

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 117/118 (1941)
Heft: 17

Artikel: Schiefwinklige Bahnüberführung bei Glattfelden
Autor: Soutter, P.E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83542>

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: 22.02.2026

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

INHALT: Schiefwinklige Bahnüberführung bei Glattfelden. — Die Regulierung von Sulzer-Turbospisepumpen. — Umbau einer 5/7 Einphasenlokomotive der Lütchbergbahn. — S. I. A.-Delegiertenversammlung vom 18. Oktober 1941. — Wettbewerb für einen Turnhallenneubau mit weiteren Räumen im Zollikerberg. — Mitteilungen: Schweiz. Unfallversicherungsanstalt. Schalung und Rüstung im Eisenbeton- und Brückenbau.

bau. Flachbagger mit Raupenantrieb im Erdbau. Schweiz. Ausstellung für Neustoffe. Selbsttätige Lichtbogen-Schweissung. Eidg. Techn. Hochschule. Kunstgewerbemuseum Zürich. — Wettbewerbe: Turnhallen mit Schulräumen in Schöffland. Neubau der Zentralbibliothek Solothurn. — Schweiz. Verband für die Materialprüfungen der Technik. — Vortrags-Kalender.

Band 118

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 17

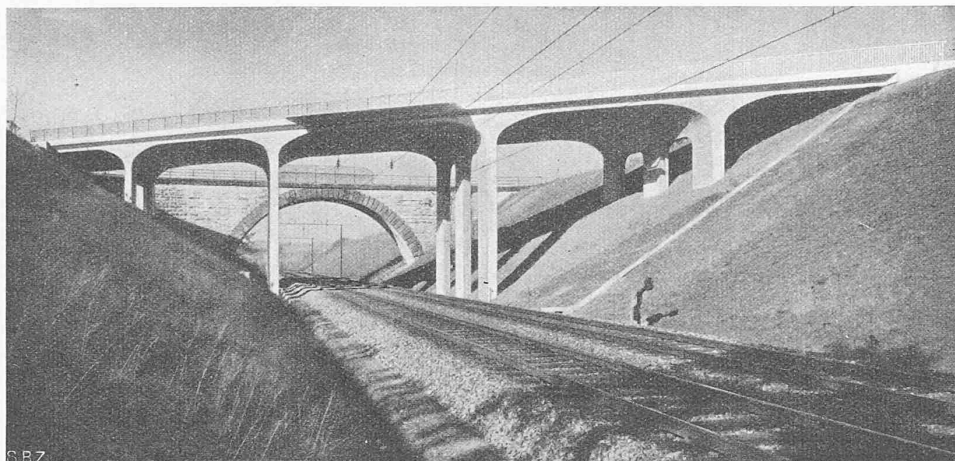


Abb. 1. Ansicht aus Süden der neuen (schiefen), dahinter der alten Ueberführung

Schiefwinklige Bahnüberführung bei Glattfelden

Von Dipl. Ing. P. E. SOUTTER, Zürich

1. Einleitung

Die neue Bahnüberführung oberhalb der Station Glattfelden der doppelgleisigen SBB-Linie Zürich—Eglisau ist im Zuge der Korrektur der Hauptverkehrsstrasse Winterthur-Glattfelden-Weiach ausgeführt worden. Sie ersetzt eine alte gemauerte Bogenbrücke, die normal zur Bahnlinie steht und infolge der scharf gekrümmten Einfahrten in den letzten Jahren verschiedene schwere Autounfälle verursacht hat. Die ausgeführte Lösung ist auf Anregung von Kant.-Ing. K. Keller und Brückening. C. Bryner gewählt worden, denen es auch zu verdanken ist, dass die nachstehend dargestellte Abklärung der statischen Verhältnisse der Brücke auf dem Versuchswege möglich wurde. Die Brücke ist charakterisiert durch die starke Schiefe von $51^{\circ} 23' 21''$ ihrer Längsaxe gegenüber der Geleise-, bzw. Pfeileraxe (Abb. 1 bis 3).

Vorerst wurde die Brücke als kontinuierlicher Träger auf elastischen Stützen, nach der üblichen Elastizitätstheorie unter Berücksichtigung des Einflusses der Längsverschiebung der Pfeilerköpfe und ohne Rücksicht auf die Schiefe berechnet. Die Pfeiler sind als geschlossene Rahmen berechnet, wobei auch ein Temperaturunterschied von 15° zwischen Oberbau und Unterbau in Rechnung gesetzt wurde, um die verschiedenen starken Temperaturänderungen der Teile im Boden und in der Luft zu berücksichtigen. Eine praktische Berechnungsmethode, die den Einfluss der Schiefe berücksichtigt, ist noch nicht entwickelt worden. Bekannt sind lediglich einige mathematische Untersuchungen, die aber bis jetzt ohne praktischen Wert sind. Erwähnt seien noch die Abhandlungen von Anzelius (über die elastische Deformation parallelogrammförmiger Platten, «Bauingenieur» vom 8. Sept. 1939) und Vogt (die Berechnung schiefwinkliger Platten und plattenartiger Brückensysteme, «Beton und Eisen» vom 5. Sep-

Die Nachteile dieses Systems machten sich aber hier mit Rücksicht auf die starke Schiefe und die Schwierigkeiten der Ausführung der grossen gekrümmten Vouten besonders bemerkbar. Das Zusammenleimen der dünnen Zelluloidplatten mit Azeton und ihre nachträgliche Bearbeitung ist hier besonders umständlich und erfordert eine Erhärtungszeit von zwei bis drei Monaten, bis das Modell wirklich homogen wirken kann. Zelluloid ist auch sehr empfindlich auf Temperaturunterschiede und Kriechen. Ferner sind die Kosten verhältnismässig hoch; z. B. hätte das vorgesehene, 3,2 m lange Modell gemäss eingezogener Offerte rd. 2500 Fr. gekostet. Auch ein Stahlmodell erwies sich als un-

2. Versuche mit Gipsmodellen

Es wurde zuerst ein Zelluloidmodell entsprechend der üblichen Modellversuchspraxis entworfen.

Abb. 2. Lageplan der Strassenkorrektur. — 1:4000

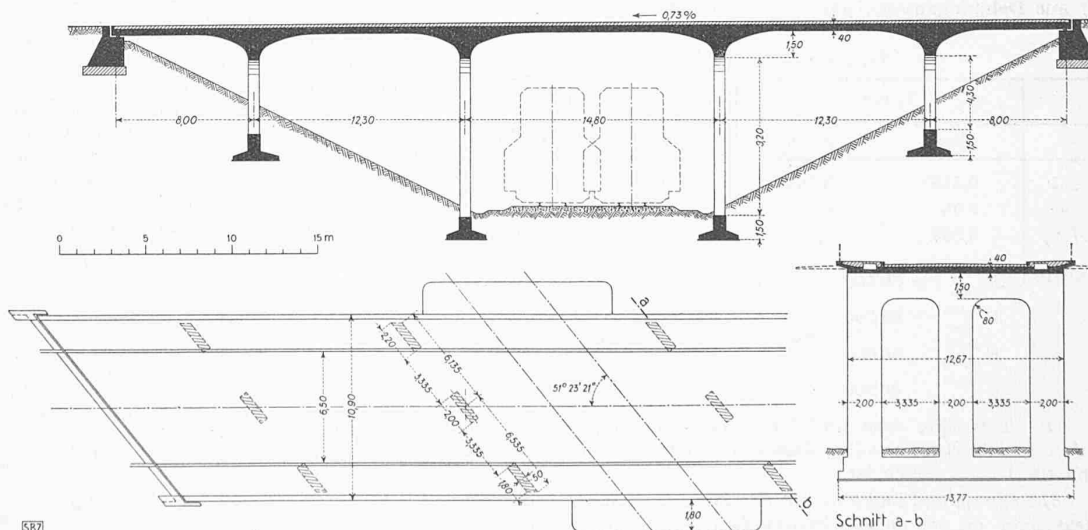


Abb. 3. Längsschnitt, Grundriss und Schnitt a-b parallel zur Eisenbahn-Axe. — 1 : 400

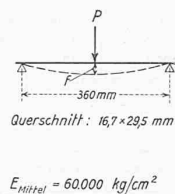
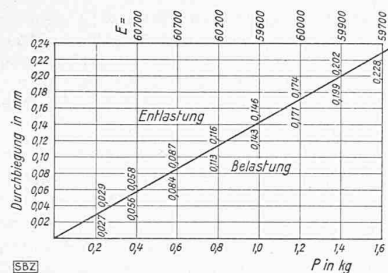


Abb. 5. Beispiel einer Messung

zweckmässig und zu teuer. Ein Holzmodell konnte kaum in Frage kommen wegen der Verschiedenheit von E längs und quer zur Faserrichtung. Auch wirkt sich das Schwinden des Holzes sehr ungünstig aus, wie entsprechende Versuche mit Holzmodellen gezeigt haben.

Es wurde daher nach anderem Material gesucht und Gips gewählt. Da aber zuverlässige Angaben über die Festigkeitseigenschaften des Gipses nicht erhältlich waren, mussten sie zuerst beschafft werden. Es wurde eine Reihe von Versuchstäben, Querschnitt rd. 16×30 mm, Länge 360 mm, aus Modellgips und Baugips mit und ohne Sisaleinlage gegossen und die Festigkeitseigenschaften systematisch untersucht. Die folgenden Angaben beziehen sich auf den gewählten Baugips ohne Sisaleinlagen (Gipsunion, Werk Läuferlingen), der sich für den verfolgten Zweck am geeignetsten erwies. Dem Gips wurde, um das Quellen zu verhindern, etwas Kalk, und um das Abbinden entsprechend den Erfordernissen des Giessens des Modells zu verlangsamen, etwas Leim beigemischt. Die Probestäbe wurden auch in verschiedenen Alter untersucht, wobei die Festigkeitswerte nach zehn Tagen Erhärtung sich als genügend konstant erwiesen.

Das Gipsmodell (Abb. 4) ist von Gipsermeister Dallo in Witikon ausgeführt worden. Es ist insofern etwas vereinfacht, als die seitlichen Leitungskanäle und die Konsolen unberücksichtigt sind. Das allseitig ungeführte Gleitlager der Endfelder ist durch eine Reihe von Stahlkugeln, gehalten von einer in jedem Widerlager verankerten Messingschiene, dargestellt worden. Es sei noch erwähnt, dass die Gussform des Modells nicht in Holz, sondern auch aus Gips ausgeführt wurde. Es ist nicht daran zu zweifeln, dass das Gipsmodell Möglichkeiten bietet, das Versuchswesen in vielen Fällen einfacher und vor allem wirtschaftlicher zu gestalten. Das Gipsmodell der Brücke hat etwa $\frac{1}{8}$ des Preises eines entsprechenden Zelluloidmodells gekostet und brauchte für die Ausführung und die Erhärtung nur etwa 14 Tage.

a) *Biegezugfestigkeit.* Eine Reihe von Probestäben wurde bis zum Bruch belastet und als Mittel $\beta_b = 35$ kg/cm² mit 30% Streuung ermittelt. Es mag vielleicht die Feststellung interessieren, dass die Biegezugfestigkeit der auf einer Glasplatte gegossenen Probestäbe auf der glatten Seite der Glasplatte bis rd. 20% geringer war, als auf der gegenüberliegenden Luftseite. Dies ist wahrscheinlich auf das bessere Gefüge der oberen Seite infolge des Abziehens zurückzuführen.

b) *Elastizitätsmodul.* E wurde auf zweierlei Art ermittelt: a) aus Durchbiegungsmessungen mit Huggenberger'schen Durchbiegungsmessern (Abb. 5). Damit ist die Elastizität des Gipses innerhalb der Belastungsgrenzen des Modells nachgewiesen. β) aus Dehnungsmessungen mit Tensometern (Abb. 6).

Tensometerablesungen:

	links		rechts	
	oben	unten	oben	unten
Δl	0,315 ^s	0,294 ^s	0,303	0,296
φ	0,98	1,02	1,02	1,02
$\Delta l \varphi$	0,309	0,300 ^s	0,309 ¹	0,302

Daraus: E oben links = 59 500

E unten links = 60 300

E oben rechts = 60 000

E unten rechts = 60 900

$$E_{\text{Mittel}} = \frac{240\,700}{4} \approx 60\,000 \text{ kg/cm}^2$$

Die Tatsache, dass die Tensometer-Ablesungen oben und unten gleich sind, beweist, dass der Elastizitätsmodul für Zug und für Druck gleich ist.

c) *Schubmodul und Poisson'sche Zahl.* G ist aus Verdrehungsmessungen an den selben Probestäben ermittelt und zwar mit einer Versuchsanordnung, die von Dr. K. Hofacker entwickelt

Versuche an Gips-Probestäben mit Huggenberger-Instrumenten

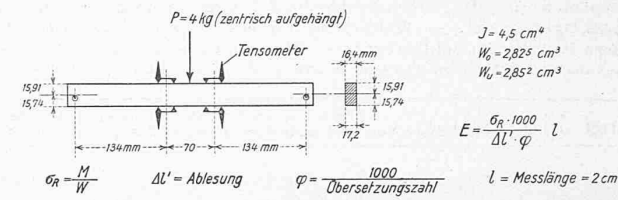


Abb. 6. Beispiel einer Messung

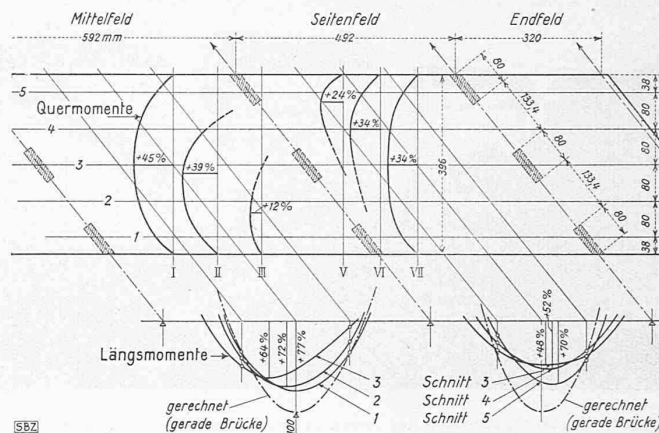


Abb. 10. Verteilung der Längs- und Quermomente aus gleichmässig verteilter feldweiser Belastung, bezogen auf das Längsmoment der geraden Brücke aus derselben Belastung (Rechnung)

worden ist¹⁾. Für den prismatischen Stab mit rechteckigem Querschnitt ist nach Börner (10. Auflage, Seite 80):

$$G = \frac{M}{c b^4 \vartheta}$$

wobei M = Torsionsmoment, ϑ = Verdrehungswinkel (am Probekörper gemessen). Als Mittelwert verschiedener Versuche ergab sich $G = 22\,000$ kg/cm² und die Poisson'sche Zahl als Durchschnittswert zu:

$$m = \frac{2 \times G}{E - 2G} \approx 2,7$$

Nach Durchführung der Messungen ist in jedem Feld des Modells je ein Querstreifen auf die ganze Breite herausgesägt und auf Biegung untersucht worden (Alter des Modells rd. fünf Monate). E wurde ermittelt zu: Mittelfeld 58 300, Seitenfeld 59 000, Endfeld 56 100, d. h. $E_{\text{Mittel}} = 57\,800$ kg/cm², eine genügende Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Vorversuche. Eine Aenderung der Eigenschaften des Gipses mit dem Alter ist somit nicht festzustellen. β_b wurde im Mittelfeld zu 43 kg/cm² ermittelt.

3. Messungen am Modell

a) *Durchbiegungsmessungen.* Es wurden acht Längsschnitte untersucht. Die Messungen erfolgten mit acht Huggenberger'schen Uhren mit $\frac{1}{100}$ mm Angabe, die jeweils in einer Reihe parallel zur Pfeileraxe angeordnet sind. Die Messungen wurden bei dreimaliger Belastung und Entlastung des Feldes wiederholt und der Durchschnittswert bei Ausschaltung allfälliger Fehlmessungen ermittelt. Die Messungen sind somit für getrennte Vollbelastung im Mittel-, Seiten- und Endfeld für jede neue Stellung der Uhren dreimal wiederholt. Als Belastung wurden geeichte Stahlzylinder verwendet. Die betr. Vollbelastung betrug für das Mittelfeld 125,5 kg, für das Seitenfeld 81 kg und für das Endfeld 48,6 kg. Es wurde der Versuch gemacht, aus Durchbiegungsmessungen auf die Momente zu schliessen und zwar wie folgt (Abb. 7):

$$M = -EJ \frac{d^2}{dx^2}$$

$$M'_{Ax} = -EJ \frac{Z_1 - 2Z_2 + Z_3}{\Delta x^2} \quad (\text{Richtung } x)$$

$$M'_{Ay} = -EJ \frac{Z_1 - 2Z_2 + Z_3}{\Delta y^2} \quad (\text{Richtung } y)$$

Die tatsächlichen Momente betragen dann:

$$M_x = \frac{m^2}{m^2 - 1} \left(M'_x + \frac{1}{m} M'_y \right)$$

$$M_y = \frac{m^2}{m^2 - 1} \left(M'_y + \frac{1}{m} M'_x \right)$$

¹⁾ Dr. K. Hofacker, Das Talsperrengewölbe, Zürich 1936 (Seite 88).

Schiefwinklige Strassenüberführung über die SBB bei Glatfelden — Dipl. Ing. P. E. SOUTTER, Zürich

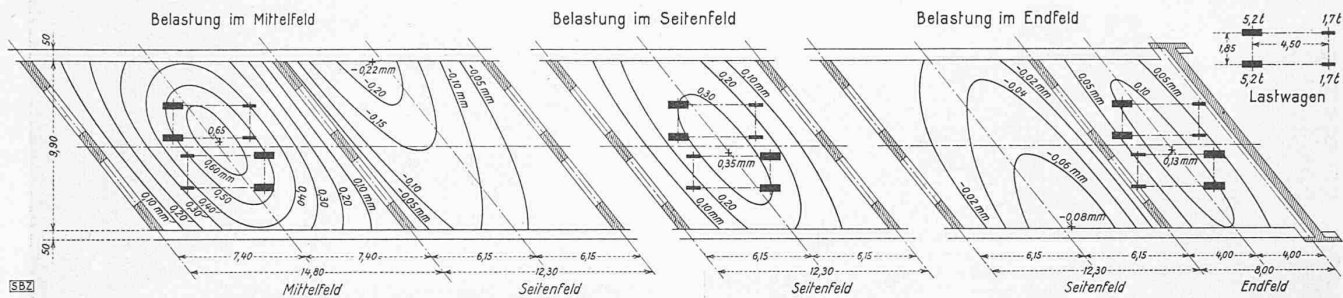


Abb. 16. Durchbiegungsflächen der Fahrbahntafel gemäss den Belastungsproben mit zwei Lastwagen von zusammen 27,6 t (oben rechts). — 1:400

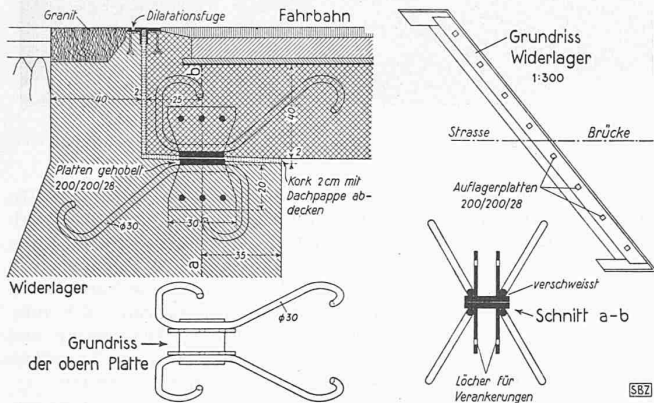


Abb. 13. Auflager der Fahrbahnplatte am Widerlager, 1:30

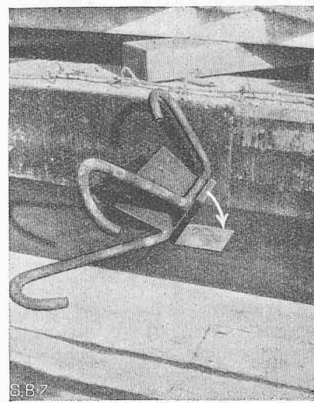


Abb. 14. Auflagerplatten u. Verankerung

Die Regulierung von Sulzer-Turbospisepumpen

Moderne Hochdruckdampfkessel mit ihrem geringen Wasserinhalt stellen höchste Anforderungen an die Speisepumpen und deren Regulierungen, die auf alle Schwankungen der Dampferzeugung, der Feuerintensität und des Druckes sehr fein ansprechen müssen. Die Speisung muss bei voller Belastung des Kessels und beim höchsten vorkommenden Druck noch absolut sicher und wirtschaftlich erfolgen, wobei zu beachten ist, dass die manometrische Förderhöhe der Pumpen um den Leitungsverlust grösser ist als der Kesseldruck.

Zentrifugalpumpen mit rückwärts gekrümmten Schaufeln, wie sie für hohe Drücke allein in Frage kommen, haben eine fallende Charakteristik, d. h. bei konstanter Drehzahl fällt der Druck ab, wenn die Fördermenge zunimmt. Diese Eigenart widerspricht den Anforderungen des Kesselbetriebes, denn bei schwacher Belastung des Kessels mit entsprechend reduzierter Speisung steigt der Pumpendruck weit über das erforderliche Mass an, und dies umso mehr, als die kleineren Geschwindigkeiten in den Leitungen auch kleinere Widerstandshöhen ergeben. Eine Vernichtung des Ueberdruckes durch Drosselung wäre unwirtschaftlich, weshalb man eine Anpassung des Pumpenbetriebes an die Anforderungen des Kessels durch eine besondere Regulierung zu erreichen sucht.

Am einfachsten erfolgt diese Anpassung durch Reduktion der Pumpendrehzahl bei Teillast des Kessels. Eine Handverstellung kommt aber nur für primitivste Verhältnisse in Frage. Bei Speisepumpen mit Dampfturbinenantrieb für kleinere und mittlere Betriebe wird diese Aufgabe einem Membranregler übertragen, der das Dampfgabeventil so betätigt, dass der Unterschied zwischen Dampfdruck vor Turbine und Wasserdruck hinter Pumpe unverändert bleibt. Diese Regulierung lässt allerdings die Abweichungen in den Widerstandshöhen der Leitungen unberücksichtigt, doch sucht man deren Einfluss durch grosse Querschnitte und geringe Rohrlängen möglichst auszuschalten. Mehrere, durch Membranregler beeinflusste Turbopumpen können parallel auf den gleichen Kessel oder eine Batterie von unter gleichem Druck stehenden Kesseleinheiten arbeiten, wenn ihre Charakteristiken gleich oder einander sehr ähnlich sind.

Schwieriger ist das Parallelschalten von Turbo- und Elektropumpen, weil diese in der Regel mit konstanter Drehzahl laufen, somit nach einer fallenden Charakteristik regulieren. Da ist man genötigt, auch der Turbopumpe diese Charakteristik zu verleihen, indem man sie mit einem Regler für konstante Drehzahl ausrüstet. Damit verzichtet man aber auf eine automatische

Anpassung der Förderhöhe an den Kesseldruck und kann lediglich durch Handbetätigung der Drehzahlverstellvorrichtung der Turbine, bzw. der Regulierheostaten der Motoren eine grobe Korrektur vornehmen. Grössere Anlagen verlangen aber auch für einen solchen Parallelbetrieb eine automatische Regulierung, die einen wirtschaftlichen Betrieb sicherstellt, und deren Kosten dabei für ein Hilfsaggregat, wie es die Speisevorrichtung darstellt, tragbar sind. Die Speisewassermenge wird an einem Durchflussventil bemessen, das, von einem Niveauregler aus gesteuert, auf Schwankungen des Wasserstandes im Kessel anspricht. Ein wirtschaftlicher Betrieb erfordert nun, dass die Druckdifferenz vor und hinter diesem Ventil bei jeder Belastung die selbe sei. Darum hat ein Druckempfänger, dessen Membran dieser konstant zu haltenden Druckdifferenz ausgesetzt ist, direkt oder indirekt so auf die Tourenverstellung der Turbine, bzw. die Servomotoren zur Betätigung der Regulierheostaten für die Elektromotoren einzuwirken, dass die erforderliche Druckanpassung durch Drehzahländerung sich vollzieht. Eine solche Regulierstation umfasst je eine Apparategruppe für die elektrisch- und die dampfangetriebenen Speisepumpen. Werden mehrere Kessel gleichzeitig gespeist, so überlagern sich die Impulse der Druckempfänger eines jeden Kessels. Je nach Wunsch kann man alle Aggregate gleichzeitig an der Regulierung teilnehmen oder aber die Elektropumpen in ihrem günstigsten Betriebsbereich als Grundlastpumpen unverändert sich drehen lassen und dabei die Regulierung der Zusatzwassermenge den Turbopumpen übertragen.

Sollte infolge Störung in der Regulierung die Drehzahl einer Turbopumpe abnormal hoch ansteigen, so würde deren Dampfturbine vor Erreichen einer gefährlich hohen Geschwindigkeit durch den Sicherheitsregler abgestellt. Dann könnte aber die Sicherheit der Kessel in Frage stehen, weshalb eine automatische Blockiervorrichtung den Reguliermechanismus festhält, bevor es soweit ist. Gleichzeitig wird der Wärter alarmiert, und erst nachdem er die Ursache der Störung beseitigt hat, kann die Blockierung gelöst und die Gruppe wieder der automatischen Regulierung überlassen werden.

Die reiche Erfahrung von Gebrüder Sulzer im Bau der verschiedensten Reglersysteme für Dampferzeuger und Dampfkraftmaschinen aller Art gewährt auch für die vorgängig beschriebene Sonderregulierung von Turbospisepumpen volle Betriebssicherheit. Auch die konstruktive Lösung beweist die völlige Beherrschung des Problems, sind doch alle Regulierapparate so in ein Schaltpult eingebaut, dass von aussen nur die Kontrollinstrumente und die Handräder sichtbar sind. In der Anlage wird diese Regulierstation erhöht und in einiger Entfernung von den Maschinen aufgestellt, sodass der Wärter von dort aus alles überwachen und nach Wunsch auch von Hand die Drehzahl der Pumpen einzeln beeinflussen kann. Diese Regulierung ist natürlich nicht auf den Antrieb von Speisepumpen beschränkt, sondern erstreckt sich schon lange auch auf den Antrieb von Ventilatoren, Kompressoren, Umwälzpumpen u. a. m., wo sie sich als wirtschaftlich vorteilhafte, leicht regulierbare Kraftmaschine bewährt hat.

Emil Hablützel