Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 72 (1954)
Heft: 41

Artikel: Wendeltreppe in Eisenbeton
Autor: Soutter, P.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-61265

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: 12.12.2025

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

Wendeltreppe in Eisenbeton

Von Dipl. Ing. **P. Soutter**, Zürich

DK 624.026.254

1. Einleitung

In den Jahren 1952/1953 wurde in Baden am Nordhang des Martinsberges durch die Firma Brown, Boveri & Cie. ein Gemeinschaftshaus erstellt. Im Rahmen dieser Bauaufgabe hatte der Projektverfasser, Arch. Dr. h. c. Armin Meili, in der rd. 10 m hohen offenen Vorhalle eine freitragende Wendeltreppe als direkten Aufgang in die Bibliothek und den Speisesaal vorgesehen. Die Treppe überwindet in zwei vollen Umdrehungen eine Höhendifferenz von 10,10 m; sie hat einen inneren Radius von 1,00 m und einen äusseren Radius von 3,10 m. Die 64 Stufen haben eine Höhe von 15,9 cm, ihre Breite nimmt von rd. 20 bis auf 60 cm zu und die ganze Treppenbreite beträgt 2,10 m (Bild 1).

2. Wahl des Baustoffes, Formgebung

Ein Kostenvergleich zwischen einer Stahllösung und einer Eisenbetontreppe fiel eindeutig zu Gunsten der Letztgenannten aus. Ausserdem bietet der Eisenbeton in diesem Fall mancherlei Vorteile: kein Unterhalt, lärmfreies Begehen, Einheitlichkeit des Baustoffes mit den Pfeilern und Trägern der grossen Halle.

Der Formgebung des Treppenquerschnittes (Bild 8) wurde besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Vorerst wurde eine Ausführung mit vorfabrizierten Treppenstufen auf einem Eisenbetonträger in der Laufaxe angenommen. Die Messungen am Modell sowie die statische Nachberechnung zeigten jedoch bald, dass ohne die Mitwirkung der 2 m breiten Treppenplatte als Scheibe die notwendige Tragfähigkeit nicht zu erreichen ist. Der statisch zweckmässigste Querschnitt ist derjenige, der sowohl um die Vertikal- als auch um die Horizontalaxe eine relativ grosse Biegungssteifigkeit hat und zudem eine genügende Torsionssteifigkeit aufweist. Diesen Forderungen genügte am ehesten ein T-Querschnitt in der vorliegenden Form.

Da die Treppe nach einer vollständigen Drehung die betonierte Fassadenwand fast berührt, konnte an dieser Stelle ohne Schwierigkeiten eine Konsole erstellt und damit die Treppe genau in der Mitte abgestützt werden.

3. Modell-Versuch für die Dimensionierung

Die statische Berechnung ist bei den vorliegenden Verhältnissen etwas umständlich und unübersichtlich, besonders da beim Zwischenlager verschiedene mögliche Auflagerbedingungen untersucht werden mussten. Es wurde daher die Durchführung eines Modellversuchs beschlossen.

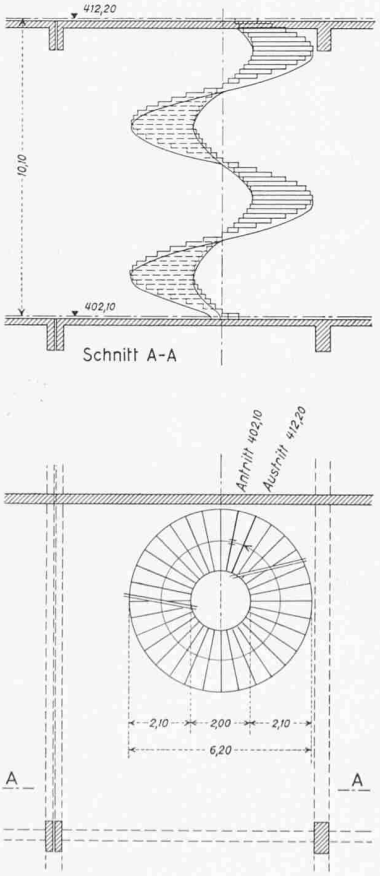


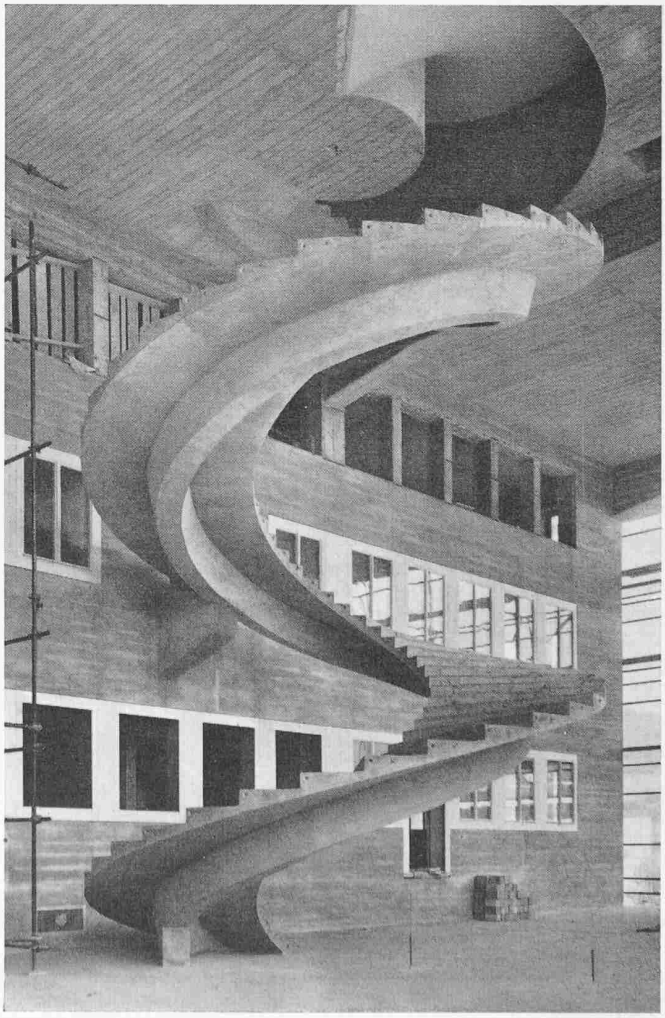
Bild 1. Grundriss und Aufriss, Massstab 1:250

Bild 2. Die fertige Treppe (ohne Geländer)

Dazu ist sicherheitshalber eine statische Berechnung für einen Spezialfall der Auflagerbedingungen durchgeführt und mit den Ergebnissen der Modellmessungen verglichen worden. Dipl. Ing. *E. Schmidt* führte diesen Versuch in mustergültiger Art durch.

Das Modell (Bild 3) wurde aus einem Anticorodalstab 5/20 mm im Längenmasstab 1:13⅓ hergestellt. Aus praktischen Gründen musste ein stark vereinfachter Querschnitt (Rechteck) gewählt werden. Die relativen Werte der verschiedenen Steifigkeiten sind in Bild 4 eingetragen. Verglichen mit der Biegesteifigkeit um die Axe II—II ist somit die Plattenbiegesteifigkeit des Modells etwas zu klein, die Torsionssteifigkeit aber erheblich zu gross. Die Ergebnisse der Nachrechnung im Vergleich mit dem Modellversuch (Bild 5) zeigen aber, dass daraus keine wesentliche Verfälschung der Resultate entsteht. Die Endauflager des Modellstabes sind entsprechend der Ausführung starr ausgebildet. Das Zwischenauflager konnte für folgende drei Möglichkeiten (Bild 6) umgestellt werden: a) starre Einspannung, b) Kugelgelenk ungefähr unter der Axe des Spiralstabes, c) Kugelgelenk am Ende der Konsole, in der Ausführung entsprechend einer frei drehbaren Auflagerung in der Mitte der Eisenbetonwand.

Die Messungen der Plattenbiegung erfolgten mittels Krümmungsmessern mit einer Messlänge von 50 mm und einer Anzeigegenauigkeit von $^1/_{1000}$ mm. Die Scheibenbiegung wurde mit Hilfe von elektrischen Dehnungsmesstreifen «Phi-



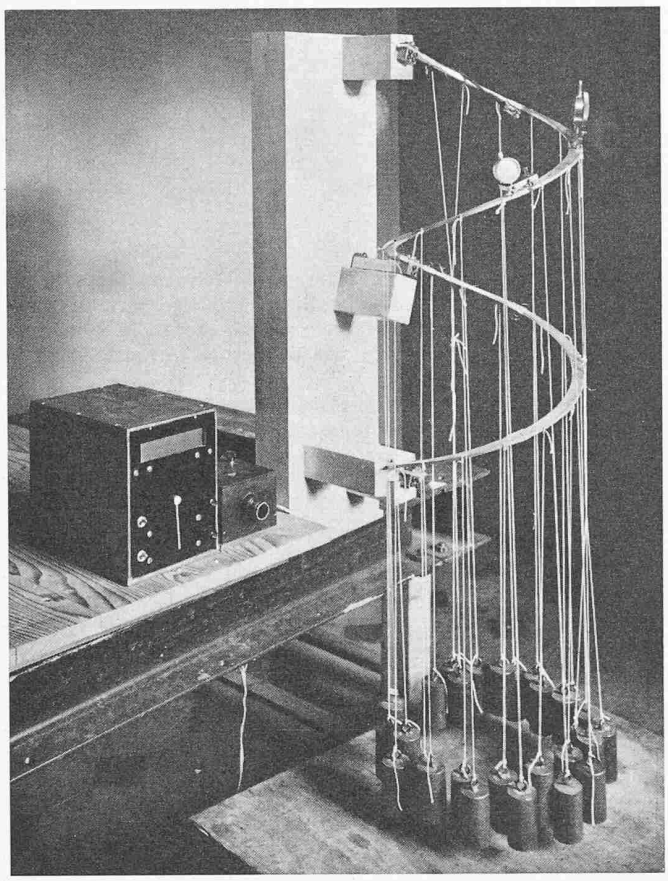
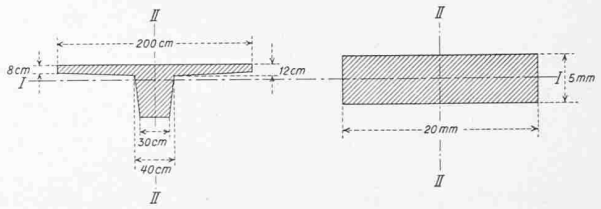


Bild 3 (oben). Modellmessung.



Ausführung		Modell
0,079	EJ I	0,062
1	EJ II	1
0,038	GJ	0,081

Bild 4. Relative Werte der Steifigkeiten

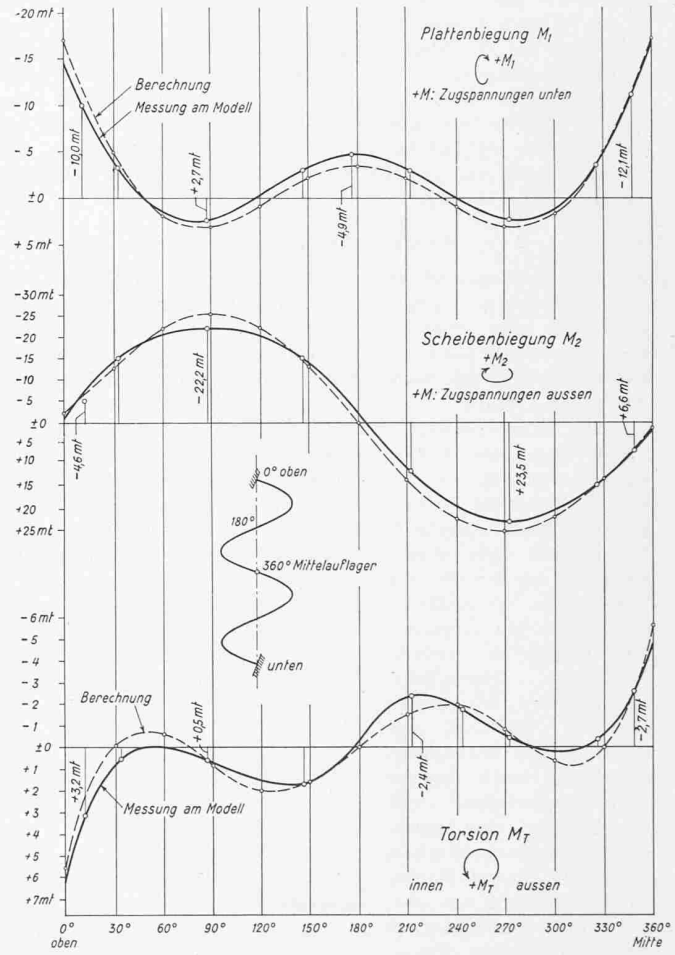


Bild 5 (rechts). Momente längs der Treppenaxe, bei Vollast, Mittelauflager eingespannt.

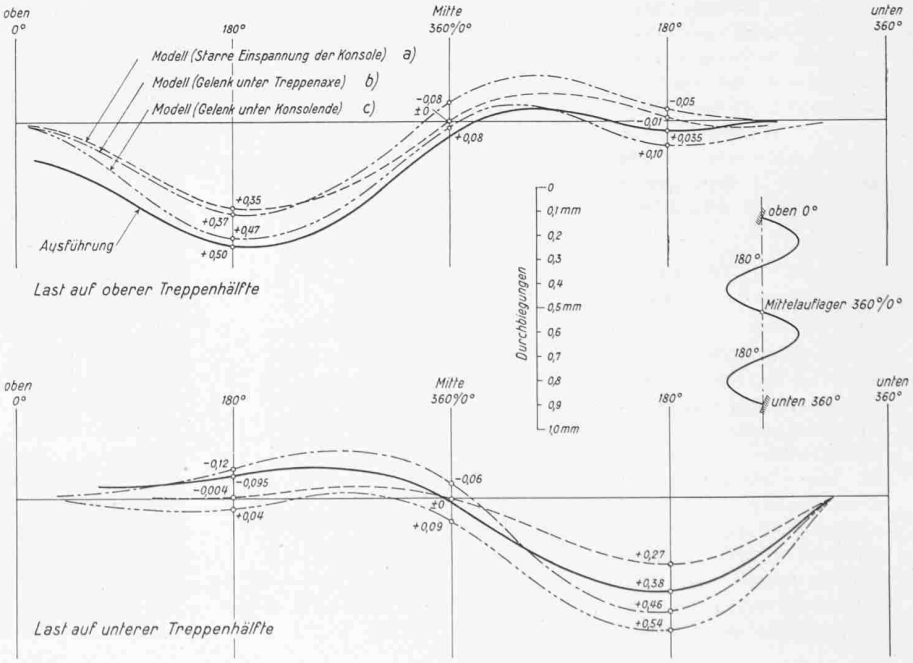


Bild 6 (unten). Gemessene Durchbiegungen am äussern Treppenrand.

lips» von 12 mm Länge ermittelt. Für die Bestimmung der Torsion wurde ein spezielles Messgerät mit einer $^1/_{1000}$-mm-Messuhr verwendet. Um eine unabhängige Kontrolle der Messresultate zu gewinnen und anderseits den möglichen Einfluss des vereinfachten Querschnittes des Modells zu erkennen, hat man die Beanspruchungen der Treppe für den Fall der starren Einspannung beim Zwischenauflager auch rechnerisch ermittelt und hiebei mit den Abmessungen und Belastungen des Modells, aber mit den Steifigkeitswerten der Ausführung gerechnet. Berechnet wurde der obere Teil der Treppe als unten und oben eingespannter gewundener Stab über 360 °. Die Treppe wird auf mittlerer Höhe zerschnitten gedacht. Das Problem ist im allgemeinen sechsfach, für den vorliegenden Fall aus Symmetriegründen 2-fach statisch unbestimmt. Es entstehen als statisches Grundsystem zwei Konsolen. Als statisch unbestimmte Reaktionen der beiden Treppenhälften wurden die horizontale Querkraft und das Platten-Biegemoment eingeführt.

Die Abweichungen der statischen Berechnung von den Ergebnissen des Modellversuches für die selben Auflagerverhältnisse sind gering (siehe Bild 5). Damit ist es auch erwiesen, dass die Ergebnisse des Modellversuches ebenfalls für die beiden anderen Auflagerbedingungen bei der Zwischenstütze Vertrauen verdienen.

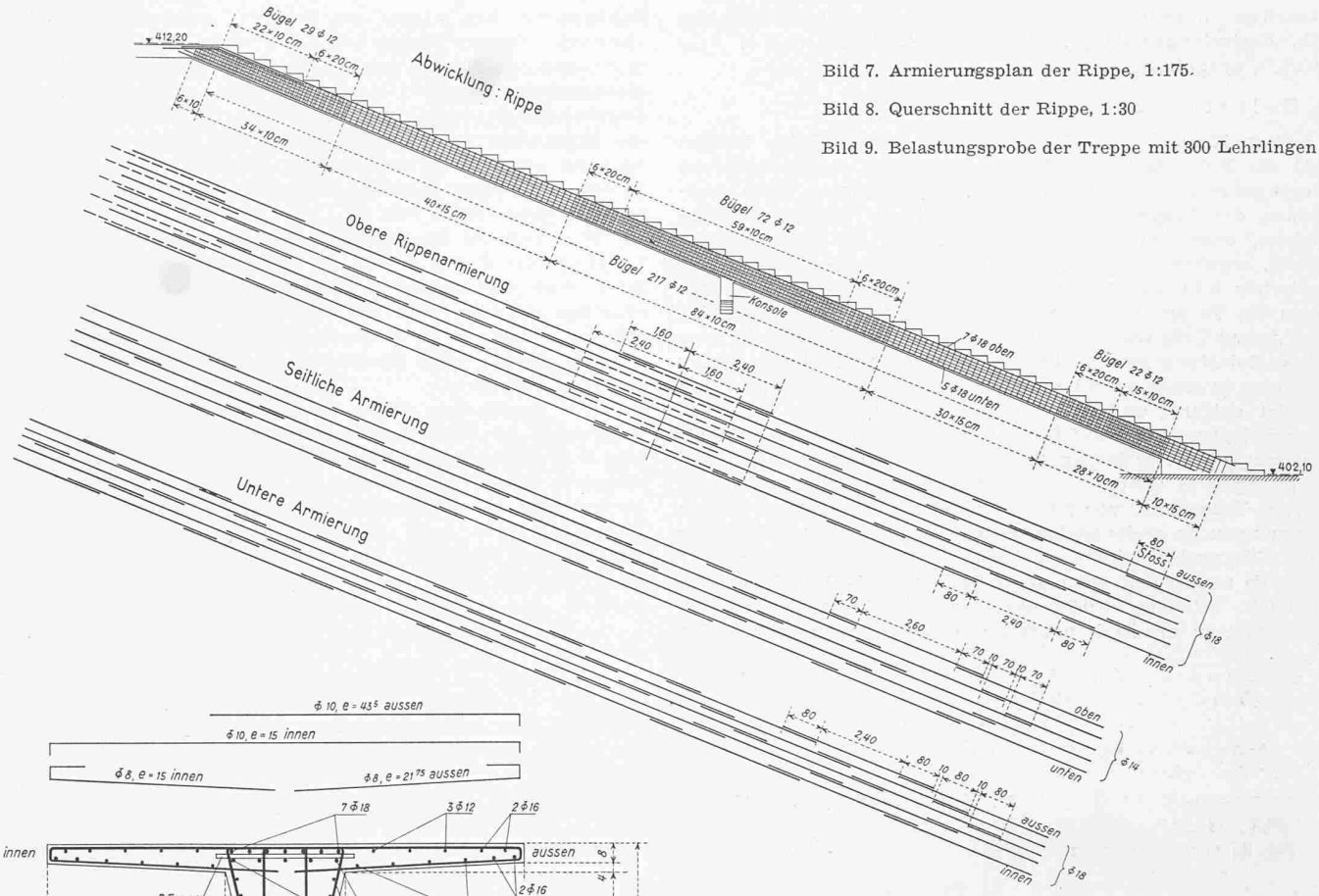
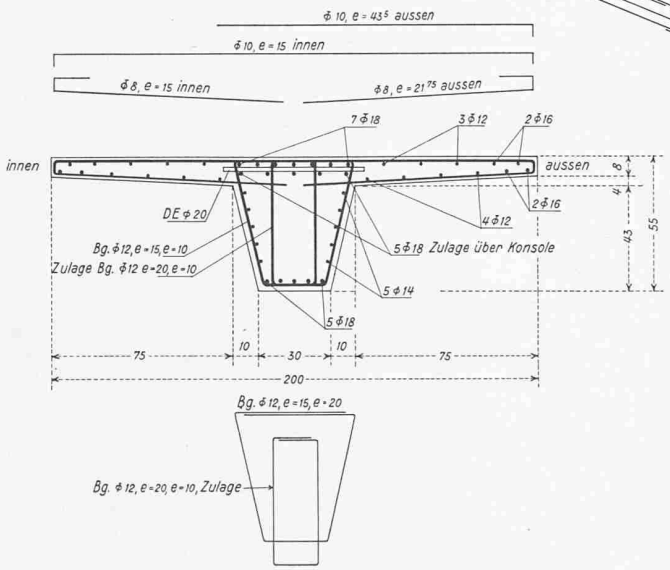
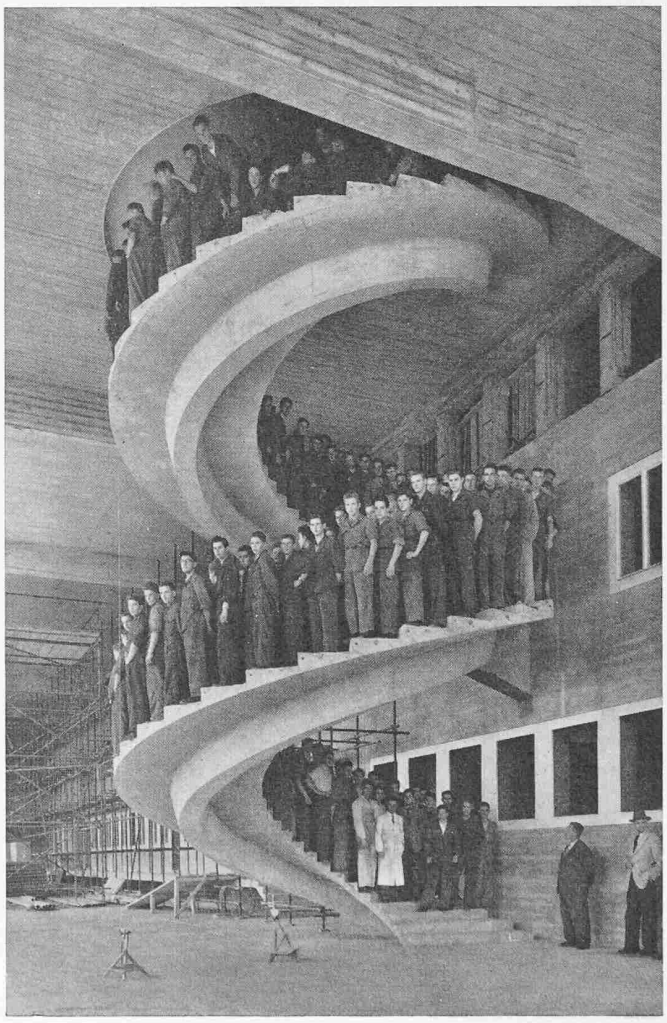


Bild 7. Armierungsplan der Rippe, 1:175.

Bild 8. Querschnitt der Rippe, 1:30

Bild 9. Belastungsprobe der Treppe mit 300 Lehrlingen





Auf Grund dieser Ergebnisse wurde für die Ausführung beschlossen, die Konsole mit Treppe und Wand monolithisch zu verbinden (Fall a). Da die Torsionssteifigkeit der Konsole von 30/110 cm Querschnitt sehr gering ist, werden sich in der Treppe Beanspruchungen einstellen, welche zwischen Fall a (Mittelauflager starr eingespannt) und Fall b (Gelenk unter Treppenaxe) liegen.

4. Dimensionierung und Ausführung

Zur Verwendung gelangte Torstahl mit einer zulässigen Spannung von 2000 kg/cm² sowie hochwertiger Beton mit einer Würfeldruckfestigkeit von im Mittel 432 kg/cm² nach 28 Tagen. Der Kiessand wurde gemischt ab Kieswerk Hardwald bezogen. Die Zementdosierung betrug 350 kg pro m³ fertigen Beton mit Beimischung von 3,5 kg Plastocret. Die Armierung (Bild 7) ist stark aufgelöst und besteht nur aus Längseisen und Bügeln, die Haken sind weggelassen, dafür die Stösse sehr sorgfältig versetzt, so dass im gleichen Querschnitt höchstens ein Stab gestossen ist. Die Längseisen wurden auf der Stahlliste bereits als Spiralen bestellt, da sich der Torstahl nur schlecht nachbiegen lässt. Die Schalung wurde in der Zimmerei in acht gleichen Viertelsektor-Stücken vorbereitet und an Ort und Stelle auf einem Stahlrohrgerüst montiert. Sämtliche Schalflächen sind in Sperrholz ausgeführt worden. Der Arbeitsaufwand für die Schalung betrug 2000 Stunden. Die Treppe wurde in einem Tage betoniert und sorgfältig vibriert. Die

Arbeiten wurden durch die Gemeinschaftsunternehmung Th. Bertschinger AG., Baden und Ed. Züblin & Co. AG., Zürich, ausgeführt.

5. Belastungsprobe

Zur Kontrolle des Verhaltens der ausgeführten Treppe hat die Eidg. Materialprüfungsanstalt eine Belastungsprobe durchgeführt. Vorerst wurden die Einsenkungen beim Ausrüsten der Treppenkonstruktion ermittelt. Unter der Annahme, dass beim Ausrüsten die Platte der Treppe eben bleibt, ergaben sich Senkungen an den Treppenrändern, die zwischen 0,94 und 1,59 mm lagen. Anschliessend belastete man die Treppe mit Eisenmasseln von je 22,5 kg Gewicht. Auf jedem Tritt wurden 14 Masseln gleichmässig verteilt, was einer Belastung von rd. 400 kg/m² entsprach. Die Belastung hat man in sechs anschliessenden Abschnitten angebracht und wieder entfernt und jedesmal wie folgt gemessen: a) Die Durchbiegungen an fünf Stellen (Messuhren), b) Die Winkeldrehungen an vier Stellen (Huggenberger-Klinometer), c) Die Dehnungen in acht Schnitten an je sechs Stellen (Huggenberger-Tensometer von 50 cm und 20 cm Messlänge), d) Die Dehnungen an sechs Stellen an der Wand oberhalb der Konsole (Huggenberger-Tensometer).

Die maximalen gemessenen Hebungen (—) und Senkungen (+) betrugen — 0,14 mm, bzw. + 1,37 mm. Die mit den Tensometern ermittelten Messresultate ergaben sehr kleine Zahlenwerte. Die grösste am Bauwerk gemessene Dehnung (Zug oder Druck) betrug 0,04 ‰ (± 15 kg/cm²). Da die Modellmessungen für die Dimensionierung in Biege- und Torsionsmomentmessungen bestanden, sind nachträglich noch Durchbiegungsmessungen am Modell durchgeführt worden, um die Ergebnisse der Belastungsprobe mit der Modelluntersuchung vergleichen zu können. Der Vergleich hat gute Uebereinstimmung zwischen Wirklichkeit und Modellversuch nachgewiesen (siehe Bild 6).

Nachdem die Eisenmasseln entfernt waren, wurden 300 Lehrlinge der Firma Brown, Boveri aufgeboten, um die Wirkung einer veränderlichen Belastung mit Entlastung zu beobachten (Bild 9). Man hat dabei Durchbiegungen von max. 1,2 mm, durchaus im Rahmen der Modelluntersuchung, gemessen, und die volle Elastizität der Eisenbetonkonstruktion bestätigt gefunden.

Die Ausführung dieser Treppe und die Ergebnisse der Messungen am Modell sowie am ausgeführten Bauwerk zeigen, dass flächenartige Eisenbetonkonstruktionen grosse konstruktive Möglichkeiten bieten, da sich die Konstruktion weitgehend nach den Wünschen des Ingenieurs und des Architekten gestalten lässt. In vielen Fällen wird eine Modelluntersuchung, begleitet von einer statischen Kontrollberechnung, dem Ingenieur wesentlich helfen, die räumlichen Verhältnisse mit genügender Sicherheit zu erfassen.

Adresse des Verfassers: P. Soutter, Mühlebachstrasse 164, Zürich.

«Oerlikon»-Steuerventile Typ ESt 4 und ESt 4/R für Eisenbahnbremsen

DK 625.2 — 592.53

Von **W. Grossmann**, Stellvertreter des Maschineningenieurs der BLS, Bern

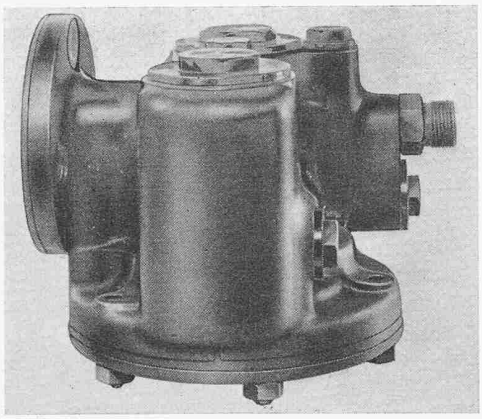


Bild 1. Ventil Typ ESt 4

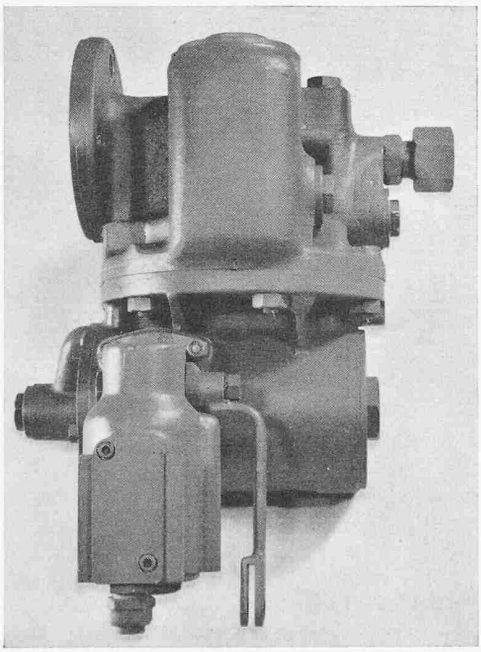


Bild 2. Ventil Typ ESt 4/R

1. Allgemeines

Die Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon entwickelte auf Anregung der BLS während des letzten Weltkrieges eine neuartige Konstruktion eines Bremssteuerventils für Eisenbahnfahrzeuge. Der Konstrukteur machte sich dabei erstmals auch strömungstechnische Erkenntnisse zunutzen. Schieber und Kolben sind durch Steuerungselemente mit ölfesten Gummimembranen ersetzt. Anstelle von Ventilen mit Passitzen traten Ventile mit Hartgummidichtungen. Metallische Dichtungsflächen sind nicht vorhanden. Alle Kolben und Schieber sind nur lose geführt; sie schwimmen und benötigen daher nur geringe Genauigkeit der Abmessungen. Da keine metallischen Reibstellen vorhanden sind, tritt keine Abnützung auf. Der Unterhalt beschränkt sich auf periodische Reinigung und die Auswechslung von Teilen aus Gummi. Kostspielige Präzisionsarbeit entfällt sowohl bei der Herstellung wie beim Unterhalt.

Charakteristisch für diese Bauart ist ferner die Aufteilung der verschiedenen Steuerfunktionen auf je ein besonderes Organ oder Konstruktionselement. Dieses Prinzip ermöglicht es, die gewünschten Charakteristiken im Ablauf der Steuervorgänge einzeln genau und unveränderlich festzulegen. Damit erreichte man, dass das Steuerventil physikalisch den technisch höchstmöglichen Anforderungen entspricht. Ein besonders rasch und kräftig wirkendes Organ zur Beschleunigung der Vorgänge bewirkt, dass der pneumatische Impuls für eine Schnellbremsung sich in der Hauptleitung mit etwa 260 m/s fortpflanzt.

Nachstehend werden zwei Ausführungsformen des Oerlikon-Steuerventils beschrieben, die nach den üblichen Untersuchungen vom Internationalen Eisenbahnverband für die Verwendung an Wagen des europäischen Verkehrs zugelassen worden sind. Es sind die Typen ESt4 für Personenzugbremsen und ESt4/R für Personenzugrapidbremsen. Beide Bauarten sind stufenweise brems- und lösbar. Gehäuse und Innenteile bestehen aus korrosionsbeständigem Leichtmetallguss, die Stahlteile sind rostfrei. Alle Teile sind auswechselbar.

Steuerventile Typ ESt4 (Bild 1) genügen bis zu einer Maximalgeschwindigkeit von etwa 100 km/h. Die theoretische Abbremsung bei Vollbremsung der Wagen beträgt in der Regel rd. 80 % der Tara. Steuerventile Typ ESt4/R sind für Geschwindigkeiten über 100 km/h vorgesehen. Das Steuerventil selbst ist für beide Ausführungen gleich. Statt des untern Abschlussdeckels beim Typ ESt4 trägt das ESt4/R-Steuerventil ein Zusatzgerät für die Schaltung von zwei Bremszylinder-Druckstufen. Die Uebersetzung im Bremsgestänge ist so gewählt, dass bei höherer Geschwindigkeit und bei Vollbremsung, d. h. bei etwa 4 atü Bremszylinderdruck, in der Regel 140 bis 160 % der Tara abgebremst werden. Bei kleineren Geschwindigkeiten wird der maximale Bremszylinderdruck bei Vollbremsung auf etwa 2,2 atü bzw. die Abbremsung auf