Brücke in armiertem Beton über die Glatt in Dübendorf

Autor(en): **Terner / Chopard**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **69/70 (1917)**

Heft 5

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-33828

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

eine ästhetisch bessere Wirkung zu erzielen, sondern weil sie sich allein um die für die damaligen Verhältnisse *wirtschaftlichste* Linienführung kümmerten. Jenes geometrisch Unvollkommene wird nun heute vielfach als Schönheitsideal empfohlen. Eine alte Holzbrücke, an der wir Dutzende von unrationellen Konstruktionsdetails nachweisen können und die nur eine höchst unzulängliche Tragfähigkeit besitzt, ist malerisch, und man schilt als Barbaren Jene, die etwa eine graziöse, feinmaschige Eisenbrücke, eine Drahtseilbrücke oder einen Betonbogen an ihre Stelle setzen wollen.[1]) — Die alte niederländische Windmühle oder ein Wasserrad, bei dem die Hälfte des Aufschlagwassers vorbeischiesst, sind ungemein poetisch. Je weniger Nutzeffekt, desto mehr Poesie. Der moderne Windmotor ist daneben ein Scheusal, und ein wahres Glück ist es, dass die Wasserturbine sich verborgen hält. — So sehen wir überall das technisch Unvollkommene in den Himmel erhoben, die höchsten Errungenschaften der Technik aber als Verschandelungen abgelehnt.

Ist diese Stellungnahme berechtigt? Ist sie nicht die Folge einer einseitigen Bildung, einer vorübergehenden, durch Ruskin in die Mode gekommenen Sentimentalität? Sicher aber ist, dass das naive Schönheitsempfinden der weniger Gebildeten an den technischen Erscheinungen einen reichen ästhetischen Genuss empfindet. Erst mit der höhern Schulbildung gehen den meisten Leuten die Augen darüber auf, dass die exakten, auf rechnerischer Grundlage aufgebauten Formen der Maschinen und Eisenbauten niemals schön sein können, dass die Schönheit mindestens eine Verschleierung des Konstruktiven und des Nützlichkeitsprinzips erfordere.

Was die vorherrschende Anschauungsweise bei den verschiedenen Völkern betrifft, so dürfte die Ablehnung der technischen Gebilde vom ästhetischen Standpunkt aus insbesondere dem deutschen Kulturgebiet angehören, das sie aus England übernommen hat. Dabei wirkte vielleicht auch mit das mangelnde technische Verständnis bei den Dichtern und Denkern, die das Wort führen.

Jedenfalls wäre es aber eine ganz irrige Meinung zu glauben, jene Ablehnung der technischen Schönheit, von der man auch bei uns so viel spricht, sei bei allen Gebildeten verbreitet. Es gibt sogar eine nicht geringe Zahl hervorragender Künstler, die ohne Bedenken Vorwürfe aus dem Reiche der Technik behandeln. Einer der grössten ist darin vorangegangen und hat durch seine kühne Darstellung aus einem rohen Kraftbetriebe bei Vielen eine gewisse Verblüffung und Widerspruch hervorgerufen. Ich meine Adolf Menzel mit seinem aus den 70er Jahren stammenden „Eisen-Walzwerk".

In neuerer Zeit haben namhafte Künstler die Darstellung technischer Werke mit vielem Geschick und Erfolg betrieben. Es sei nur an die Namen Bracht, Baluschek, Brangwyn und Pennell erinnert. Besonders Baluschek, der mit Vorliebe die Eisenbahn malt, behandelt die technischen Einzelheiten mit einer von gründlicher Kenntnis zeugenden Virtuosität.

In den Bildern aus dem Reiche der Technik kommt nun auch die Drahtkultur zu ihrem Recht. Die Telegraphenleitung, die Drahtseile, das Drahtgeflecht spielen in vielen Bildern, namentlich in den Radierungen von Pennel, eine ganz wesentliche Rolle. Und warum sollte das Drahtmotiv nicht schön wirken können? Man mag noch so befangen sein in den Ideen des landläufigen Heimatschutzes, so wird man doch zugeben müssen, dass ein Spinnennetz ein reizvolles künstlerisches Motiv bilden kann. Ebenso galt von jeher das Takelwerk eines Segelschiffs als Kunstmotiv von hohem Werte. Gerade das Spinnennetz ist aber ein reines Drahtgebilde und nach den gleichen statischen Gesetzen wie dieses ist z. B. die Fahrdrahtleitung einer elektrischen Bahn, namentlich in den Kurven, gebaut. Warum sollte dieses Drahtnetz minder poetisch sein, als ein Spinnennetz? (Schluss folgt).

[1]) Vergl. Eglisauer Rheinsteg in Bd. LXVIII, S. 298 (23. Dezember 1916). *Red.*

Brücke in armiertem Beton über die Glatt in Dübendorf.

Von *Terner & Chopard*, Ingenieurbureau, Zürich.

Die im Jahre 1887 erstellte eiserne Brücke über die Glatt beim Bahnhof Dübendorf im Zuge der Staatsstrasse I. Kl. Dübendorf-Wallisellen, als einfache Balkenbrücke konstruiert, genügte in ihren Abmessungen den dortigen Verkehrsverhältnissen schon lange nicht mehr; sie musste einer neuen Brücke weichen, als die Korrektion und Verbreiterung der Stationsstrasse an die Hand genommen wurde. Die alte Brücke war für die Anbringung eines von der Dorfgemeinde verlangten Trottoirs nicht geeignet; überdies genügte die eiserne Tragkonstruktion, obwohl noch gut erhalten, den neuesten Verkehrsvorschriften für Strassen I. Klasse nicht mehr, weshalb man sich entschloss, eine neue massive Brücke in armiertem Beton zu erstellen

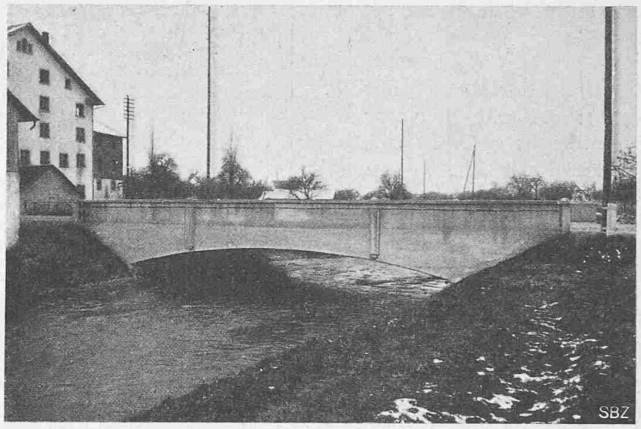

Abb. 4. Ansicht der fertigen Brücke, vom rechten Ufer aus.

und die noch gut brauchbaren Eisenträger der alten Brücke für einen weiter unten gelegenen Flussübergang umzubauen und zu verwenden.

Im Oktober 1915 eröffnete die kantonale Baudirektion unter einigen zürcherischen Ingenieurfirmen einen engeren Wettbewerb zur Erlangung von Projekten und Uebernahmsofferten für diese Brücke in armiertem Beton. Auf Grund dieser Konkurrenz wurde der Firma Terner & Chopard die Ausführung ihres Projektes übertragen. Nach Aufstellung der Detailpläne und statischen Berechnungen und deren Genehmigung durch die kantonale Baudirektion konnte Ende Januar 1916 mit den eigentlichen Bauarbeiten begonnen und diese innert etwa drei Monaten zu Ende geführt werden. Ueber Konstruktion und Bauausführung geben wir im Nachfolgenden die wichtigsten Angaben bekannt.

Die Brücke ist ganz in armiertem Beton erstellt und besteht aus einem eingehängten Mittelteil von 8,00 *m* Spannweite, der beidseitig auf Kragarmen von je 3,21 *m* freier Ausladung aufgelagert ist; diese Kragarme sind in massive Betonwiderlager eingespannt, bezw. verankert (Abbildung 1). Dieses statische System ergab sich folgerichtig aus dem vorliegenden Durchflussprofil und der äusserst knappen Bauhöhe, von der zudem für Aufbetonierung und Chaussierung noch etwa 30 *cm* in Abzug kamen, sodass im Scheitel nur noch 60 *cm* eigentliche Bauhöhe zur Verfügung standen. Durch die vorgeschlagene statisch bestimmte Gliederung wird ferner nach Möglichkeit der Programmbestimmung nachgelebt, nach der infolge der unsicheren Bodenverhältnisse Konstruktionen mit möglichst senkrechten Auflagerreaktionen zu wählen waren. Die Einhaltung des minimalen Durchflussprofils wird dadurch am einfachsten ermöglicht; ferner sind die Beanspruchungen durch Temperatur- und Schwind-Erscheinungen so gut wie ausgeschaltet und, was im vorliegenden Falle die Hauptsache war, die Konstruktion ist in der vorgeschlagenen Form am unempfind-

lichsten gegen allfällige Widerlagersenkungen; sie gibt auf den Baugrund annähernd vertikal wirkende Kräfte ab. Die 10 *m* breiten Betonwiderlager mit etwa 1,60 *m* Kronenstärke sind sehr mässig beansprucht, sodass für den oberen Teil 200 *kg* und für den unteren Keil 180 *kg* Portlandzement auf 1200 *l* Kies und Sand reichlich genügten. Trotzdem wurden die Widerlager durch kräftige Verankerungseisen armiert, die längs des Widerlagerrückens bis auf die Fundamentsohle hinabreichen (Abb. 2, Seite 52).

Die Rohr- und Kabelleitungen sind zwischen zwei Längsträgern in einem allseitig geschlossenen Kanal unter dem Trottoir angebracht; dieser Kanal ist leicht zugänglich gemacht durch abhebbare Platten in armiertem Beton (Abbildungen 1 u. 3). Die Aussenflächen sind äusserst einfach in gestocktem Vorsatzbeton behandelt und die Trennungsfugen mittels vorbetonierter Pilaster verdeckt (Abb. 4). Alle wünschbaren Aufschlüsse über die Einzelheiten ergeben sich im übrigen aus den Zeichnungen.

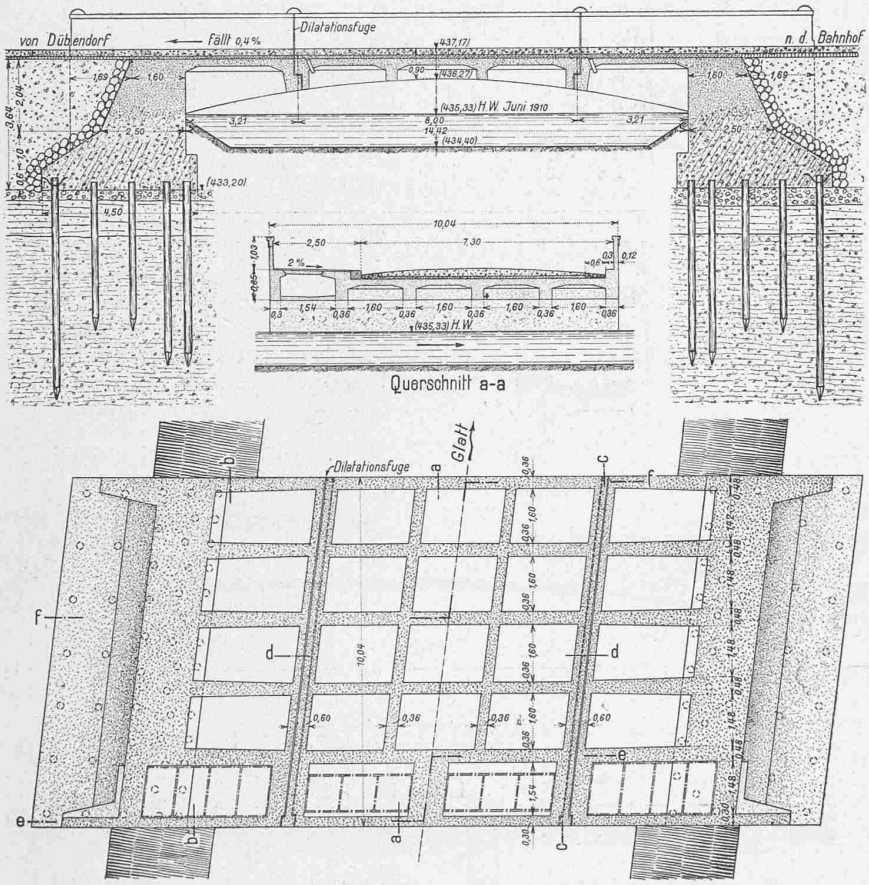

Abb. 1. Glattbrücke bei Dübendorf. Längsschnitt und Querschnitt a-a. Horizontalschnitt unter der Fahrbahnplatte mit Grundriss. — Masstab 1 : 200.

Der statischen Untersuchung wurden als Nutzlasten die Verkehrslasten für Hauptstrassen gemäss Art. 7 der schweiz. Brückenverordnung vom Juni 1913 zu Grunde gelegt; für die Berechnung der Eisenbetonkonstruktionen waren die schweizer. Kommissionsvorschriften vom Juni 1909 massgebend, insbesondere waren die Stosszuschläge zu berücksichtigen, sodass das Lastwagengewicht von 22 auf 33 *t* und das Gewicht der Dampfwalze von 18 auf 27 *t* erhöht wurde. Ferner war die Möglichkeit einer späteren Trambahnanlage zu berücksichtigen.

Die Bauausführung ging bis auf einige unvorhergesehene Erschwerungen in den Fundationsverhältnissen glatt von statten. Nach Abteufung der rechtsseitigen Baugrube auf Tiefe der Projektsohle zeigte es sich, dass die sehr festgelagerte Kiesschicht, auf welche die alten Brückenwiderlager abgesetzt waren, und die man bei der Projektierung auf Grund von Sondierungen als genügend tragfähig vorausgesetzt hatte, nur 25 bis 30 *cm* mächtig war, und dass darunter eine wasserführende, leicht zerquetschbare Schwemmsandschicht sich befand, die ihrerseits auf einer wenig tragfähigen, nassen Lehmschicht lagerte (vergl. Abbildung 1).

Unter solch ungünstigen Bodenverhältnissen konnte mit einer tiefern Lage der Fundamentsohle wenig erreicht werden, um so mehr, als der Wasserandrang mit der Tiefe stark zunahm und sich die Kosten für dessen Bewältigung in grösserer Tiefe unverhältnismässig hoch gestellt hätten. All dies drängte unzweideutig auf eine Pfahlfundierung hin, womit zugleich der Vorteil verbunden war, dass das Projekt in seiner vorliegenden Form ohne jegliche Aenderung beibehalten werden konnte. Eine unverzüglich vorgenommene Probepfählung lieferte die für die richtige Projektierung der Pfahlfundation erforderlichen Anhaltspunkte. Es stellte sich dabei heraus, dass es ratsam sei, den Boden höchstens mit 1 *kg/cm²* zu belasten und die ganze übrige Last auf die Pfähle zu verteilen. Die maximale Pressung der 20 *cm* starken Holzpfähle beträgt in der vordersten Reihe flusswärts im Mittel 11 *t*, in der zweiten und dritten Reihe 9,5 bezw. 8,5 *t*. Die vierte Reihe ist sozusagen unbelastet und dient vorzugsweise zur Verdichtung des Bodens, die letzte ist auf Zug beansprucht mit im Maximum 6 *t* pro Pfahl; diese Pfähle wurden zur Erhöhung des Reibungswiderstandes entsprechend am längsten vorgesehen und mittels eisernen Schlaudern im Beton noch besonders verankert (Abbildung 1). Es ist noch zu sagen, dass die alten Widerlagerfundamente, die man ursprünglich beibehalten wollte, ebenfalls weichen mussten, da nur dadurch eine über die ganze Fundamentsohle möglichst gleichmässige Bodenbeanspruchung zu erzielen war. Beim linken Widerlager waren die Verhältnisse ähnlich, jedoch infolge grösseren Wasserandranges und misslicherer Bodengestaltung noch ungünstiger, weshalb entsprechend mehr Pfähle eingerammt werden mussten. Denn es war vor allem notwendig, beide Fundamentsohlen nach Möglichkeit gleich widerstandsfähig zu machen, um ungleichmässige Setzungen zu vermeiden.

Nach Ueberwindung dieser Schwierigkeiten war die Fertigstellung der Baute nur noch eine Frage von wenigen Wochen. Die Betonierung der Tragkonstruktion war am 1. April vollendet und am 10. Mai konnte die Absenkung des Lehrgerüstes stattfinden. In der Zwischenzeit konnte die Chaussierung fertig erstellt werden.

Die offizielle Probebelastung fand am 18. Juli statt. Als Last diente eine Dampfwalze des Kantons Zürich mit einem Vorderachsgewicht von 4875 *kg*, einem Hinterachsgewicht von 7850 *kg* und 2,90 *m* Radstand. Für Kragarme und Mittelstück wurde die ungünstigste Laststellung festgestellt und die massgebenden Einsenkungen vermittels Griotscher Biegungsmesser ermittelt. Für die ungünstigste Laststellung des Kragarmes (Hinterachse über der Gelenkfuge, Vorderachse gegen Brückenmitte auf dem eingehängten Teil stehend) ergaben sich an der Gelenkfuge folgende maximale Einsenkungen:

a) Walze hart an der Strassenschale flussabwärts: Einsenkung des Randträgers flussabwärts: 0,2 *mm*.

b) Walze hart am Trottoir: Einsenkung des Trägers unter dem Randstein: 0,2 *mm*.

Für die ungünstigste Laststellung der eingehängten Träger (Hinterachse 0,56 *m* rechts bezw. links und Vorderachse 2,34 *m* links bezw. rechts von der Trägermitte abstehend)

ergab sich beim Randträger flussabwärts eine maximale Einsenkung von 0,21 *mm*, wobei die Walze hart an der Strassenschale flussabwärts aufgestellt war. In allen Fällen gingen nach Entlastung die Biegungsmesser wieder auf Null zurück. Es wurden noch Versuche angestellt für länger andauernde Belastung, sowie bei rascher Fahrt hin und zurück. Die Einsenkungen stiegen infolge der dynamischen Erschütterungen auf maximal 0,3 *mm*; auch hier war nach Entlastung eine bleibende Einsenkung so gut wie nicht mehr wahrnehmbar.

Die aus der Probebelastung gewonnenen Resultate, auf deren ausführliche Wiedergabe hier nicht eingetreten zu werden braucht, geben ein vorzügliches Beweismittel ab für die Starrheit der Konstruktion und deren weitgehendes Lastverteilungsvermögen im Quersinn der Brücke. Damit ist auch die Richtigkeit der bei der Ausarbeitung der statischen Berechnung zu Grunde gelegten Annahme starrer, unnachgiebiger Querträger für die Feststellung der Lastverteilung auf die Hauptträger praktisch genügend erwiesen. Diese befriedigenden Resultate waren zugleich eine teilweise Bestätigung für die Güte der verwendeten Materialien; die entnommenen Betonproben für die vorkommenden Betonmischungen von 180, 200 und 300 *kg* Portlandzement auf 1200 *l* Kies und Sand ergaben nach 28 Tagen Probenlagerung der Reihe nach Bruchfestigkeiten von 242, 306 und 359 *kg/cm²*.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass die Ober-Bauaufsicht durch den Kantonsingenieur und dessen Kreisingenieur in Wetzikon ausgeübt wurde. Die eigentlichen Bauarbeiten waren von Terner & Chopard der Firma Fietz & Leuthold in Zürich übertragen worden. Die Baukosten ohne Chaussierung der Fahrbahn belaufen sich auf rund 25 000 Fr.

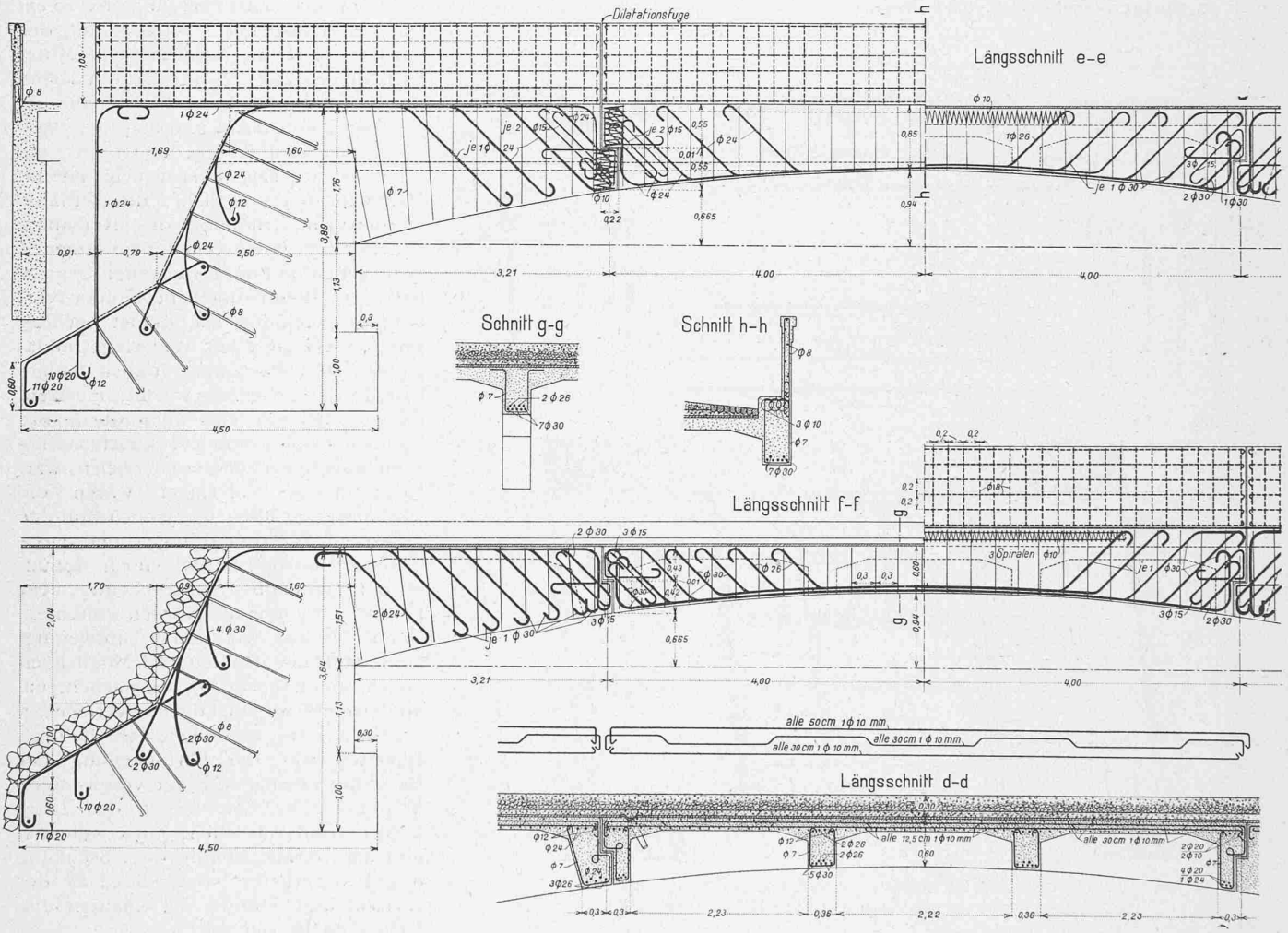

Abb. 2. Längs- und Querschnitte mit Angabe der Armierungen. — Masstab 1 : 80.

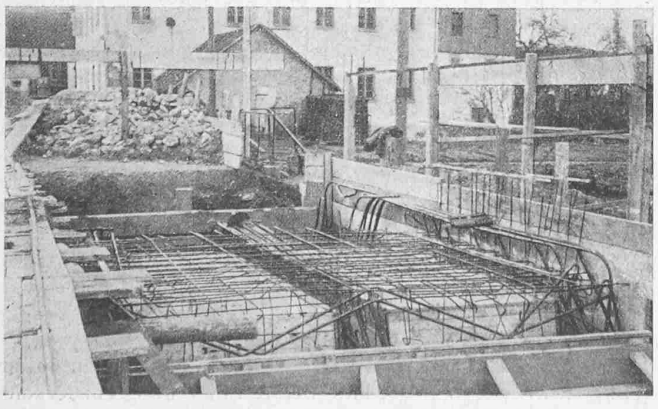

Abb. 5. Armierung der linksufrigen Kragträger.

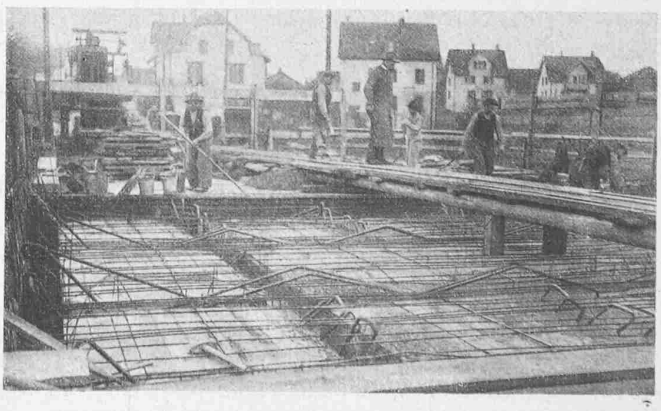

Abb. 6. Betonierung der eingehängten Träger.

Die gegenwärtigen Systemverhältnisse der schweizerischen elektrischen Bahnen.

Auf Ende des Jahres 1916, das der Entwicklung der elektrischen Traktion in der Schweiz den bedeutungsvollen Systementscheid der Schweizerischen Bundesbahnen gebracht hat, weist die Ausdehnung und Verteilung der drei Stromarten der im Betriebe befindlichen Schweizer. elektrischen Bahnen, geordnet nach den einzelnen Bahngattungen, die in den nachfolgenden drei Tafeln veranschaulichten Verhältnisse auf. Unter den „Zahnradbahnen", die wir mit den „Schmalspurbahnen" zusammengenommen haben, befindet sich eine einzige nicht-schmalspurige, sondern normalspurige Bahn von 8,6 *km* Betriebslänge.

Brücke in Eisenbeton über die Glatt in Dübendorf.

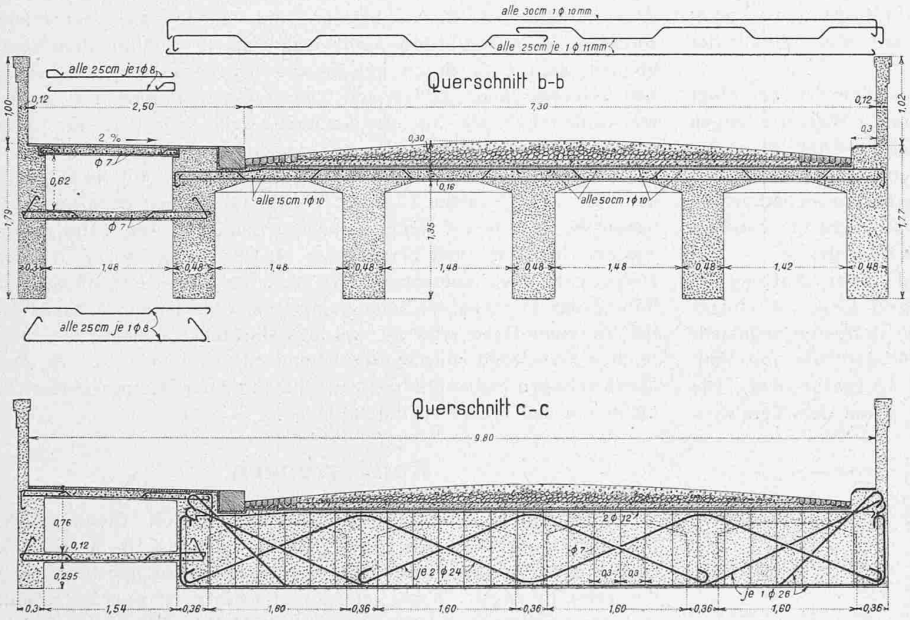

Abb. 3. Querschnitte und Armierung eines Auflager-Querträgers. — Masstab 1 : 80.

1. Normalbahnen.

Stromart	Zahl der Bahnen	Betriebslänge Pro Stromart	Pro Stromart und Bahn	In % der Totallänge
		km	*km*	%
Gleichstrom	5	54,0	10,8	20
Drehstrom	2	60,0	30,0	22
Einphasenstrom	3	157,5	52,5	58
Total	10	171,5	17,15	100

2. Schmalspur- und Zahnradbahnen.

Gleichstrom	57	887,3	15,5	87
Drehstrom	4	43,1	10,8	4
Einphasenstrom	2	89,2	44,6	9
Total	63	1019,6	16,2	100

3. Tramways.

Gleichstrom	28	480,1	17,2	99
Drehstrom	2	1,2	0,6	0
Einphasenstrom	1	4,6	4,6	1
Total	31	485,9	15,7	100

Bemerkenswert ist nun, dass die durchschnittliche Betriebslänge der drei Gattungen von elektrischen Bahnen von Gattung zu Gattung so wenig variiert, indem sie 17,15, bezw. 16,2, bezw. 15,7 *km* beträgt. Dadurch kommt zum Ausdruck, dass bisher in der Hauptsache eben doch nur kürzere Bahnen bezw. Bahnstrecken den elektrischen Betrieb eingeführt haben. Hinsichtlich der Anwendung der Stromarten auf den einzelnen Bahnen kommt für die zwei ersten Gattungen die besondere Eignung des Einphasenstromes für Bahnen grösserer Länge gut zum Ausdruck; bei den Tramways scheint diesbezüglich eine Ausnahme zu bestehen, die sich aber dadurch erklärt, dass für diese Bahngattung überhaupt nur die Stromart des Gleichstroms (mit 99% der totalen Betriebslänge aller Tramways zusammen) von Bedeutung ist. Bei den Normalbahnen ist das Anwachsen der durchschnittlichen Betriebslänge pro Stromart und Bahn mit 10,8, bezw. 30,0, bezw. 52,5 *km* tatsächlich ein solches, dass es die Stromarten Gleichstrom, Drehstrom und Einphasenstrom in der ihrer vorteilhaftesten Anwendung entsprechenden Reihenfolge zeigt. Besonders kennzeichnend sind endlich die Zahlen hinsichtlich der prozentualen Längenverteilung auf die Stromarten und Bahngattungen. Aus diesen Zahlen geht nämlich ganz allgemein hervor, dass einerseits die besondere Eignung des Gleichstromsystems für die zweite und dritte Gattung, anderseits die besondere Eignung des Einphasensystems für die erste Bahngattung für die schweizerischen elektrischen Bahnen tatsächlich schon durch die bisherige Entwicklung festgelegt ist. *W. Kummer.*

Miscellanea.

Der Heylandsche Dreiphasen-Repulsionsmotor. Die Suche nach einem inbezug auf Einfachheit der Konstruktion und der Regelung dem Einphasen-Repulsionsmotor gleichwertigen Drehstrommotor führte seinerzeit *A. Heyland* zum Bau eines neuen Drehstrom-Kommutatormotors, den er mit Rücksicht auf den wie bei erstem vom Netz unabhängigen, über Bürsten geschlossenen Ankerstromkreis als Drehstrom-Repulsionsmotor bezeichnete. Die gestellte Aufgabe ist dadurch gelöst, dass der Motor nicht als reiner Drehfeldmotor, sondern nach Art der sogen. Scherbius-Motoren mit Sehnenschritt gewickelt ist und der Phasenzahl entsprechend paarweise kurzgeschlossene Bürsten besitzt, deren Abstand nach seinen Angaben vom Winkel zwischen den benachbarten Phasen der Statorwicklung verschieden sein muss. Anlässlich von Versuchen mit dem ersten Motor dieser Art hat dann *J. Rezelman* in Charleroi gefunden, dass der Heylandsche Drehstrom-Repulsionsmotor eine bei allen bisher gebrauchten Kollektor-Induktionsmotoren unbekannte Eigenschaft aufweist, indem sich bei Vergrösserung des Abstands der Kurzschlussbürsten über den Winkel der Statorphasen hinaus eine Kompensierung der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung einstellt. Bei einem gewissen Abstand der Bürsten ist es infolgedessen möglich, den Motor mit einem Leistungsfaktor $\cos \varphi = 1$, und zwar von etwa Halblast aus arbeiten zu lassen.

Während sich Heyland auf einige kurze Mitteilungen über die Eigenschaften des neuen Motors beschränkte (vergl. E. T. Z. vom 22. Januar und 25. Juni 1914), hat es Ingenieur Dr. *O. Bloch* in Bern unternommen, eine theoretische Erklärung dafür zu suchen. Im „Archiv für Elektrotechnik" (Band IV, 1916, 12. Heft) entwickelt der auch den Lesern unserer Zeitschrift durch seine jüngsten Veröffentlichungen aus dem Gebiete der theoretischen Elektrotechnik bekannte Verfasser zunächst die Umrisse einer Theorie des Heylandschen Motors, um dann in einem zweiten Aufsatz (Band V, 1916, 5. Heft) die Eigenschaften des betreffenden Motors eingehender und im Zusammenhang miteinander darzustellen. Die Ausführungen bringen eine einwandfreie Erklärung für die beobachteten wertvollen Eigenschaften des Motors und stimmen mit den Versuchsergebnissen von Heyland überein, wenn sie auch nicht in allen Punkten eine Bestätigung der theoretischen Auffassungen des Erfinders bringen.

Muffendichtung aus Papier für Rohrleitungen. Da nach Kriegsausbruch die zur Dichtung von gusseisernen und stählernen Rohrleitungen verwendeten Materialien, Bast und Blei, schwer erhältlich und im Preise auf das Dreifache gestiegen waren, kam Ingenieur *R. Moor* in Zürich auf den Gedanken, die Bastdichtung