Linie von Hanoi nach der siamesischen Grenze; eine nördliche Linie (Richtung Birma, Britisch-Ostindien), abzweigend von Ban-Phaji nach Chieng-Mai mit einer Länge ab Bangkok von 661 km; eine östliche Linie (255 km) bis zur Landesgrenze zum zukünftigen Zusammenschluss mit der indochinesischen Linie Saigon-Battambang. Eine Südlinie (1100 km) nach den Verbündeten Malayastaaten bis Badang-Besar an der Westküste von Malakka und einer Abzweigung nach der Ostküste.

**Beton in der Landwirtschaft.** Die grossen Schwierigkeiten der Wirtschaft und in der Volksernährung, denen unser Land entgegengeht, fordern höchste Nutzung der landwirtschaftlichen Erzeugung und damit vermehrte und rationellere Anpassung der Bauernhöfe in bezug auf Viehhaltung und Lagermöglichkeiten für Viehfutter. — Mitbestimmend für die Verbesserungsnötigkeit der vielenorts noch sehr vernachlässigten Stallverhältnisse sind dabei auch die verheerenden Seuchezüge, die in den letzten Jahren grosse Opfer am Viehbestand brachten. Die mit diesen Seuchen verbundenen Stalldesinfektionen sind nun aber in den üblichen, mit Jauche durchtränkten Holzkonstruktionen bekanntlich sehr erschwert. Dagegen steht im Beton ein Baumaterial zur Verfügung, das vorzügliche Reinhaltungsmöglichkeit mit bester Anpassung an alle Bedürfnisse verbindet, wie z. B. für Stallböden, Futtertröge, Deckenkonstruktionen für luftige, sonnige Räume, griffige Auslaufplätze usw.

Bei der Mahnung des Kriegsernährungsamtes zu vermehrter Eigenerzeugung von Kraftfutter, ist weiter von dringender Wichtigkeit die Erstellung genügender und entsprechender Aufbewahrungsräume. Es sei darauf hingewiesen, dass bei unseren klimatischen Verhältnissen durch Regen oder Ueberreife jährlich

etwa ein Drittel der gesamten Heuernte verloren geht, dass dagegen für Einfuhr von Kraftfutter und Heu die enorme Summe von 80 bis 100 Mio Fr. an das Ausland abgegeben wird. Zur Abhilfe gegen diesen Uebelstand haben die CKW, bzw. Gebr. Bühler (Uzwil) elektrische Heutrocknungsanlagen gebaut, die sich seit Jahren bestens bewähren (beschrieben in Bd. 111, S. 239\*). Es besteht aber daneben auch die Möglichkeit der Konservierung von Grünfutter in *Beton-Silos*. Auch für diese Zwecke werden solche aus Betoneisen bevorzugt und zwar als Rundspeicher von 3 m  $\varnothing$  und 2 bis 3 m Höhe mit einer Eingrabetiefe von etwa 1,50 m. Der Innenverputz muss mit einem säurefesten Schutzanstrich versehen sein. — Auch bei der wichtigen Lagerhaltung von Nährstoffen für Tiernahrung hat sich als bestes Mittel gegen Nährstoff- und Güteverluste, die Einlagerung in angesäuertem Zustande in Beton-Silos ergeben, indem nach einem bis vierwöchentlichen Gärprozess dieses Futter jahrelang haltbar ist.

**Strassenbrücke aus Eisenbeton.** Der Ausbau eines Flusses für Verkehr mit 1000 t-Schiffen und die gleichzeitige Forderung erhöhter Strassen-Nutzlasten bedingten die Vergrösserung des Durchfahrtsprofils mit vollständigem Ersatz des früheren Tragwerkes. Für die Ausführung wurde der Vorschlag der mit der Arbeit betrauten Bauunternehmung gewählt und zwar eine als Gerberträger ausgebildete Balkenbrücke, deren eigentliches Tragwerk sich um 29% billiger stellte, als die Bogenbrücke der Ausschreibung, Statt der vorgesehenen 4 Hauptträger mit auskragenden Gehwegen wurden aber 6 Träger mit 59 m lichter Weite gewählt für eine Fahrbahnbreite von 8,50 m und zwei Gehwegen von je 2,30 m. Die über die Widerlager flussteig um 16 m vorstehenden Kragarme sind durch ein 27 m langes gelenkig gelagertes Mittelstück verbunden, das nach Bauweise Melan ausgeführt wurde. In der Ansicht erhielten die Unterkanten eine leichte Wölbung, die eine Höherlegung der Gelenke um 1,65 m ermöglichte. Die Vorteile der ausschliesslich senkrechten Auflagerkräfte kam in einer weiteren, wesentlichen Verbilligung der Widerlager zum Ausdruck. («Die Bautechnik», v. 25. Oktober 1940)

**Von der Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon.** In einem Laboratorium des genannten Betriebes ereigneten sich Anfang Oktober 1940 zwei Explosionen, die allerdings nicht zu der hohen Zahl von elf Verletzten geführt hätten, wenn den von einem verantwortlichen Organ sofort gegebenen Weisungen Folge geleistet worden wäre. Die von amtlicher Seite veranlassenen Untersuchungen kamen zum Schluss, dass die Explosionen auf Materialfehler von Kapseln zurückzuführen waren. Der Vorfall hat die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf die Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon gelenkt. Es dürfte daher interessieren zu erfahren, dass das Unternehmen in bezug auf seine Exportziffern heute an erster Stelle der schweizerischen Maschinenindustrie steht, was allerdings mit den in jetzigen Zeitläufen besonders wichtigen Fabrikationszweigen kriegswichtiger Erzeugnisse in Zusammenhang gebracht werden muss. Da zu diesen neben der Munitionserzeugung auch Lieferungen der Fliegerabwehr gehören,