

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 117/118 (1941)
Heft: 15

Artikel: Bewehrte Betondecken mit Strahlungsheizung, System Gebrüder Sulzer, Winterthur
Autor: Roš, M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83531>

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: 13.03.2025

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

INHALT: Bewehrte Betondecken mit Strahlungsheizung. System Gebrüder Sulzer, Winterthur. — Die Fürstenlandbrücke bei St. Gallen. — Ein Besonnungsschema für Bern. — Wettbewerbe: Schulhausanlage in Zürich-Affoltern. — Nekrologe: Moritz Naeff, Alfred E. Vallette, Carl Ludwig Pfenninger. — Mitteilungen: Korrosionsschutz unterirdischer

Leitungen. Die Restauration des Basler Münsters. Eidg. Technische Hochschule. Förderbandanlage grosser Länge beim Bau der Shasta-Staumauer. Schweiz. Elektrotechnischer Verein. Aus den Kursen der Zürcher Volkshochschule. Kurvenausbildung nach Fahrspuren. — Ingenieur und Techniker. — Literatur.

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. 15

Bewehrte Betondecken mit Strahlungsheizung, System Gebrüder Sulzer, Winterthur

Von Prof. Dr. Ing. h. c. M. ROŠ, Direktionspräsident der Eidg. Materialprüfungs- u. Versuchsanstalt für Industrie, Bauwesen und Gewerbe, Zürich

Schluss von Seite 165

13. Heizungen der Versuchsbalken zwischen + 18° und + 80° C 100 mal wiederholt, somit für den beträchtlichen und in der Praxis normalerweise nicht auftretenden Temperaturunterschied von 62° C, waren ohne Einfluss auf die Verbundwirkung und damit ohne nachteilige Folgen für die Ermüdungsfestigkeit. Geheizte und nicht geheizte Balken besitzen die gleiche Tragfähigkeit auf Ermüdung (Abb. 9). Die Zusatzarmierung hebt proportional dem Armierungszuwachs die Ermüdungs-Bruchlast. Für den Ermüdungsbruch ist die Ermüdungsfestigkeit der Sonder-Heizrohre massgebend, die bei diesen Versuchen mit $\sigma_u \approx 21 \text{ kg/mm}^2$ tiefer liegt als diejenige der zusätzlichen Rund- eisen, die $\sigma_u \approx 28 \text{ kg/mm}^2$ beträgt. Demzufolge ist auch die Ermüdungstragfähigkeit der Balken, nur mit Rund- eisen bewehrt, bei gleichem Prozentsatz der Armierung, im Verhältnis der Ermüdungsfestigkeiten der Stähle

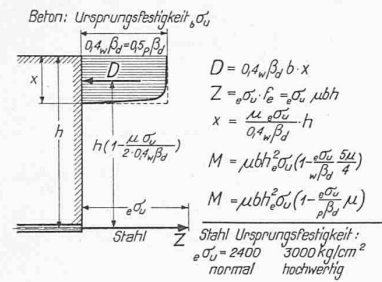


Abb. 10. Rechnerisches Bruchmoment bei Erschöpfung durch Ermüdung von auf wiederholte Biegung beanspruchten bewehrten Balken

höher. Wie bei dem statischen, so konnte auch bei den dynamischen Biegeversuchen kein Gleiten der Heizrohre im Beton festgestellt werden.

14. Für die Nachrechnung der Tragfähigkeit auf Ermüdung nach der EMPA-Formel (Abb. 10) sind einzusetzen: Ursprungsfestigkeit des Betons: $b\sigma_u \approx 0,55 p\beta d$ $p\beta d$ = statische Prismendruckfestigkeit des Betons Ermüdungsfestigkeit der Sonder-Heizrohre $\sigma_u \approx 23 \text{ kg/mm}^2$.

15. Durch sich wiederholenden Belastungswechsel (Beanspruchung auf Ermüdung) wird, im Vergleich zur statischen Beanspruchung, die Anzahl der Risse vermehrt, die Rissbreite vergrößert, die Durchbiegungen nehmen zu (Abb. 8 und 11). Geheizte und ungeheizte Decken, ohne und mit Zusatzarmierung, zeigen für den Bruchzustand keine nennenswerten Unterschiede in bezug auf die Anzahl und Breite der Ermüdungsrisse (Abb. 8).

16. Wiederholte Heizung der Balken sowohl ohne als auch mit Zusatzarmierung ist für die Dauerstand-Festigkeit, entsprechend einer rechnerischen Zugspannung der Armierung von $\sigma_{ez} \approx 20 \text{ kg/mm}^2$ (oberste Stufe der Dauerlast) ohne nachteilige Folgen. Die Zunahme der lotrechten Durchbiegungen unter $\sigma_{ez} \approx 20 \text{ kg/mm}^2$ erreichte im Mittel $\sim 9\%$. Die Durchbiegungen gelangen nach 1 bis 2 Tagen zum völligen Stillstand (Abb. 12). Die Erschöpfung von der Stand-Biegefestigkeit mit $\sigma_{ez} \approx 20 \text{ kg/mm}^2$ ausgesetzten Balken erfolgte durch statischen Bruch, entsprechend einer rechnerischen Eisen-Zug-Spannung von $\sigma_e \approx 34 \text{ kg/mm}^2$, somit etwas über der Streckgrenze ($\sigma_s \approx 30 \text{ kg/mm}^2$) (Abb. 8). Die Rissbildung ist bei Dauerbelastung für gleiche Laststufe weniger stark ausgeprägt (Anzahl geringer, Breite kleiner) als bei den Ermüdungsversuchen (Abb. 8).

17. Die baulichen Erfahrungen²⁾ an ausgeführten Betondecken mit Strahlungsheizung sind durchweg sehr gut. Die

²⁾ Siehe Fussnote Seite 162.

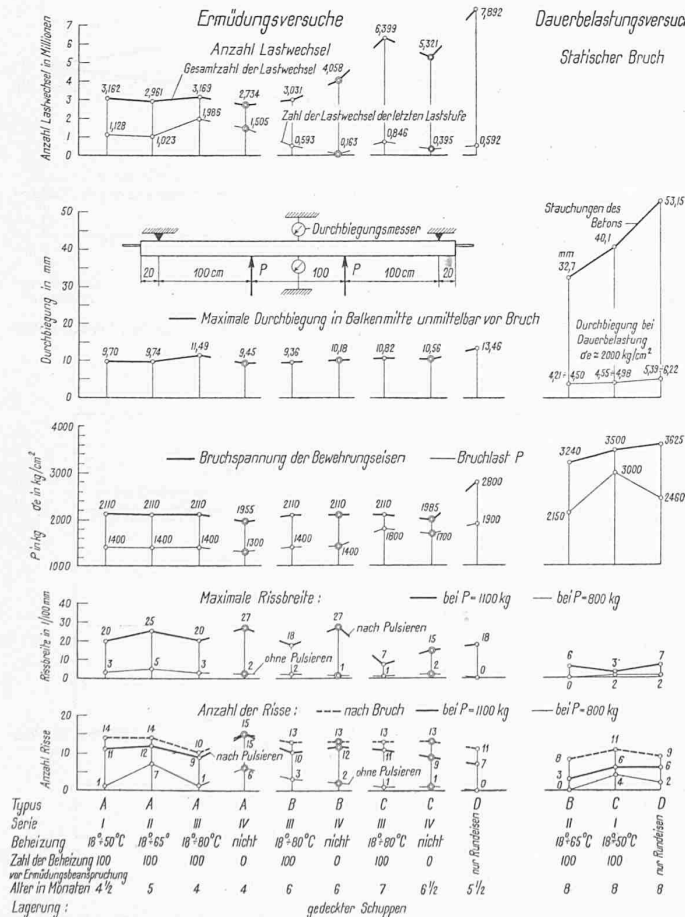


Abb. 8. Ergebnisse von Ermüdungs- und Dauerbelastungs-Versuchen an Decken mit Strahlungsheizung, ohne und mit Zusatzarmierung, geheizt und nicht geheizt. Durchbiegungen, Bruchspannungen, Rissbildungen

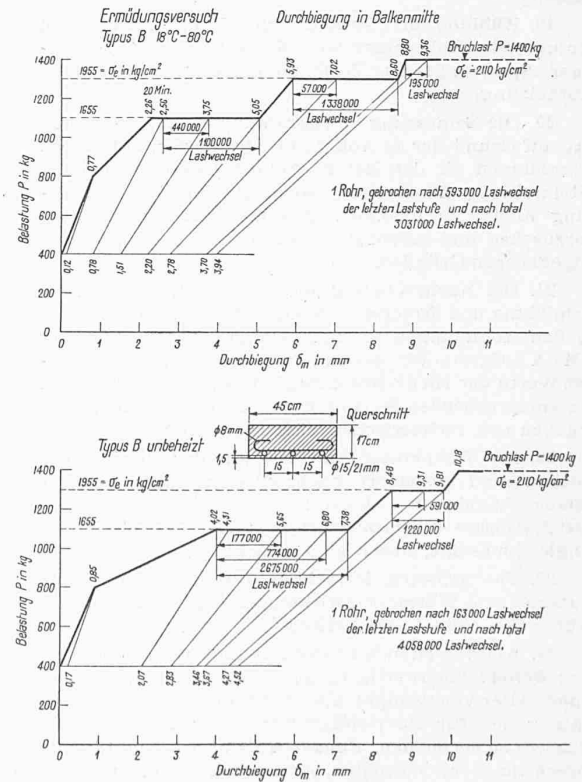
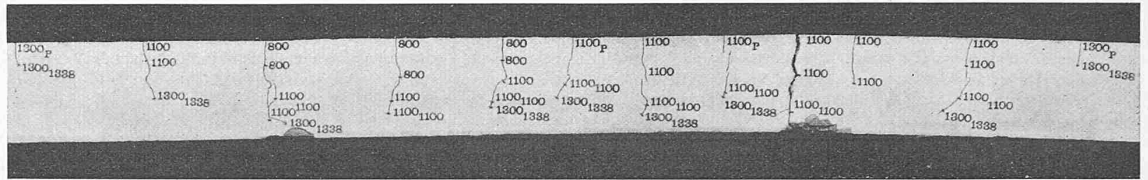


Abb. 9. Ermüdungsversuche mit geheizten und ungeheizten Balken. Typus B, Serien III und IV. Belastungs-Durchbiegungs-Diagramme mit Entlastungen

Abb. 11. Ermüdungsversuche mit vorgeheizten Biegebalken, Typus B, Serie III. Rissbildungen bis zum Ermüdungsbruch. Zahl = Last P in kg. Index P = Riss während des Pulsierens (mit 350 Lastwechseln pro Minute) aufgetreten. Index-Zahl = Anzahl der Lastwechsel pro Laststufe in Tausend



Durchbiegungen sind sowohl beim Aufheizen als auch unter der Nutzlast, zufolge Ueberarmierung durch die Heizrohre, klein. Von freiem Auge sichtbare Rissbildungen treten nicht oder nur äusserst selten auf. Die in jedem Eisenbetonbau unvermeidlichen Schwindrisse unterscheiden sich eindeutig von allfälligen, durch Aufheizen und Abkühlen wachgerufenen Rissen. Beachtenswert ist die Tatsache, dass das Aufheizen vorhandene Schwindrisse schliesst. Der Zustand der Decken erweist sich als sehr befriedigend. Bedingung ist, den äusseren Kräften und Wärmeinflüssen entsprechend, konstruktiv richtige Durchbildung der Decken. Teile von Decken (Randzonen, Unterzüge) die gegenüber den geheizten Deckenteilen niedrigere Temperaturen aufweisen, sind, um Rissbildungen vorzubeugen, mit besonderer zusätzlicher Armierung zu versehen.

18. Die Temperatureinflüsse zufolge Aufheizen und Abkühlen der Decken sind verwickelter Art. Das Temperaturfeld ist selbst im stationären Zustand unhomogen. Die Verformungen wirken sich spannungserzeugend aus (innere Spannungen); die Grösse dieser Wärmespannungen hängt vom Mass der Behinderung der spannungsfreien Verformung ab, sie lässt sich rechnerisch nicht genau feststellen. Die Erfahrung an ausgeführten Bauten mit Strahlungsheizungsdecken lehrt, dass deren Verhalten in bezug auf Verformung und Rissbildung, zufolge verformungsvermindernder, sperrender Einflüsse der Auflagerungen und Einspannungen ganz wesentlich günstiger ist, als bei den Laboratoriumsversuchen mit freier Auflagerung, wo sich das wiederholte Aufheizen rissvermehrend auswirkt. Der Umstand, dass sich die Risse in den ausgeführten Bauten unter dem Einfluss der Heizung schliessen, ist ein sehr beachtenswerter Vorteil der Decken mit Strahlungsheizung.

19. Kühlung der Decken⁵⁾ im Hochsommer durch umlaufendes Kaltwasser von 16 bis 20° C ergibt günstigere Spannungs- und Verformungsverhältnisse als die Aufheizung.

20. Die Bemessung von Strahlungsheizungs-Decken hat auf Grund der in Abb. 13 niedergelegten zulässigen Spannungen für den Beton, für die Gesamtarmierung (Heizrohre + Zusatzseisen) sowie für die Zusatzarmierung allein, zu erfolgen. Zusatzarmierung ist stets vorzusehen und auszuführen aus den in der Einleitung angegebenen Gründen.

21. Die Nachrechnung auf statische Tragfähigkeit, Ermüdung und Dauerstandfestigkeit hat auf Grund der in den Abbildungen 10 und 14 angegebenen, von der EMPA aufgestellten Beziehung zu erfolgen. Die jeweiligen Werte der Biege-Bruchtragfähigkeit dividiert durch die entsprechenden Werte der zulässigen Biegemomente ergeben den rechnerischen Sicherheitsgrad.

22. Die Temperatur-Einflüsse aus der Heizung der Decken sind gesondert nachzuweisen unter nachfolgenden Annahmen (Abb. 6): Gleichmässige Wärmeauswirkung: $\Delta t \cong \pm 10^\circ \text{C}$. Ungleichmässige, einseitige Auswirkung: $\Delta t \cong \pm 5^\circ \text{C}$.

23. Die grössten lotrechten Durchbiegungen aus Nutzlast und Wärme-Einwirkungen dürfen $\sim 1/600$ der Stützweite nicht überschreiten.

24. Als begleitende bautechnische Forderungen gelten: **Beton**: hochwertig ($w/\beta_{d28} \cong 300 \text{ kg/cm}^2$), nicht in einem Alter von weniger als 28 Tagen heizen, um den Entzug des für die richtige Erhärtung unerlässlichen Wassers zu vermeiden. **Sonder-Heizrohre**: Qualität entsprechend dem normalen Armierungsstahl, auf der Baustelle einwandfrei kalt biegsam; gut schweisbar.

⁵⁾ E. Wirth, «Umkehrung der Deckenheizung zur Raumkühlung». «SBZ», Bd. 112, Nr. 20, 12. Nov. 1938.

Oberfläche frei von Schmutz und losem Rost. **Aufheizen**: langsam, $\sim 2^\circ \text{C}$ pro Stunde. Höchsttemperatur $+ 55^\circ \text{C}$. Temperaturschwankung in den Heizrohren 30° bis 35°C . **Berechnung, kon-**

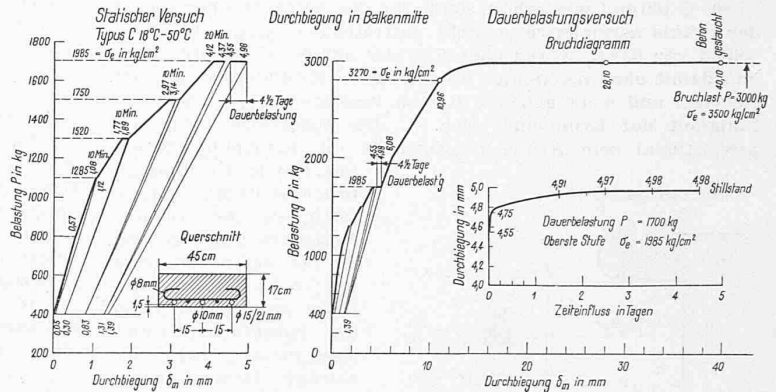


Abb. 12. Dauerbelastungsversuche mit vorgeheizten Biege-Balken, Typus C, Serie I. Belastungs-Durchbiegungs-Diagramme

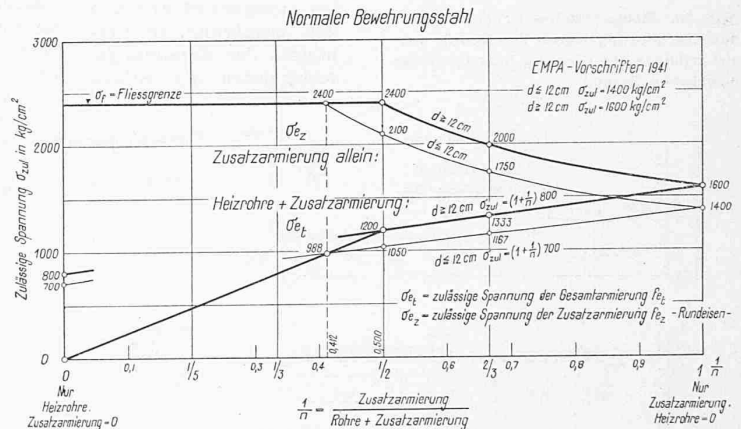


Abb. 13. Strahlungsheizungsdecken. Zulässige Spannungen der Gesamtarmierung (Rohre und Rundeisen) sowie der Zusatzarmierung allein

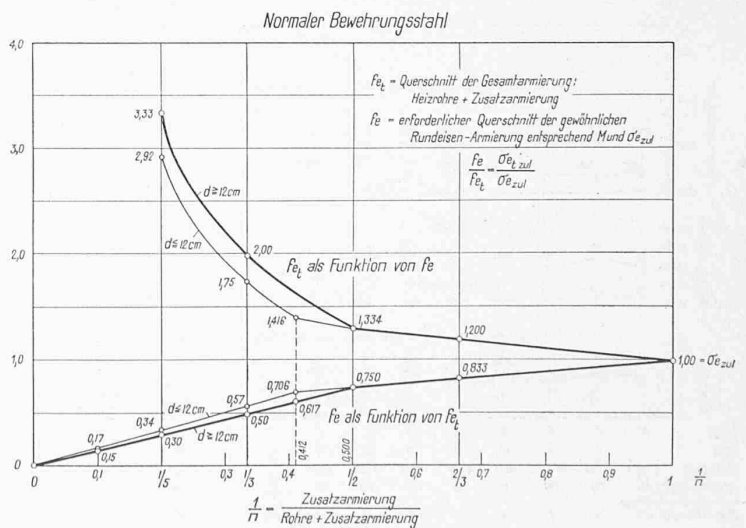


Abb. 15. Querschnitt der Gesamtarmierung als Funktion von f_e = erforderlicher Querschnitt der Rundeisenarmierung, entsprechend dem massgebenden Biegemoment M und der zulässigen Eisenspannung σ_{zul} für verschiedene Verhältniszahlen $1/n$

Tabelle IV	Hauptbelastungen ohne Temperatur und Schwinden		Haupt- und Zusatzbelastungen, mit Temperatur und Schwinden	
	Deckenstärke $d \leq 12$ cm	> 12 cm	≤ 12 cm	> 12 cm
Normaler Beton				
Würfeldruckfestigkeit im Alter von 28 Tagen $w\beta d \cong 220$ kg/cm ² , normaler Stahl	65	75	85	98
Hochwertiger Beton				
Würfeldruckfestigkeit im Alter von 28 Tagen $w\beta d \cong 300$ kg/cm ² , normaler Stahl	70	85	92	110
hochwertiger Stahl	77	94	100	122

Tabelle V	Sonder-Heizrohre	Hochwertiger Bewehrungsstahl	Normaler Bewehrungsstahl
Fliessgrenze in kg/cm ² σ_f	≥ 2500	≥ 3500	≥ 2400
Zugfestigkeit in kg/cm ² β_z	3600 bis 4500	5200 bis 6200	3600 bis 4500
Bruchdehnung in % bzw. $11,3 \sqrt{F}$, min λ_{10}	20	20	20
Faltbiegezahl $K = 50 s/r$ min, für Anriss in der Zugzone	80	80	80
Anriss in der Druckzone	80	40	40

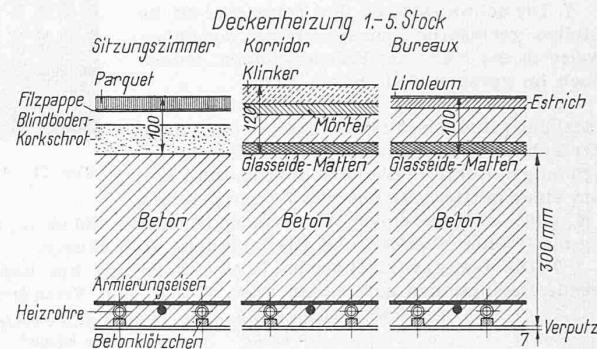
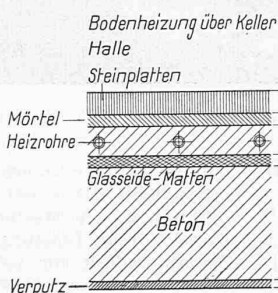
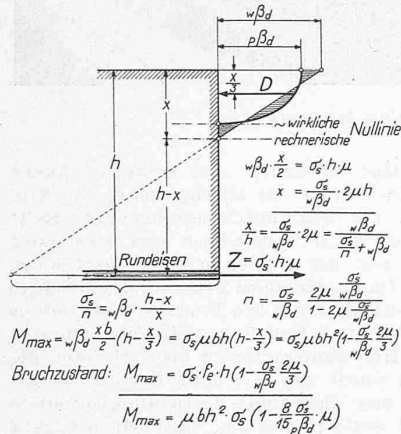


Abb. 17 und 18. Mustergültige Deckenquerschnitte eines zürcher. Bureaugebäudes. — 1 : 12

Abb. 14. Rechnerisches Bruchmoment bei Erschöpfung der statischen Tragfähigkeit von auf Biegung beanspruchten bewehrten Balken. EMPA-Formel. Das Bruchmoment ist praktisch unbeeinflusst von der Betonqualität, proportional zur Höhe der Streckgrenze und angenähert proportional dem Armierungsprozentsatz

strukture Durchbildung und Ausführung den Grundsätzen und Regeln des Eisenbetons entsprechend, sachgemäss und sorgfältig.

Zusammenfassung. Die Strahlungsheizungsdecken nach dem genannten Ausführungssystem bieten äusserst beachtenswerte bautechnische und

gleichfalls ein wichtiges Merkmal von Strahlungsheizungsdecken nach dem patentierten Ausführungssystem Sulzer.

Zulässige Spannungen und Bemessung von bewehrten Strahlungsheizungsdecken

Auf Grund der Bestimmungen der Eidg. Verordnung vom 14. Mai 1935, insbesondere der Art. 109, Ziff. 5 und Art. 140, Ziff. 3, auf Grund der eingehenden amtlichen Untersuchung durch die EMPA und der inzwischen gemachten Erfahrungen an ausgeführten Bauten sind für die Bemessung geheizter Decken nach dem patentierten Ausführungssystem Gebrüder Sulzer nachfolgende Richtlinien massgebend.

1. Die Sonder-Heizrohre von vorschriftsgemässer Stahlqualität können als Bewehrungsseisen mitverwendet werden, wenn die zusätzliche Rundeseisenarmierung für sich allein die gesamte Belastung aufzunehmen vermag, ohne dass die mit Ausschluss der Rohrarmierung berechnete Beanspruchung aus Eigengewicht und Nutzlast die Fliessgrenze der Rundeseisen überschreitet.

2. Beträgt der Querschnitt der Rundeseisenarmierung $1/n$ des gesamten Querschnittes der Rundeseisen- und Rohrarmierung zusammen, so ist als zulässige, mittlere Spannung der Gesamtarmierung σ_{zul} (Rohre und Rundeseisen zusammen) anzunehmen für **normalen Bewehrungsstahl**:

$\sigma_{zul} = (1 + 1/n) \cdot 700$ kg/cm² für Decken bis 12 cm Stärke,
 $\sigma_{zul} = (1 + 1/n) \cdot 800$ kg/cm² für Decken über 12 cm Stärke;
 für **hochwertigen Bewehrungsstahl**:

$\sigma_{zul} = (1 + 11/7 \cdot 1/n) \cdot 700$ kg/cm² für Decken bis 12 cm Stärke,
 $\sigma_{zul} = (1 + 3/2 \cdot 1/n) \cdot 800$ kg/cm² für Decken über 12 cm „

Das Graphikon Abb. 13 gibt über die jeweiligen zulässigen Spannungen der Gesamtarmierung sowie der Zusatzarmierung Aufschluss, in Abhängigkeit von der Verhältniszahl

$n = \frac{\text{Querschnitt der Heizrohre} + \text{Zusatzarmierung}}{\text{Querschnitt der Zusatzarmierung}}$

3. Für die zulässigen Spannungen des normalen und hochwertigen Betons gelten, in Ergänzung der Bestimmungen des Art. 110 der Eidg. Verordnung, gemäss Art. 140, Ziff. 3, die Werte der Tabelle IV.

Die schräge Zugspannung (Schubspannung) ist zu begrenzen für normalen Beton mit $\tau \leq 4$ kg/cm², für hochwertigen Beton mit $\tau \leq 5$ kg/cm².

Die zulässige rechnerische Haftspannung $\tau_{h,zul}$ (Rohre und Rundeseisen) ist für normalen und hochwertigen Beton einheitlich auf $\tau_{h,zul} \leq 4$ kg/cm² zu begrenzen. Bei an den Enden nach einem inneren Durchmesser von sechs Rohrdicken umgebogenen Heizrohren (Regelfall) kann ein besonderer Haftfestigkeitsnachweis unterbleiben.

4. Die zusätzlichen Einflüsse der Wärmeeinwirkung auf das Tragsystem infolge Heizung der Decken sind

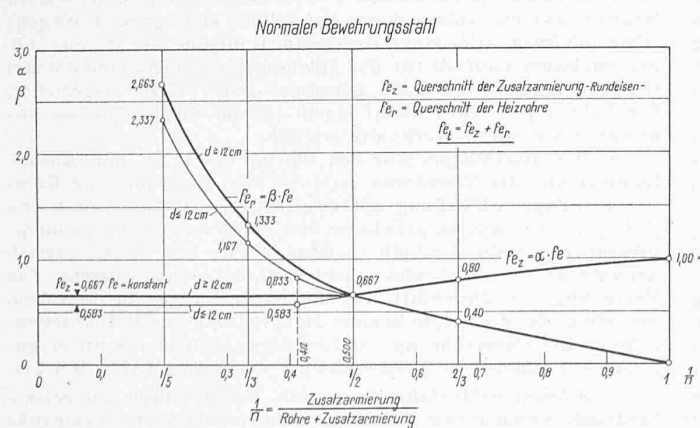


Abb. 16. Querschnittsverhältnisse α und β der Zusatzarmierung f_z und der Heizrohre f_r zu f_0 = erforderlicher Querschnitt der Rundeseisenarmierung, entsprechend dem massgebenden Biegemoment M und der zulässigen Eisenspannung $\sigma_{0,zul}$ für verschiedene Verhältniszahlen $1/n$

rechnerisch zu berücksichtigen als ungleichmässige, einseitige Auswirkung mit Temperaturunterschied $\Delta t = \pm 5^\circ \text{C}$, sowie als gleichmässige Auswirkung mit $\Delta t = \pm 10^\circ \text{C}$.

5. Die grössten lotrechten Durchbiegungen aus Nutzlast und einseitiger sowie gleichmässiger Wärmewirkung dürfen $\sim 1/600$ der Spannweite nicht überschreiten.

6. Wird auf Einschränkung der Bildung von Haarrissen ausnahmsweise ganz besonderer Wert gelegt, so sind namentlich bei grossen Spannweiten die angegebenen, zulässigen Spannungen und Durchbiegungen zu ermässigen und es ist durch sinngemässe Anordnung und Verteilung der Bewehrungsseisen der Haarrissbildung entgegenzuwirken.

7. Die Schweissungen der Röhre sind an die Stellen geringerer Beanspruchung, normalerweise in die Nähe der Rohrbiegungen, jedoch noch im geraden Teil, zu verlegen.

8. Die Stähle der Heizrohre und der zusätzlichen Rundseisen müssen den Bedingungen der Tabelle V genügen (Art. 83 der Eidg. Verordnung). Röhre im Anlieferungszustand kalt um einen mittlern Radius von 50 mm gebogen ($K \cong 20$) müssen einem Wasserinnendruck von 60 at ($\sigma_r \cong 19 \text{ kg/mm}^2$) ohne Schaden und Rissbildungen widerstehen.

9. Die festigkeitstechnische Güte des Betons hat nachfolgende Bedingungen zu erfüllen (Art. 87 der Eidg. Verordnung):

	Zementdosierung in kg/m^3	Würfeldruckfestigkeit in kg/cm^2	
		Mittelwert	Mindestwert
Normaler Beton	300	220	165
Hochwertiger Beton	300	300	240

10. Die Decken müssen nach den Grundsätzen der schweiz. Eisenbetonvorschriften von 1935 konstruiert werden. Zur Bemessung der Armierung gelten die in Abb. 13, 15 und 16 gegebenen Beziehungen, für das statische Bruch-Biegemoment und für das dynamische Ermüdungs-Biegemoment diejenigen der Abbildungen 14 und 10. Im übrigen gelten die unter Ziffer 24 hiervor genannten Forderungen.

Die Fürstenland-Brücke bei St. Gallen

Von Dipl. Ing. ADOLF BRUNNER, St. Gallen

BAUAUSFÜHRUNG

(Schluss von Seite 150)

I. Installationen

1. **Kabelkran.** Für die Ausführung der Arbeit wurde eine Kabelkrananlage von 256 und 218 m Spannweite und 3 t Tragkraft erstellt (Abb. 2, S. 111). Der Mittelurm war wegen der Situation des Baues auf Schienen verschiebbar angeordnet. Die hauptsächlichsten Daten dieser Anlage sind die folgenden:

Seitenturm Seite Winkeln. Querjoch aus zwei verdübelten Pfosten (je $3 \times 21/25$) mit Fachwerk-Querverband, in der Ansicht durch Verspannseile ausgesteift. Höhe 23 m bis Tragseil, 26 m bis Fahrseil. Auflager auf Vorderkante Brückenkopf. Verankerung in speziellem Fundamentblock ($l = \text{rd. } 5 \text{ m}$, $b = \text{rd. } 2,5 \text{ m}$, $t = \text{rd. } 3,3 \text{ m}$). Max. Zug am Turm $H = 63 \text{ t}$, am Ankerseil $Z = 79 \text{ t}$ ($H_F = 59 \text{ t}$, $V_F = -53 \text{ t}$).

Mittelurm (Abb. 26). Konstruktion im Prinzip gleich; Pfosten (je $3 \times 30/22$), Höhe 43 m, bzw. 46 m. Auflager auf sechsachsigem querverschiebbarem Wagen (Eisenkonstruktion), Verschiebung flussaufwärts 7,0 m, flussabwärts 10,0 m aus der Fahrbahnaxe, Normallage des Turmes 4,35 m flussabwärts. Schienenunterbau in Eisenbetonkonstruktion (Sockel und Träger auf Pfeilern).

Seitenturm, Seite Bruggen. Im Prinzip gleich, jedoch ein Pfosten vertikal (je $3 \times 21/30$), Höhe 17 m, bzw. 20 m. Verankerung: Fundament ($l = \text{rd. } 5 \text{ m}$, $b = \text{rd. } 3,0 \text{ m}$, $t = \text{rd. } 3 \text{ m}$), $H = 63 \text{ t}$, $Z = 66 \text{ t}$, $H_F = 60 \text{ t}$, $V_F = 27 \text{ t}$.

Seile. Hilfs- und Tragseile $\varnothing 47 \text{ mm}$, F effektiv = $14,5 \text{ cm}^2$, Bruchlast = rd. 200 t, Seilgewicht = 11 kg/m , max. Durchhang bei 30° und 5 t Last 12,70, bzw. 10,40 m.

2. **Betoninstallationen.** Am talseitigen Hang der westlichen Zufahrtstrasse zum Sittertobel wurden die **Kies-Sandilos** in Holzkonstruktion mit einem Fassungsvermögen von 250 m^3 erstellt; die Beschickung erfolgte direkt vom Lastauto aus. Zur Entnahme des nach Komponenten deponierten Mischgutes dienten Rollwagen von $1\frac{1}{2} \text{ m}^3$ Fassung, entsprechend dem Bedarf für einen m^3 fertigen Beton. Im anschliessenden Zementmagazin lagerte jeweils der dreifache max. Tagesbedarf (etwa 100 t).

Die Beton-Aufbereitungsanlage in unmittelbarer Nähe des Mittelturmes des Kabelkrans war mit den Materialsilos durch

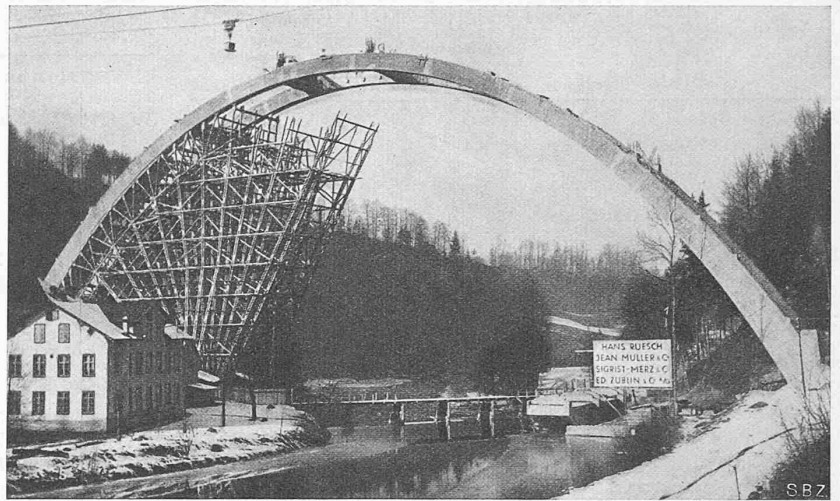


Abb. 24. Abbruch des Lehrgerüsts nach Vollendung der Bogenrippen

eine 60 m lange Geleiseanlage verbunden; ihre Anlage in Etagen ermöglichte die direkte Entleerung des Mischgutes in den Einfülltrichter des Mixers. Die Betonmischmaschine (von Roll) war für eine Leistung von $30 \text{ m}^3/\text{h}$ bemessen und wies einen Trommelinhalt von 1000 l auf; der Antrieb erfolgte durch einen Elektromotor von 35 PS. Die tatsächliche Leistung des Mixers richtete sich nach dem Zeitbedarf für den Transport des Betons nach der Verwendungsstelle mittels Kabelkran. Pro Fahrt mussten je nach Entfernung und Höhenunterschied 4 bis 7 Minuten gerechnet werden. Dadurch wurde das Mischgut reichlich verarbeitet und konnte durch eine Entnahme-Vorrichtung direkt in die Beton-Transportkübel entleert werden. Die Zementzugabe konnte immer in ganzen Säcken bereitgestellt und durch einen separaten Einfülltrichter in den Mixer entleert werden, weil jeweils das Mischgut für einen m^3 fertigen Beton (P 200, 250, 350, 400) angeliefert wurde. Der Transport des Betons ab Mixer zur Arbeitsstelle erfolgte durch den Kabelkran in Kübeln von $\frac{1}{2}$ oder 1 m^3 Inhalt. Die kleineren wurden jeweils paarweise an einen quer zur Transportrichtung an der Seilflasche befestigten Waagbalken angehängt, und zwar im Abstand wie er für die Betonierung der Querrahmen, Bogenrippen oder Fahrbahnfelder erforderlich war. Die max. Tagesleistung betrug 150 m^3 eingebauten Betons.

3. **Zimmereierwerkplätze.** Da der Abbund des Gerüstholzes für den Bogen in den Wintermonaten Januar, Februar und März 1937/38 erfolgen musste, wurde zu diesem Zweck, an der westlichen Zufahrtstrasse zur Brücke, eine achtseitig geschlossene provisorische Halle von $15 \times 18 \text{ m}$ Grundfläche ohne Zwischenstützen erstellt. Die Anlieferung des Gerüstholzes geschah mittels Rollwagen von dem westlich der Abbundhalle angelegten Lagerplatz und konnte nach der Bearbeitung in gleicher Weise auf einem Parallelgeleise in der Reihenfolge der Verwendung auf den, dem westlichen Brückenkopf folgenden Stapelplatz geführt werden. Für den Abbund wurden elektrische, transportable Bohr- und Fräsmaschinen verwendet. Für das Auftrennen von schwerem Bauholz war die Anlage durch Aufstellung einer grossen Wagenfräse und Installation einer Horizontal-Rollbahn mit Motorwinde und endlosem Laufseil für den Rücktransport des abmontierten Gerüstholzes auf die höher gelegenen Lagerplätze ausgerüstet. Die Schalungen wurden auf einem an der Sittertalstrasse angelegten besondern Werkplatz erstellt.

4. **Druckluftanlage.** Für den Betrieb der Bohr- und Abbauhämmer und der Vibratoren fand bei den Kiessilos eine Kompressoranlage Aufstellung mit zwei Rotationskompressoren von je $5\frac{1}{2} \text{ m}^3/\text{min}$ angesaugter Luft, und als Ersatz ein Kolbenkompressor von etwa $2 \text{ m}^3/\text{min}$ Leistung. Für den Normalbetrieb genügte die Leistung eines einzigen Rotationskompressors. Die Verteilung der Druckluft auf die ganze Länge der Baustelle von etwa 500 m erfolgte in einer Hauptleitung aus $3''$ Flanschenröhren. Die Ueberführung der Druckleitung über die Sitter geschah auf einem besonders erstellten Dienststeg (Abb. 19 u. 24).

5. **Allgemeine Installationen.** Auf beiden Seiten der Sittertalstrasse waren ausser den vorgenannten Anlagen noch folgende angeordnet: eine Schmiedewerkstätte mit mech. Einrichtungen und elektr. und autogener Schweissanlage; eine Bureau-, Mannschafts- und Kantinenbaracke, ein allgemeines Magazin, eine Transformatoren-Anlage für 220, 380 und 500 V, Sprengstoff-