

Die Schleusen des Panama-Kanals

Autor(en): **G.Z.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **67/68 (1916)**

Heft 11

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-32979>

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.

Die Schleusen des Panama-Kanals.

(Schluss von Seite 122).

Als *Schleusentore* waren ursprünglich Schiebetore in Aussicht genommen. Der hohen Kosten wegen, die bei der grossen Anzahl der Tore — es sind an Haupt-, Reserve-, Zwischen- und Gegentoren insgesamt 46 Tore mit zusammen 92 Flügeln vorhanden — nicht ausser Acht gelassen

mit Rücksicht auf die freistehende Mittelmauer erwünscht war. Der untere Teil der Torflügel ist durch zwei senkrechte Querwände in drei wasserdichte Abteilungen geteilt, die als Luftkammern dienen und einen dem Gesamtgewicht des Tors nahezu entsprechenden Auftrieb erzeugen, wodurch der Druck auf die Lager auf ein Mindestmass verringert ist; von einer Unterstützung der Tore durch Rollen konnte daher Umgang genommen werden. Die Führung er-

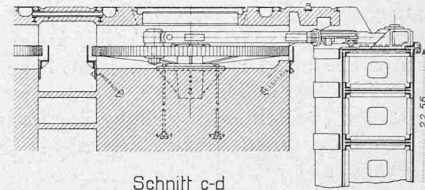
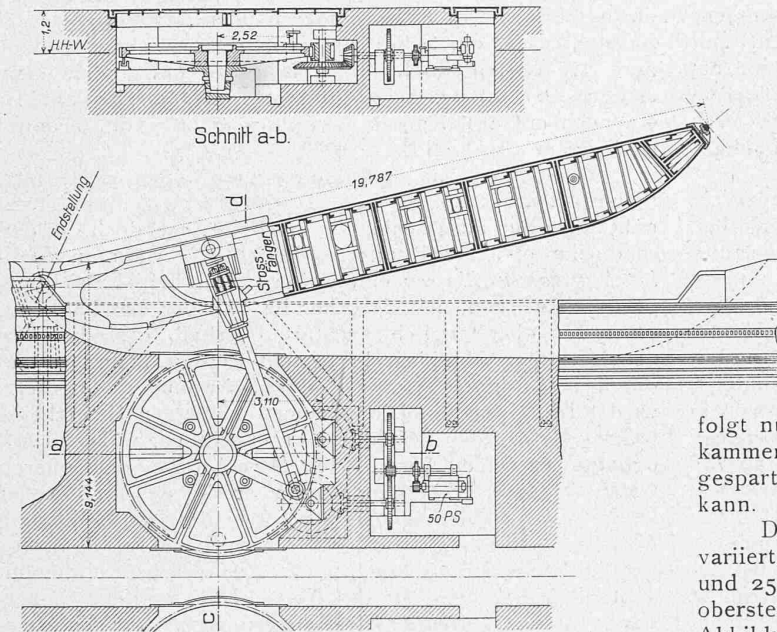


Abbildung 9.

Ein Schleusentor samt Bewegungs-Mechanismus.

Draufsicht, Horizontal- und Querschnitte.

Masstab 1 : 200.

werden konnten, wurde jedoch in der Folge von Schiebetoren abgesehen, und es kamen die üblichen Stemm- oder Stemmtore zur Ausführung. Ihre Konstruktion ist aus den Abbildungen 7 bis 9 ersichtlich. Die Torflügel sind als Hohlkörper aus genietetem Stahl kastenförmig ausgeführt, und zwar mit parallelen Aussenflächen, die an der Wendesäule und der Schlagsäule durch Wölbung der der Oberwasserseite zugekehrten Aussenfläche zusammengezogen sind. Dabei sind die Stemm- oder Stemm-lager derart angeordnet, dass der Angriffspunkt der Stemm- oder Stemm-kraft an beiden Säulen im Schwerpunkt der Innengurte liegt, sodass das durch die Stemm- oder Stemm-kraft hervorgerufene Biegemoment den bei geraden Torflächen möglichen Höchstwert erreicht. Infolge der Ausführung der Tore als Riegelbau sind im übrigen die Stemm- oder Stemm-drücke auf die Wendesäulen möglichst gleichmässig verteilt und durch die Wahl einer Drempelneigung von 1 : 2 statt der üblichen von 1 : 3 auch möglichst verringert worden, was

folgt nur durch Spurzapfen und Halsjoch. Ueber den Luftkammern sind in der Aussenwand der Tore Oeffnungen ausgespart, durch die das Wasser zwischen die Wände treten kann.

Die Breite der Tore beträgt 19,79 m. Ihre Höhe variiert, je nach dem Ort der Aufstellung, zwischen 14,4 und 25 m. Das in Abbildung 7 im Vordergrund sichtbare oberste Tor der Pedro Miguel-Schleuse hat 16,5 m, das in Abbildung 8 dargestellte der Miraflores-Schleusen 23,4 m Höhe. Die grösste Höhe von 25 m besitzt nur das unterste Torpaar der Miraflores-Schleusen. Die Stärke beträgt bei allen Toren in der Mitte ohne Bleche 2,13 m, an den Enden, an der Befestigungsstelle der Anschlagleisten, 0,61 m. Das Gewicht eines einzelnen Torflügels erreicht, je nach seiner Höhe, 386 bis 735 t. Als interessante Zahl mag hinzugefügt werden, dass die 92 Torflügel, ohne die Verankerungen, insgesamt 54000 t wiegen, und dass deren Lieferung an eine einzige Firma für rund 28 Mill. Fr., einschliesslich der Aufstellung, vergeben war.

Es würde uns zu weit führen, hier auf weitere Konstruktionseinzelheiten dieser durch ihre ungewöhnlichen Abmessungen bemerkenswerten Tore einzutreten. Wir verweisen hierfür auf die bereits angeführten ausführlichen Veröffentlichungen in andern Fachzeitschriften.¹⁾ Hingegen lohnt es sich, den für die Bewegung der Tore vorgesehenen, neuartigen Mechanismus, der als eine besonders glückliche Lösung des bei Toren dieser Grösse und dieses Gewichts schwierigen Problems bezeichnet werden darf, einer nähern Betrachtung zu unterziehen.

Dieser *Mechanismus für die Torbewegung* ist aus den Abbildungen 9 und 10 ersichtlich. Die Tore sind mittels einer Kurbelstange mit einem horizontal liegenden Rad verbunden, dessen Durchmesser derart gewählt ist, dass die Kurbelstange bei ganz geschlossenem und ganz geöffnetem Tor gerade in der Richtung des Kurbelradius liegt. Die Torbewegung zwischen den beiden Endstellungen entspricht somit etwas mehr als einer halben Umdrehung des Rades. Bei einer Bewegung des Rades mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ist somit die Geschwindigkeit, mit der das Tor bewegt wird, am grössten in der Mittelstellung, d. h. wenn die Bewegungswiderstände am geringsten sind, dagegen wird sie in der Nähe der beiden Endstellungen, wo diese Widerstände am grössten sind, fast gleich null. Andererseits erreicht bei konstantem Drehmoment, infolge des wechsell-

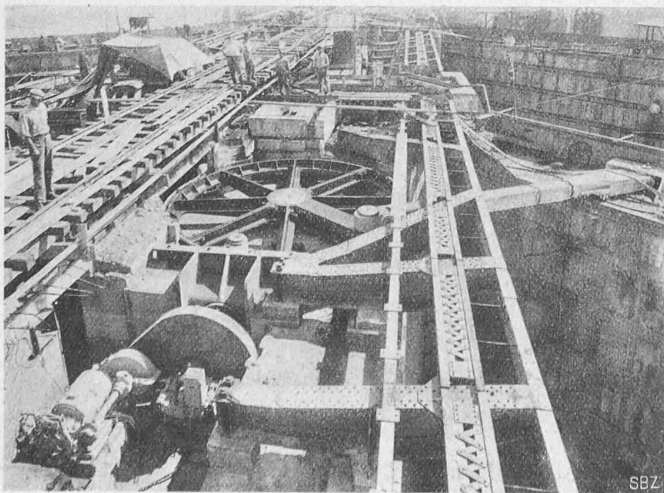


Abb. 10. Draufsicht auf den Torbewegungs-Mechanismus.

¹⁾ Siehe darüber „Engineering“ vom 6. Juni 1913, woselbst auch nähere Einzelheiten über den Bauvorgang zu finden sind. Die nachstehenden Angaben über den Mechanismus für die Torbewegung sind hingegen der „Z. d. V. D. I.“ vom 5. Juni 1915 entnommen, nach der auch Abb. 9 gezeichnet ist.

den Hebelarms, die durch die Kurbelstange auf das Tor ausgeübte Kraft in der Nähe der Endstellungen ihren Höchstwert, während sie in der Mittelstellung am geringsten ist. Da die Kraft infolgedessen nahezu proportional den Bewegungswiderständen, die Geschwindigkeit nahezu umgekehrt proportional denselben ist, kann das Tor in der verhältnismässig kurzen Zeit von zwei Minuten geschlossen oder geöffnet werden. Bei etwaigem Weiterdrehen des Rades in den Endstellungen wird die Torbewegung rückläufig; eine Beschädigung der Tore z. B. infolge zu starken Anpressens beim Schliessen ist daher vollständig ausgeschlossen. Zur schnellen Dichtung der geschlossenen Tore dient eine auf dem einen Torflügel befindliche, aus zwei zusammenklappbaren Backen bestehende Schliessvorrichtung, die nach Schluss der Tore einen starken Zapfen am Ende des andern Flügels ergreift.

Das an seinem äussern Umfang, soweit erforderlich, mit einem Zahnkranz versehene Kurbelrad hat einen Kurbelradius von 2,5 m und einen Teilkreisdurchmesser von rund 5,9 m. Die Kurbelstange hat 103 cm² Querschnitt und ist am Tor unter Zwischenschaltung von Pufferfedern befestigt. Der Kurbelgriff am Tor liegt ungefähr um ein Viertel der Torlänge von der Wendesäule entfernt und 15 cm über dem höchsten vorkommenden Wasserspiegel. In Abbildung 9 ist für den Vorwärts- und Rückwärtsgang, gemäss dem ursprünglichen Projekt, je ein besonderes Rädervorgelege eingezeichnet, das durch den gleichen Motor (von 50 PS Leistung) angetrieben wird. In der Folge ist jedoch, wie aus Abbildung 10 ersichtlich, die Einrichtung durch Einbau eines für beide Drehrichtungen gemeinsamen Vorgeleges vereinfacht worden. Das Uebersetzungsverhältnis beträgt 1:1800. Zum Schutz gegen allfällige Ueberströmungen ist der Motor in einem wasserdicht abgeschotteten Raum untergebracht. Rechts in Abbildung 10 ist noch die über die Tornische ausragende Tragkonstruktion für das Geleise und die Zahnstange der Schlepplokomotiven ersichtlich.

Die Torflügel wurden in aufrechter Stellung zwischen fest mit ihnen verbundenen eisernen Baugerüsten zusammengebaut, und zwar in einer solchen Stellung, dass die Wendesäule etwa 1,2 m von der Tornische entfernt war. (Abb. 7). Nach seiner Fertigstellung musste somit der Torflügel mit dem Gerüst zurückgerollt und auf den Spurzapfen hinabgesenkt werden. Die vorher zusammengebauten Riegel wurden durch Krane eingesetzt, die auf quer durch die Schleusen gelegten Montagebrücken liefen.

Es ist bereits angedeutet worden, dass zum Schutz der Tore gegen allfälliges Anrennen durch Schiffe Schutz- oder Sperrketten vorgesehen worden sind. Diese sind in ihren beiden Enden an hydraulischen Flaschenzügen befestigt, die in den Kammerwänden eingebaut sind. Für das Durchfahren der Schiffe werden diese Ketten in Schlitze hinuntergelassen, die in der Sohle ausgespart wurden. Da die Wände bis 24,7 m hoch sind,

müssen die Ketten beiderseits um etwa 26 m angezogen werden, bis sie straff gespannt sind. Die Uebersetzung des Flaschenzuges ist 1:4, dessen Hub somit rund 6,5 m; der Betriebsdruck ist normal 4,5 at¹⁾. Fährt ein Schiff gegen die straffgespannte Kette, so wächst der Druck im Zylinder rasch bis zu etwa 53 at, auf welche Höhe er dann mittels eines Belastungsventils konstant gehalten wird. Das Schiff wird dadurch allmählich zum stehen gebracht, und zwar, je nach der lebendigen Kraft, die es besitzt, auf einer kürzeren oder längeren Strecke. So steht z. B. ein Schiff von 30000 t Gewicht, wenn es noch 3,0 Knoten Geschwindigkeit besitzt, nach 30 m, wenn es noch 2,0 Knoten Geschwindigkeit besitzt, nach 14 m Fahrt, ein noch mit 2,1 Knoten fahrendes Schiff von 60000 t nach 30 m Fahrt still.

Obwohl mit Rücksicht auf die getroffenen vielseitigen Sicherheitsmassnahmen jede Beschädigung eines Tores nahezu völlig ausgeschlossen erscheint, ist doch in den schon im ersten Teil unseres Berichtes erwähnten Drehbrücken-Notverschlüssen eine weitere Sicherheits-Einrichtung getroffen worden, mittels derer im Fall der Beschädigung eines der obersten Schleusentore oberhalb desselben ein provisorischer Abschluss hergestellt werden kann, worauf dann, bei ruhigem Wasser, das Schwimmtor eingesetzt wird. Die Gesamtanordnung eines derartigen Sicherheitswehres ist aus der Abbildung 11 ersichtlich, während Abbildung 12 eine Ansicht der Drehbrücke der oberen Gatun-Schleuse, Abbildung 13 eine solche des Wehres der Pedro Miguel-Schleuse bei einer versuchsweisen Betätigung derselben, und zwar bei noch leerer Schleuse, d. h. vor Eröffnung des Kanals, wiedergibt. Aus diesen Abbildungen geht die Wirkungsweise des Notverschlusses deutlich hervor. An den Untergurt des längern Armes der eine Gesamtlänge von 50,06 + 29,87 = 79,93 m aufweisenden Drehbrücke sind, auf einer der Breite der Schleusenammer entsprechenden Länge regelmässig verteilt, sechs in Ge-

¹⁾ Näheres über die Konstruktion dieser Flaschenzüge siehe „Engineering“ vom 31. Juli 1914.

Die Schleusen des Panama-Kanals.

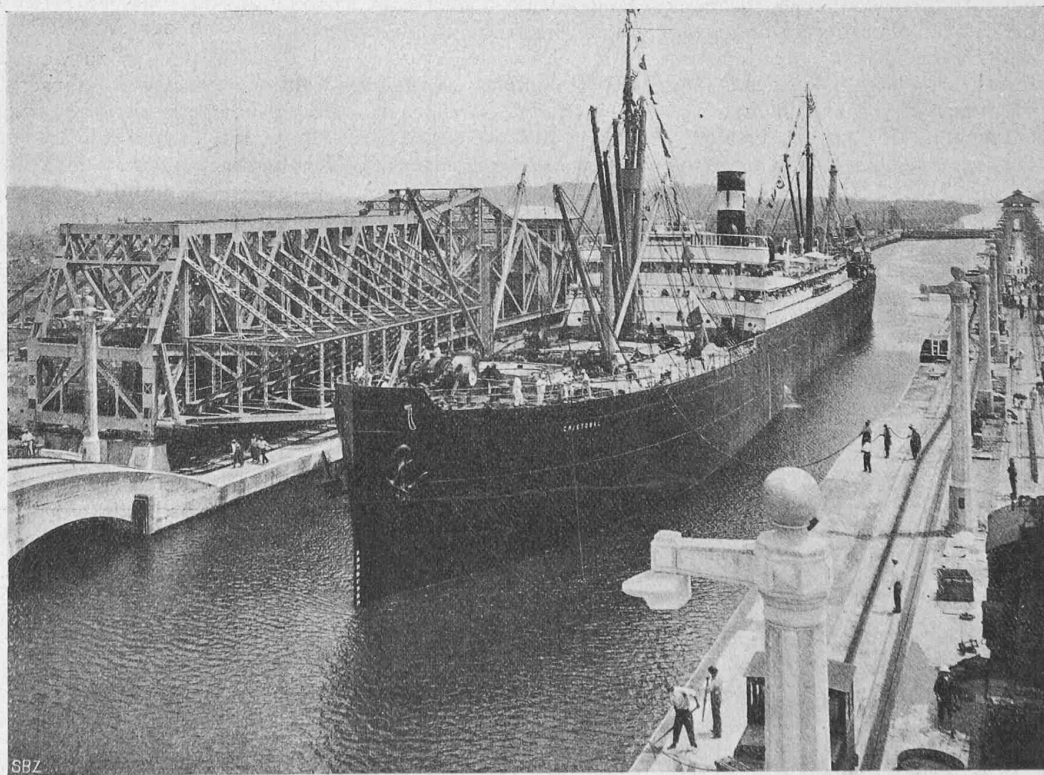


Abb. 12. Oberes Haupt der westlichen Gatun-Schleuse, links der ausgeschwenkte Drehbrücken-Notverschluss, rechts die Trennungsmauer der Schleusen-Paare mit den Geleisen der Schlepplokomotiven.

lenken um eine horizontale Axe drehbare Griesständerahmen angeordnet. Diese Rahmen bestehen aus je zwei starken, untereinander durch horizontale und schräge Streben fest miteinander verbundenen kastenförmigen Blechbalken. Bei ausgeschwenkter Brücke sind sie in wagerechter Lage unter den Brückenarm heraufgeklappt, sodass die Brücke ungehindert gedreht werden kann. Zur Erstellung des Notwehres werden diese Rahmen durch Seilzüge hinuntergelassen, wobei sich deren unteres Ende in mit Gusseisen ausgekleidete Schlitze legt, die in einer auf der Kanalsohle zu diesem Zwecke vorgesehenen Schwelle ausgespart sind. Diese Schwelle ist so hoch, dass auch etwa angeschwemmte grössere Körper das Eingreifen der Ständer in die Anschläge nicht stören können. Durch die trichterförmig ausgeführten Schlitze (Abbildung 11) sind die an ihrem untern Ende entsprechend ausgebildeten Ständer so sicher gehalten, dass der Stoss des Wassers beim Herablassen der Schützen sie nur unwesentlich bewegen kann. Auf jeden Rahmen werden dann fünf, über den Drehgelenken aufgehängte Schützentafeln nacheinander herabgelassen. Diese Tafeln laufen auf Rollen und sind gegen Abheben durch Flanscheisen, gegen seitliche Verschiebung durch die Spurkränze der Rollen gesichert. An den horizontalen

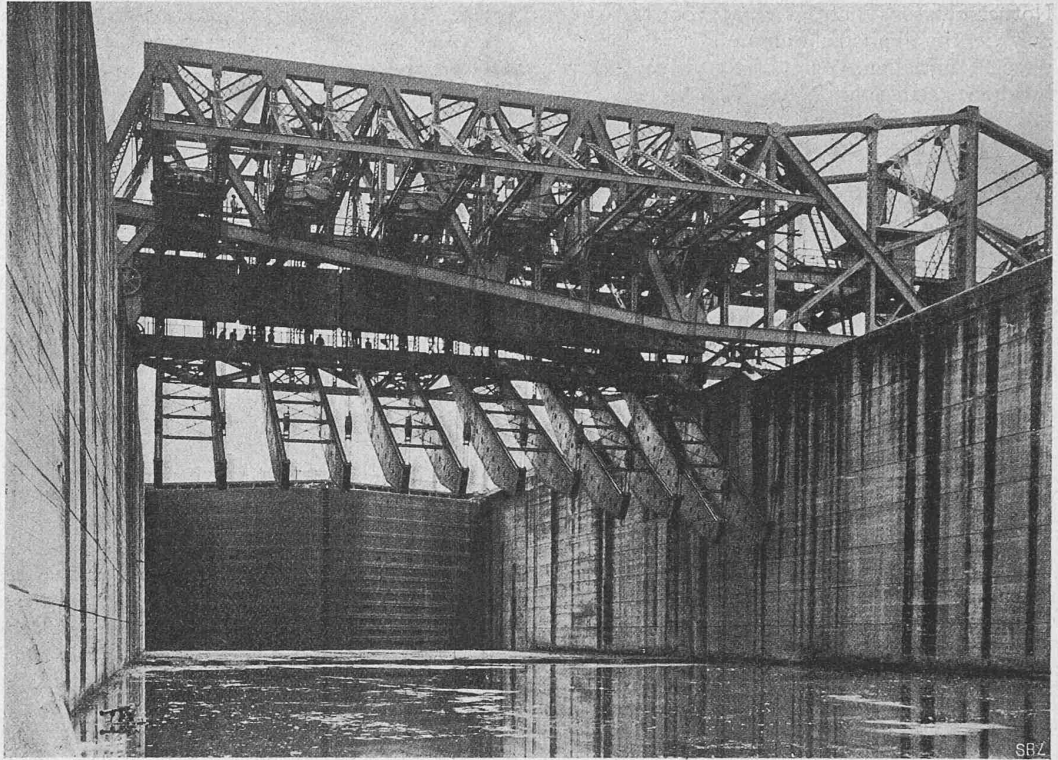


Abb. 13. Versuchsweise Betätigung des Drehbrücken-Notverschlusses der östlichen Kammer der Pedro Miguel-Schleuse, vor Füllung des Gatun-Sees (Aufnahme vom 30. September 1913). Die auf der Bedienungsbücke erkennbaren Umriss der Bedienungsmannschaft verdeutlichen den Grösseneindruck.

Stössen fassen die Schützentafeln ineinander; durch eine vorher eingebrachte Kittmasse können sie an diesen Stellen abgedichtet werden. In ihren vertikalen Fugen haben sie eine rinnenförmige Aushöhlung, durch die von oben her eine röhrenförmige eiserne Nadel eingeschoben wird. Im übrigen ist ja eine vollständige Abdichtung nicht erforderlich, da das Wehr nur eine gefährliche Strömung verhindern und das Einsetzen des Schwimmtors ermöglichen soll. Jeder Rahmen, sowie jede Schützenserie wird durch einen besonderen Motorantrieb bedient.

Die Brücke dreht sich in einem gusseisernen Spurlager mit Pfannen aus Chrom-Vanadium-Stahl und linsenförmigen Zwischenstück aus Mangan-Bronze von je 1090 mm Durchmesser. Sie wird ferner in der Mitte von sechs, am Ende des kürzeren, das Gegengewicht tragenden Arms von zwei Rollen getragen. Für die Drehbewegung dienen zwei Motoren von je 112 PS (davon der eine als Reserve), die mittels Zahnrad auf einen Zahnkranz mit 28,72 m Teilkreishalbmesser arbeiten. Ausserdem ist für alle Fälle noch Handantrieb vorgesehen. Zum Feststellen der Brücke in ihren Endstellungen dienen ein Riegel und sechs mechanisch angetriebene Keile (zwei an jedem Ende und zwei in der Mitte), die alle gleichzeitig von einem Motor von 25 PS Leistung bedient werden.

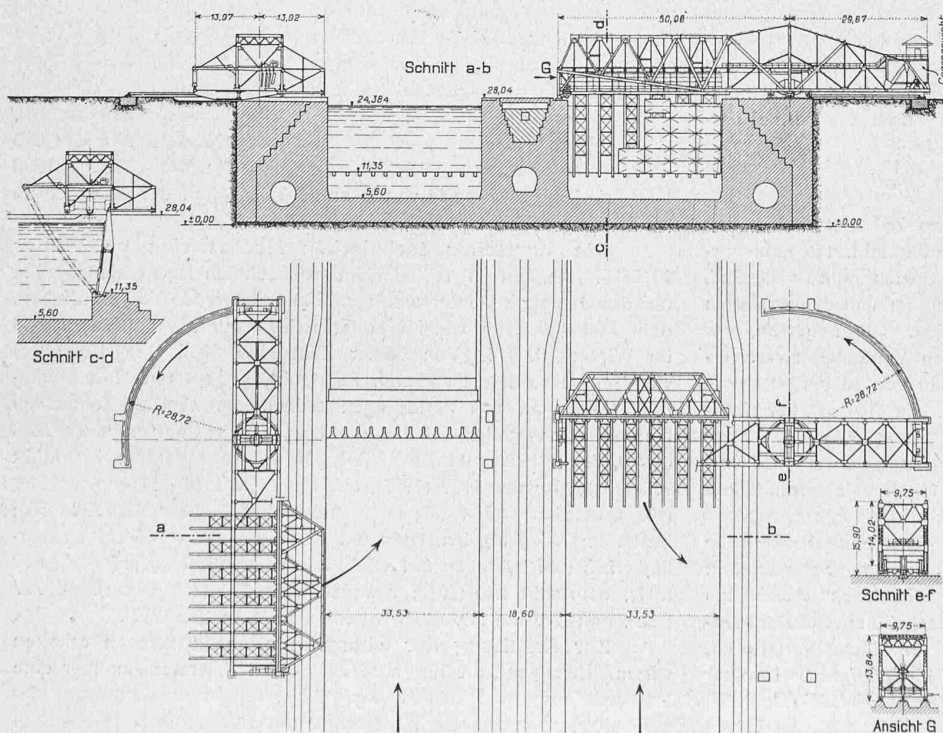


Abb. 11. Drehbrücken-Notverschluss, links offen, rechts eingeschwenkt. — Masstab 1 : 1500.

Zur Verminderung des Gewichts sind Brücke und Wehr durchweg in Nickelstahl ausgeführt. Als Gegengewicht dient ein Betonblock, in dem das Maschinen-

haus eingerichtet ist. Das Gesamtgewicht eines Drehbrücken-Notverschlusses beträgt rund 3000 t, wovon etwa 2100 t auf die Stahlkonstruktion und etwa 900 t auf das Gegen- gewicht entfallen. Im übrigen verweisen wir auf die aus- führliche Darstellung des Wehres in „Engineering“ vom 18. Juli und 1. August 1913.

Eine Beschreibung der Schwimmtoie für den völlig dichten Abschluss einer Kammer, auf deren Konstruktion wir hier nicht weiter eintreten wollen, ist ebenfalls in „Engineering“ vom 5. Juni 1914 zu finden. G. Z.

Ueber Windstärke.

Die grösste Windstärke, die in der überaus stürmischen Woche vom 15. bis 18. Februar dieses Jahres an dem Anemographen „Dines“ der meteorologischen Zentralstelle in Zürich gemessen wurde, betrug 30,6 m/sek. Es ist dies eine der allerhöchsten Wind- geschwindigkeiten, die in unserm klimatischen Gebiet zwischen Alpen und Jura in der Niederung vorkommen kann, die aber doch häufiger beobachtet wird als man gewöhnlich glaubt. So wurde die gleiche maximale Sekundenmeterzahl auch in den Januarmonaten 1910 und 1912 erreicht, ja im Januar 1910 sogar noch um weniges übertroffen. Die *allerhöchste* bis jetzt in Zürich registrierte Wind- geschwindigkeit beträgt 32 m/sek; sie wurde bei dem furchtbaren Sturmwetter am 27/28. Januar 1901 gemessen. Zu beachten ist, dass diese ausserordentlich hohen Geschwindigkeitszahlen, soweit die Registrierungen der letzten 20 Jahre ergeben, nur im *Januar* und *Februar* aufzutreten pflegen; die maximalen Windstärken im No- vember und Dezember erreichten bei uns bis jetzt nie 30 m/sek.

Es ist kaum daran zu zweifeln, dass die zerstörende Wirkung derartiger Windstürme (ihre Richtung ist meist West bis Südwest) nicht allein auf deren höchster Intensität, sondern sehr häufig auch darauf beruht, dass sie mehr oder minder in periodisch wieder- kehrenden Stößen wehen. Die betroffenen Objekte werden dadurch in eine pendelnde Bewegung versetzt, die, wenn die Stösse in regel- mässigen Intervallen wiederkehren, sich in ihren Wirkungen sum- mieren und dadurch die Schwingungsweite vergrössern, bis der Gegenstand endlich zum Umstürzen kommt. Es können auf diese Weise schon relativ schwächere Intensitäten bis 25 m/sek, wenn sie in Stößen wehen, in ihren Wirkungen noch stärkere, aber nur ganz vereinzelt auftretende Windstösse, wohl übertreffen.

Etwas schwieriger ist es, aus diesen hohen Geschwindigkeiten den *richtigen* Winddruck abzuleiten; es existieren darüber in der Ingenieurpraxis zwar eine ganze Reihe von Formeln, aber keine derselben ist allgemein anerkannt. Seinerzeit hat Prof. Marvin vom Signal-Office in Washington sorgfältige und zahlreiche Versuche an- gestellt über die Beziehung zwischen Winddruck und Windgeschwin- digkeit auf dem Mt. Washington. Die an Platten von 0,37 und 0,84 m² direkt beobachteten Winddrucke *p* bei Windgeschwin- digkeiten *w* bis zu 22 m/sek lassen sich gut durch die Formel dar- stellen

$$p = 0,098 \times w^2 \times \frac{b}{b_0} \quad (\text{in } \text{kg/m}^2)$$

worin *b*₀ den normalen Barometerstand von 760 mm und *b* den wirklich beobachteten (in mm) an der Station darstellt. Für nahe nor- malen Luftdruck (*b* = *b*₀) liefert die letztere Beziehung *p*_n = 0,098*w*², worin die Konstante nur wenig verschieden ist von den früher in älteren Formeln benutzten Zahlenkoeffizienten. Die neuesten, vor etlichen Jahren am Eiffelturme ausgeführten Versuche, haben er- geben, dass man für Windgeschwindigkeiten von 20 bis 40 m/sek und bei Flächen von grossen Dimensionen, wie sie z. B. bei Eisen- bahnwaggons vorkommen, den Winddruck nahe = Fläche × 0,08 × *w*² setzen darf. Dabei ist eine mittlere Temperatur von *t* = 15° vor- ausgesetzt. Für unsere oben gegebene Maximalgeschwindigkeit von 32 m/sek lieferte das einen Winddruck von 82 kg/m².

Viele ausgeführten Versuche, wie auch eingehende theoretische Betrachtungen beweisen immer wieder aufs neue die Schwierigkeit der Ermittlung zuverlässiger Angaben über Winddruck. Aus vielen Ermittlungen geht ja unzweifelhaft hervor, dass die spezifische Pres- sung (kg/m²) gar nicht gleichmässig über die Fläche verteilt ist, sondern von der Mitte nach den Rändern hin *abnimmt*. In einer bekannten Abandlung von Gerlach (Civilingenieur Bd. XXXI, S. 88) wird angeführt, dass nach Lord Rayleig's Rechnungen der Druck über die Breite einer sehr langen Platte derart verteilt sein muss,

dass er in der Mitte am grössten ist und von da nach den Rän- dern hin abnimmt. In $\frac{1}{10}$ Abstand von der Mitte würde der Druck 67% von jenem in der Mitte, und in $\frac{99}{100}$ Abstand nur noch 30% da- von betragen; der mittlere Druck ergibt sich zu 87% von dem in der Mitte. Auch nach den neuern Versuchen von „Dines“ und „Nipher“ nimmt die spezifische Pressung mit der Grösse der Platte sehr rasch ab, während für kleinere Flächen (kreisrunde Scheiben von 6,6 bis 20 cm Durchmesser und Flächen rechteckiger Form) Mannes- mann (vergl. Schweiz. Bauzeitung Bd. XXXV, S. 126) aus seinen sorgfältigen Luftwiderstandsmessungen gerade das Gegenteil fand. Die Akten über diese für die Ingenieurwelt so wichtige Frage sind also immer noch nicht abgeschlossen. -r-

Miscellanea.

Neue 1-E Güterzugslokomotiven der preussisch-hessi- schen Staatseisenbahnen. Für den schwersten Güterzugsdienst auf Strecken mit anhaltenden Steigungen haben die preussisch- hessischen Staatseisenbahnen einen neuen Lokomotiv-Typ der Klasse 1-E eingeführt, der aus dem bisherigen durch Hinzufügung einer vordern Laufachse zu den fünf Triebachsen entstanden ist. Das Reibungsgewicht der neuen Maschine beträgt 85 t gegenüber 70,5 bei den bisher stärksten Lokomotiven der betreffenden Bahnen, das Gesamtgewicht rund 99 t. Der Kessel hat nach „Glaser's Annalen“ bei 3,28 m² Rostfläche eine Heizfläche von 214 m². Beim Ueberhitzer beträgt die letztere etwa 75 m², beim Abdampfvorwärmer 13,6 m². Da mit Hilfe von zwei Zylindern die Kraft auf das Triebwerk nicht sicher übertragen werden konnte, ist man zur Dreizylinder-Bauart übergegangen, die vor der Vierzylinder-Bauart den Vorteil gleich- mässiger Anzugsvermögens und den der betriebssicheren Kropf- achse besitzt. Die Zylinderdurchmesser betragen 560 mm bei einem Hub von 660 mm und einem Triebraddurchmesser von 1400 mm. Der feste Radstand der Lokomotive zwischen erster und vierter Achse ist 4500 mm. Ihre Gesamtlänge, einschliesslich dem vierachsigen Tender, beträgt etwa 20 m. Entworfen wurde dieser neue Typ von der Firma Henschel & Sohn in Cassel.

Simplon-Tunnel II. Monatsausweis Februar 1916.

	Tunnellänge 19 825 m	Südseite	Nordseite	Total
Firststollen:				
Monatsleistung	m	219	113	332
Stand am 29. Februar	m	6988	5347	12335
Vollausbruch:				
Monatsleistung	m	204	106	310
Stand am 29. Februar	m	6867	5312	12179
Widerlager:				
Monatsleistung	m	216	58	274
Stand am 29. Februar	m	6776	5243	12019
Gewölbe:				
Monatsleistung	m	160	64	224
Stand am 29. Februar	m	6680	5214	11894
Tunnel vollendet am 29. Februar	m	6680	5214	11894
In % der Tunnellänge	%	33,7	26,3	60
Mittlerer Schichten-Aufwand im Tag:				
Im Tunnel		586	229	815
Im Freien		238	147	385
Im Ganzen		824	376	1200

Auf der *Nordseite* wurde an 27 Tagen, auf der *Südseite* an 25 Tagen gearbeitet.

Die deutschen technischen Hochschulen im Winter 1915/16. An den 11 technischen Hochschulen Deutschlands sind für das laufende Wintersemester 9930 Studierende eingeschrieben, d. h. fast gleichviel wie im ersten Kriegswinter, gegenüber 12 698 im Winter 1913/14. Von dieser Zahl sind 8057 (1914/15: 6866) weil im Heeresdienst stehend, beurlaubt, sodass nur 1873 Studie- rende (3076) an den Vorlesungen teilnehmen. Auf die einzelnen Hochschulen verteilen sich diese Zahlen wie folgt: Charlottenburg 2288 (2243), davon beurlaubt 1920 (1723); München 1281 (1234), beurlaubt 975 (638); Dresden 1139 (1075), beurlaubt 842 (678); Hannover 1019, (1027), beurlaubt 871 (638); Darmstadt 853 (931), beurlaubt 722 (675); Karlsruhe 764 (849), beurlaubt 631 (591); Stuttgart 705 (716), beur- laubt 593 (557); Aachen 641 (652), beurlaubt 446 (372); Danzig 610 (617), beurlaubt 545 (461); Braunschweig 355 (355), beurlaubt 277 (223), und Breslau 280 (232), wovon beurlaubt 235 (232).

Zur Erhaltung der Obergrundallee in Luzern erhalten wir mit Bezug auf die Fussnote auf Seite 127 letzter Nummer eine Zuschrift von der Direktion der städtischen Unternehmungen, der wir entnehmen, dass die Transformatorensäule schon vor dem Bau der Kirche dort gestanden habe. Die Direktion habe der Kirchenbau-