

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 65/66 (1915)
Heft: 9

Sonstiges

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>

Zur Darstellung dieser zwei Lösungen 3' und 4' können wir die Abbildungen 4 und 5 benutzen, wenn wir dort zuerst den Masstab der Spannungen im Verhältnis von 1 zu $\cos \alpha_a$ reduzieren und nachher die α -Axe nach $O' O'$ verlegen. Die Änderung des Maßstabes bedarf keiner Erklärung, die Verschiebung der Axe dient dazu, die überall herrschende konstante Spannung σ_s des ersten Falles zu den Beträgen $[3] \cdot \cos \alpha_a$ bzw. $[4] \cdot \cos \alpha_a$ zu addieren. Die Strecke $O O'$, um die man den Ursprung aller Spannungen verschiebt, stellt die im neuen Maßstab gemessene Spannung $-\sigma_s = +238 \text{ kg/cm}^2$ dar. Diese neue Interpretation der Abbildungen 4 und 5 führt uns also sehr bequem zu den Spannungen der Belastungsfälle 3' und 4'.

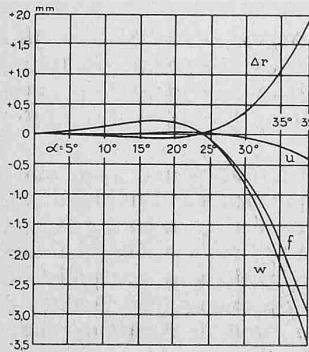


Abbildung 4.

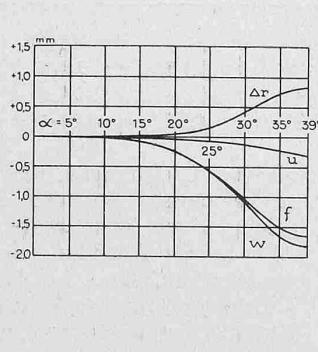


Abbildung 5.

Der Vergleich dieser numerischen Resultate mit denjenigen des Herrn Dr. H. Keller¹⁾ zeigt im allgemeinen nur geringe Abweichungen. Nur im Scheitel und für die Lösung 4' in der Nähe des Randes, ist die Übereinstimmung nicht sehr befriedigend; beide Abweichungen finden ihren Grund in der angewandten Berechnungsmethode selbst; einerseits ist eine Extrapolation unsicher, andererseits wird das Rechnen mit kleinen Differenzen sehr ungenau oder dann recht unbequem, dort wo die Spannungen zu rasch variieren. (Dr. Keller erhält als maximale Spannung 1150 kg/cm^2 , während bei uns dieses Maximum 1350 kg/cm^2 beträgt).

Als zweite Anwendung der Lösungen 1, 3 und 4 berechnen wir noch zwei weitere Belastungsfälle 3'' und 4'', die ein gewisses technisches Interesse haben und die sich in mathematischer Hinsicht nur wenig von 3' und 4' unterscheiden. Der Boden ist immer noch auf der konvexen Seite mit dem Drucke $p = +20 \text{ kg/cm}^2$ belastet, die Unterstützung wird durch die folgenden Randbedingungen erläutert:

$$3'') \quad \epsilon_t = 0 \quad 4'') \quad \epsilon_t = 0 \\ \sigma_x = 0 \quad \vartheta = 0$$

An Stelle der Gleichung $\sigma_H = 0$, die bei den Fällen 3' und 4' die Superposition bestimmt hat, kommt hier die andere $\epsilon_t = 0$, die ausdrückt, dass die Auflagerung keine Verschiebung des Randes in horizontaler Richtung zulässt. Nach 3'') ist der äußere Parallelkreis (α_a) der Mittelfläche festgehalten und der Rand kann sich frei um diese Punkte drehen, während nach 4'') der Boden fest eingespannt ist.

Wie früher setzen sich 3'' und 4'' allein aus 1 und 3 bzw. 1 und 4 zusammen und die gemeinsame Bedingung $\epsilon_t = 0$ gestattet uns, wieder die Art der Zusammensetzung zu bestimmen. Zu diesem Zwecke drücken wir zuerst mit Hilfe des Elastizitätsgesetzes die spezifische Dehnung ϵ_t in den Spannungen σ_t und σ_r aus:

$$\epsilon_t = \frac{1}{E} (\sigma_t - \nu \sigma_r)$$

die Gleichung $\epsilon_t = 0$ kann durch die gleichwertige $\sigma_t = \nu \cdot \sigma_r$ ersetzt werden.

Wir führen unsere jetzige Superposition von 1 mit 3 bzw. 1 mit 4 direkt auf den Abbildungen 2 und 3, durch

Änderung des Maßstabes und Verschiebung der α -Axe aus. Mit Hilfe der Gleichung $\sigma_t = \nu \cdot \sigma_r$ bestimmen wir zuerst die neue Lage der Axe $O' O'$. Die Kurven der Abb. 2 und 3 stellen auch die Spannungen der Fälle 3'' und 4'' dar; bezeichnet man die Schnittpunkte der Kurven σ_r und σ_t mit der letzten Ordinate ($\alpha = \alpha_a$) mit A und B , und ist O' der Schnittpunkt dieser Ordinate mit der neuen α -Axe, so besteht zwischen den Strecken $O' A$ und $O' B$ die gleiche Beziehung, wie zwischen den entsprechenden Spannungen σ_r und σ_t (für $\alpha = \alpha_a$); daraus folgt, dass

$$\frac{O' A}{O' B} = + \frac{1}{\nu} = m$$

(für Gusseisen $m = 5$); der Punkt O' ist durch dieses Verhältnis eindeutig bestimmt und somit auch die neue α -Axe. Da die Strecke $O O'$, um die sich die Axe verschiebt, die Spannung $-\sigma_s = +238 \text{ kg/cm}^2$ darstellt, kennt man auch den neuen Maßstab; damit ist die Aufgabe vollständig gelöst.

Es bleibt uns nur noch übrig, unsere vorige Untersuchung noch bezüglich der Deformation des Bodens zu vervollständigen; wir werden dabei auf keine neuen Schwierigkeiten stossen, denn die analytische Lösung gibt Beziehungen zwischen den gerechneten Spannungen σ_r und σ_t und den Deformationsgrössen u und w . Die Gleichungen

$$(2) \quad u = k \cdot \sin \alpha - \frac{R(1+\nu)}{E} \cdot \sigma_r \cdot \operatorname{tg} \alpha \\ w = k \cdot \cos \alpha - \frac{R}{E} \cdot (\sigma_r + \sigma_t)$$

gelten nämlich für alle Lösungen, die sich aus den Fällen 3, 4, 5 und 6 allein zusammensetzen lassen.

Wir wenden diese Formeln auf die Fälle 3 und 4 an, und wählen die Integrationskonstante k so, dass sich der Scheitel während der Formänderung nicht verschiebt ($w_o = 0$); dann ist:

$$k = \frac{R}{E} \cdot 2 \sigma_{ro}$$

In den Abb. 4 und 5 sind die Ergebnisse dieser Rechnung wiedergegeben; wir haben auch die Grössen

$$(3) \quad f = u \sin \alpha + w \cos \alpha \\ Ar = u \cos \alpha - w \sin \alpha$$

aufgetragen, welche die axiale Durchbiegung und die horizontale Verschiebung eines Punktes der Schale angeben.

Für die Fälle 3', 4', 3'' und 4'' gelten die Beziehungen (2) nicht mehr; wie wir aber vorher den Spannungszustand bei diesen Lösungen aus den Resultaten der Fälle 1 und 3 (bzw. 1 und 4) ableiteten, könnten wir hier das gleiche für die Deformation tun. Wir hätten zuerst den Maßstab (Abb. 4 und 5) in denselben Verhältnissen wie oben (Abbildungen 2 und 3) abzuändern, und zu diesen Beträgen die Lösung 1, d. h. die Werte:

$$u_1 = \frac{R}{E} \cdot \sigma_s (1 - \nu) \sin \alpha \quad w_1 = \frac{R}{E} \sigma_s (1 - \nu) (\cos \alpha - 1) \\ \text{zu addieren. Mit Rücksicht auf die Deutlichkeit der Abbildungen 4 und 5 wollen wir dies nicht einzeichnen, da sich diese Addition nicht mehr einfach durch Verschiebung der } \alpha\text{-Axe ausführen lässt.}$$

(Schluss folgt.)

Miscellanea.

Die Eisenbahnbrücke über den Ganges bei Sara Ghat. In den ersten Monaten dieses Jahres ist für die von Calcutta aus gegen Norden führende Linie der Eastern Bengal State Ry etwa 190 km nördlich dieser Stadt, bei Sara Ghat, eine neue Brücke über den Ganges fertiggestellt worden, die in verschiedener Hinsicht bemerkenswert ist. Bei einer Gesamtlänge von 1798 m weist diese gleichzeitig dem Eisenbahn- und Strassenverkehr dienende Brücke fünfzehn Öffnungen von je 109,5 m Spannweite sowie auf jedem Ufer drei Vorlandöffnungen von je 24 m Weite auf. Die Hauptöffnungen sind mittels parabolischer Träger von 105 m Länge und 16 m grösster Höhe überbrückt; der Abstand der Hauptträger voneinander beträgt 9,75 m, die Gesamtbreite der Brücke, einschliesslich der beidseitigen Stege für Fußgänger, 14,80 m.

Infolge der geringen Tragfähigkeit des Untergrundes sowie empfindlicher Einwirkung der Hochwasser auf die Ufer, die häufigen Überschwemmungen und starker Erosion unterworfen sind, war

¹⁾ Loc. cit. S. 32.

der Bau der Brücke mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Die Fundationscaissons der sechzehn Hauptpfeiler mussten nicht weniger als 58 m unter den Hochwasser-, bzw. 48,75 m unter den Niederwasserspiegel durch Sand- und Lehmschichten versenkt werden; sie liegen 15 m tief in einer Sandschicht.

Die Caissons haben eine rechteckige Form mit kreisförmig abgerundeten Enden, bei 18,6 m Länge und 10,7 m Breite. Wie aus der beigegebenen, nach dem „Génie Civil“ gezeichneten Abbildung ersichtlich, bestehen sie aus einem 11,3 m hohen mit Beton umhüllten Eisengerüst und enthalten zwei getrennte Arbeitskammern. Sie wurden als offene Senkbrunnen niedergebracht, wobei zwei wasserdichte Blechschächte von 5,6 m Durchmesser zur Entfernung des Aushubs mittels Baggerung dienten. An seinem Umfang wurde der Caisson allmählich durch die Betonformstücke von je etwa 6 t Gewicht belastet, die unter sich durch stählerne Zuganker von 40 mm Durchmesser verbunden wurden, und der zwischen diesen Quadern und den Blechschächten befindliche Raum mit Beton ausgefüllt. Nach Schluss der Abteufung wurden die Arbeitskammern mit einer Betonschicht von etwa 5,5 m Höhe verschlossen und die Schächte darüber mit Sand gefüllt. Der über das Niedewasser herausragende Teil des Pfeilers besteht aus armiertem Beton mit einer Umkleidung aus kleineren Betonquadern. Sein oberer Teil ist zwecks Verringerung des Gewichtes auf etwa 8 m Höhe als Fachwerk ausgeführt. Immerhin hat jeder Pfeiler das ansehnliche Gewicht von nahezu 15700 t, wovon 15300 auf das Mauerwerk entfallen. Zum Schutz der Ufer sind beidseitig 1,2 km lange Dämme errichtet worden. Mit dem Bau der Brücke wurde 1909 begonnen. Er erforderte etwa 5,5 Millionen m³ Erdauhub, die Herstellung von 300 000 t Mauerwerk und 30 000 t Fachwerk. Am Bau waren zeitweilig gleichzeitig bis 24 000 Arbeiter beschäftigt.

Kraftübertragung mit 110 000 Volt in 3000 m Meereshöhe. Für die Ausbeutung der Kupferlager bei Chuquicamata in Chile ist eine elektrische Hochspannungs-Kraftübertragung erstellt worden, die mit Rücksicht darauf, dass sie nahezu 3000 m Höhenunterschied überwindet, besonderes Interesse bietet. Das Kraftwerk ist in Tocopilla, in der Nähe der Küste, gelegen, und enthält vier Drehstrom-Turbogeneratoren von je 10 000 kVA bei 5000 V und 50 Per., sowie vier Transformatoren zur Erhöhung der Spannung auf 110000 V. Die Dampferzeugung erfolgt in Kesseln mit Oelfeuerung. Eine 138 km lange Fernleitung führt nach der 2700 m ü. M. gelegenen Drehstrom-Gleichstrom-Umformerstation Chuquicamata, wobei sie schon bei Km. 10 etwa 1350 m und bei Km. 130, kurz vor dem Unterwerk, nahezu 3000 m Meereshöhe erreicht. Die Leitung besteht aus drei siebendrahtigen Kupferseilen, die in einer horizontalen Ebene in je 3,95 m Abstand von einander angeordnet und mittels siebengliedriger Hänge-Isolatoren an 14,2 m hohen Gittermasten befestigt sind. Der normale Mastenabstand beträgt 200 m. Zwei 9,5 mm starke Stahlkabel dienen als Blitzschutz. Besonders schwere Bedingungen waren für die Isolatoren sowohl in mechanischer als in elektrischer Hinsicht gestellt. Mit Rücksicht auf den niederen Luftdruck und die hohen Temperaturschwankungen wurde auch ein besonderes Augenmerk auf die Vermeidung von Koronaverlusten gerichtet. Durch die gewählte Anordnung der Leiter in einer Ebene und in grossem Abstand voneinander sind sowohl diese Verluste als die Kapazität der Leitung auf ein Mindestmass herabgesetzt worden. Ferner sind die drei Synchronmotoren in der Umformerstation genügend gross bemessen, um durch Abgabe von wattlosem

Strom an das Netz den gesamten Leistungsfaktor auf 0,95 zu erhöhen, was zur Folge hat, dass der Spannungsabfall in der Leitung nur um ein Weniges grösser ist als der ohmsche. Der Wirkungsgrad der Fernleitung ist daher auch ein besonders günstiger. Ausgeführt wurde die Anlage von den Siemens-Schuckert Werken. Nähere Einzelheiten über den Bau der Fernleitung, insbesondere über die Versuche, denen die Isolatoren und Türme unterworfen wurden, sind in „El. World“ erschienen.

Aufschärfen von Radbandagen mittels elektrischer Heizung. Zum Erwärmen von Radreifen und -Kränzen von Eisenbahn- und Schneckenrädern vor dem sogen. Aufschärfen auf den Radstern werden neuerdings eigens dazu konstruierte elektrische Apparate verwendet, mittels derer das zu erhitzende Stück wenige Minuten lang bei etwa 3 Volt Spannung einer hohen Stromstärke ausgesetzt wird. Zum Erwärmen eines Bronzekranzes von 300 mm äusserem Durchmesser und 14,5 kg Gewicht genügt dabei nach „Glaser's Annalen“ der Aufwand einer Leistung von 20 kW während 2 Minuten; ferner wird eine Eisenbahnrad-Bandage von 235 kg Gewicht bei einem Energieverbrauch von etwa 60 kW in einem Zeitraum von 10 Minuten um nahezu 2 mm im Durchmesser gedehnt. Ausser für Lokomotiv- und Eisenbahnwagenfabriken dürfte dieses neue Erwärmungs-Verfahren auch für Eisenbahn-Reparaturwerkstätten gewisse Vorteile gegenüber der bisher üblichen Erwärmungsmethode mittels Gasgebläse oder Koksfeuerung bieten.

Vernicklung von Aluminium. Da Nickel nicht direkt an Aluminium haftet, erforderten die bisher üblichen Verfahren zur Vernicklung dieses Metalls stets dessen vorherigen Ueberzug mit Kupfer, Zink oder Eisen, wobei aber oft die nötige Adhäsion des Nickels nicht erreicht wurde. Dem französischen Chemiker J. Canac soll es jedoch gelungen sein, Aluminium auf einfache Art zu vernickeln und dabei Ueberzüge zu erhalten, die selbst bei Hämmern und Biegen der Metallstücke nicht beschädigt werden. Nach seinem Verfahren wird das Aluminium vorerst in ein eisenhaltiges Salzsäurebad getaucht, wodurch es einen leichten netzartigen Ueberzug aus Eisen erhält ($\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ g auf dem m²), in dem nachher der galvanische Nickelniederschlag sehr fest haftet. Vernickeltes Aluminium wird in allen Fällen gute Dienste leisten, in denen ein leichtes und doch widerstandsfähiges und feuchtigkeitsbeständiges Metall erforderlich ist, wie z. B. für Eisenbahnmaterial, bei Booten, Automobilen, Flugzeugen, physikalischen Instrumenten u. a. m.

Der neue Hauptbahnhof in Leipzig. Am 1. Oktober soll das letzte Teilstück des neuen Leipziger Hauptbahnhofes dem Verkehr übergeben werden. Der westliche Teil (preussische Staatsbahnen) steht bereits seit dem 1. Mai 1912 im Betrieb. Bezüglich der Abmessungen des Bahnhofes, der bekanntlich den grössten Bahnhof Europas darstellen wird, verweisen wir auf die Abbildungen auf Seite 185 von Band LXIII (28. März 1914).

Konkurrenzen.

Bürgerspital Solothurn. (Band LXV, Seite 33; Band LXVI, Seiten 24 und 85). Das Preisgericht hat seine Arbeiten am 21. d. M. beendet und folgende Preise zuerkannt:

I. Preis wurde nicht erteilt.

II. Preis ex aequo (2300 Fr.), Entwurf Nr. 42 „Sanitas“; Verfasser: Saager & Frey, Architekten in Biel.

II. Preis ex aequo (2300 Fr.), Entwurf Nr. 30 „Herman“; Verfasser: Fritschi & Zangerl, Architekten in Winterthur.

III. Preis (2000 Fr.), Entwurf Nr. 2 „Aux Invalides“; Verfasser: Karl Zaeslin, Architekt in Basel.

IV. Preis (1600 Fr.), Entwurf Nr. 23 „Das Haus an der Sonne“; Verfasser: Fritz Hirsbrunner, Architekt in Zürich-Wollishofen.

Der Rest des verfügbaren Betrages mit 1800 Fr. wurde bestimmt zum Ankauf der drei Entwürfe Nr. 59 „Frohe Genesung“ (Verfasser Arch. F. & E. Zuppinger in Zürich), Nr. 62 „Jura“ (Verfasser Arch. Lutstorf & Mathys in Bern) und Nr. 28 „Sparsam“, mit dem Antrag, den vorgenannten Betrag auf 2400 Fr. zu erhöhen.

Die Ausstellung der Pläne findet statt von Sonntag den 22. August bis und mit Sonntag den 5. September, je von 9 $\frac{1}{2}$ bis 12 und von 2 bis 5 Uhr im Ostflügel des Kantonsschulgebäudes I. Stock, Eingang vom Riedholz.