

# DIE BAUTECHNIK

10. Jahrgang

BERLIN, 3. Juni 1932

Heft 24

Alle Rechte vorbehalten

## Die Umgehungsstraße bei Wolkenstein i. Sa.

Von Oberregierungsbaurat Petrich in Dresden und Regierungsbaurat Clauß in Wolkenstein i. Sa.

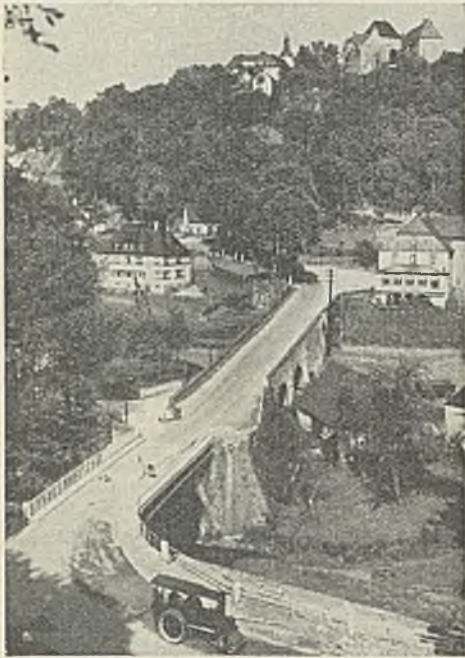


Abb. 1. Alte Zschopaubrücke in Wolkenstein in km 0,0 der Umgehungsstraße.

### 1. Der jetzige Zustand der Verlegungsstrecke.

Die Staatsstraßen von Freiberg und Marienberg in Richtung Annaberg vereinigen sich nach enger und häufig unübersichtlicher Ortsdurchfahrt am Roßmarke in Wolkenstein. Die vereinigte Straße führt in zahlreichen Windungen, sogen. Haarnadelkurven, steil in das Tal der Zschopau hinab, die sie auf einer 1769 erbauten Wölbrücke (Abb. 1) überschreitet. Früher bestand hier eine Holzbrücke, noch früher eine Furt; im Laufe der Jahrhunderte sind also bereits wesentliche Verbesserungen, auch hinsichtlich der Steigungsverhältnisse vorgenommen worden. Doch hat die Serpentinestrecke immer noch Steigungen bis zu 10% hinauf und Krümmungshalbmesser bis zu 8,5 m herab.

Am Gasthofe „Goldene Sonne“ und am linken Ufer der Zschopaubrücke knickt die Straße rechtwinklig ab, und im Stadtinnern beträgt die Fahrbahnbreite stellenweise nur 4 m. Der zunehmende Kraftwagenverkehr drängte deshalb zu einer durchgreifenden Verbesserung.

### 2. Die Planung.

Bei Aufstellung eines Flächenaufteilungsplanes 1925 war zunächst nur daran gedacht, die kurvenreiche Steilstrecke durch eine Umgehungsstraße von mäßiger Länge (2,7 km) auf dem Gelände rechts der Zschopau, der sogen. Wolkensteiner Schweiz, zu ersetzen. Hiergegen erhob die Stadt Wolkenstein wegen des Touristenverkehrs und der späteren Besiedlung des Geländes begründeten Einspruch. Man entschloß sich daher trotz Verlängerung und Verteuerung des Baues dazu, mit der Straßenverlegung schon am Westausgange des Ortes Gehringswalde zu beginnen, zum Abstieg zur Zschopau das Hüttengrundtal (Höchstgefälle 1:18) zu benutzen und nach Überschreitung von Zschopau und Eisenbahn auf hoher Brücke im Ortsteile Floßplatz auf längere Strecke dem linken, steilen und felsigen Talhänge der Zschopau bis zur alten Zschopaubrücke zu folgen. Mit dieser Linienführung waren folgende Vorteile verbunden:

1. Herstellung einer besseren fahrbaren Verbindung von der Haltestelle Floßplatz-Warmbad nach dem Warmbade Wolkenstein und den Ortschaften Gehringswalde und Hilmersdorf,
2. Herstellung einer weiteren Teilstrecke für eine durchlaufende Talstraße von Zschopau nach Annaberg,
3. Verringerung der verlorenen Steigung und
4. Erschließung einer landschaftlich wildromantischen Gegend mit reizvollen Ausblicken auf Stadt und Schloß Wolkenstein.

Im Juli 1931 wurde die im Zuge der Staatsstraße Freiberg—Annaberg liegende Umgehungsstraße bei Wolkenstein dem Verkehr übergeben. Damit hat der 1926 eingeleitete Bau einer Reihe von Umgehungsstraßen im Freistaate Sachsen infolge der allgemeinen Finanzmisere, die sich besonders nachteilig auf den Straßenbau auswirken wird, einen vorläufigen Abschluß gefunden. Die Staatsstraße Freiberg—Annaberg, die alte „Silber“-Straße, hat zwar nach der Zählung 1928/29 nur 848 t Tagesverkehr in Wolkenstein, sie hat aber größere Bedeutung für den Touristenverkehr von Dresden nach Annaberg, Oberwiesenthal, Karlsbad und nach dem Fichtelberge.

Vor allem der Grund unter 2. war für die endgültige Entschließung ausschlaggebend. Nach Fertigstellung der Umgehungsstraße fehlt zu einem geschlossenen Talstraßenzuge nur noch die 4 km lange Strecke zwischen dem Bahnhof Wolkenstein und der Himmelmühle bei Wiesenbad. Die Talstraße Zschopau—Annaberg wird später nach einigen noch nötigen Verbesserungen von der Industriestadt Chemnitz der an Steilstrecken und Gegengefallen reichen Staatsstraße Chemnitz—Annaberg jedenfalls vorgezogen werden. Auf dem Grundplan, Abb. 2, sind die bestehenden Staatsstraßen stark ausgezogen, die ursprünglich geplante Umgehungsstraße punktiert und die ausgeführte Linie gestrichelt dargestellt.

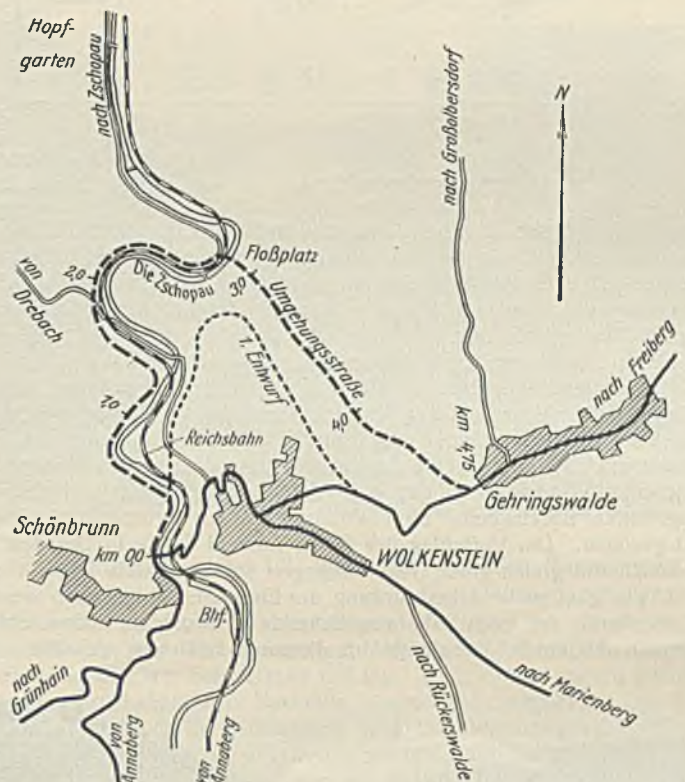


Abb. 2. Grundplan der Umgehungsstraße.

Bei der Planung wurden — abgesehen von einem 100-m-Bogen — die Höchst- und Mindestwerte der neuen sächsischen Bau- und Trassierungsvorschriften eingehalten (Steigungen  $\leq 1:18$ , Halbmesser  $\geq 120$  m und Straßenbreite  $\geq 7$  m). Die Kronenbreite war anfänglich zu 8 m angenommen, wurde dann aber in Anpassung an die bestehende Straße auf 7 m ermäßigt, weil sich schon beim Bau der ersten Teilstrecke zeigte, daß bei dem schwierigen Felsgelände die Verbreiterung auf 8 m die Kosten um 100 000 RM je km steigern würde.

Die Umgehungsstraße ist 4,75 km lang, wegen des Umweges durch den Hüttengrund also 2 km länger als die alte Straße; bei der günstigeren Linienführung wird aber die Mehrlänge vom Kraftfahrer gern in Kauf genommen werden. In Abb. 3 ist die alte und neue Straße im Längsschnitt dargestellt. Er läßt die erheblichen Massenbewegungen erkennen, die sich trotz der Einschaltung von Bogen und Gegenneigungen besonders im ersten und zweiten Bauabschnitt ergaben und bei dem schwierigen Gelände unvermeidlich waren. Die im Längsschnitt auftretenden Wellen erweisen sich mehr als Schönheitsfehler der Zeichnung; in der Natur nimmt man sie als etwas Selbstverständliches hin.

An Kunstbauten sind eine Wölbrücke über das Bedelbachtal, drei kleinere Eisenbetonbrücken im Hüttengrundtale und die schon angeführte Talbrücke über die Zschopau und die Eisenbahn vorhanden. Diese Brücke ist dadurch bemerkenswert, daß sie in scharfer Krümmung mit 120 m Halbmesser und in einseitiger Steigung 1:18 liegt, die Brückenachse also, räumlich betrachtet, eine Schraubenlinie darstellt. Im Grundriß war die Brückenlage durch die Eisenbahnhaltestelle links und durch eine Fabrik

und das Hüttengrundtal rechts der Zschopau fast zwangsläufig gegeben. Abgesehen von der starken Grundrißkrümmung lagen die Schwierigkeiten für die Brückengestaltung in der Forderung, den Hochwasserabfluß der Zschopau nicht zu verschlechtern, in dem trompetenartigen Anschluß der Brücke an die linksufrige Talstraße und in der beschränkten Bauhöhe der Öffnung über der Eisenbahn; der letztere Umstand war gegeben durch die unveränderliche Höhenlage der Eisenbahn und einer benachbarten Fabrikbrücke, durch die Lichthöhe von 5,51 m über S.-O. und durch die

dem Fabriklagerplatze. Der Hauptbogen hat 8 m Pfeilhöhe, 0,60 m Scheitel- und 1,15 m Kämpferstärke und 15 m größte Höhe zwischen Fahrbahn und Flußsohle.

Der äußere Grundriß der Brücke wird durch zwei Polygonzüge begrenzt. Die starken Pfeiler mit ihren Vorsprüngen verhindern an den Knickpunkten, daß die Richtungsänderungen unschön in Erscheinung treten. Besonders stark ist der linke Uferpfeiler ausgebildet; die flußseitige Flucht ist möglichst in die Abflußrichtung geschwenkt worden, die bahnseitige

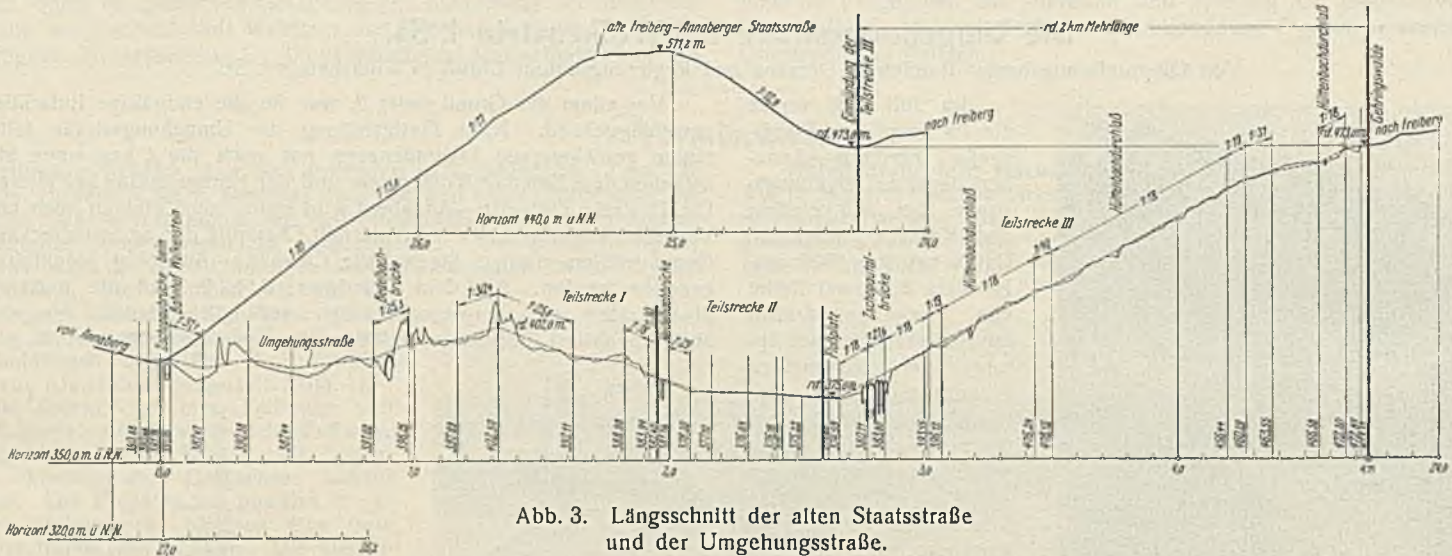


Abb. 3. Längsschnitt der alten Staatsstraße und der Umgehungsstraße.

Höchststeigung 1:18 für die linksufrige Brückenrampe vom Haltepunkt aus. Eine weitere Schwierigkeit brachte die Forderung der Reichsbahn-Gesellschaft, im Eisenbahnbereich wegen des späteren zweigleisigen Ausbaus und wegen der möglichen Veränderung der Krümmungshalbmesser keine Stützen aufzustellen.

Wegen der immerhin größeren Bedeutung der Brücke in dem bewaldeten, romantischen Zschopautale und wegen der Eigenart der Brückengestaltung wurde ein beschränkter Ideenwettbewerb unter einigen namhaften sächsischen Brückenbauunternehmen veranstaltet. Von den eingegangenen zehn Entwürfen in Eisen, Eisenbeton und Bruchstein wurden wegen der besseren ästhetischen Wirkung, der geringen Unterhaltungskosten und der fast unbegrenzten Lebensdauer zwei Wölbbrücken aus Bruchstein in engste Wahl gezogen. Der Vorschlag der Firma Liebold & Co. in Dresden, der drei annähernd gleich große Wölböffnungen vorsah, mußte leider wegen der Schwierigkeiten bei Überbrückung der Eisenbahn aufgegeben werden, und es wurde der auch sehr ansprechende Entwurf der Firma Philipp Holzmann & Cie. in Dresden (Abb. 4) zur Ausführung gewählt. Die

Flucht für den Pfeiler und das linke Endwiderlager war durch die Forderung der Reichsbahn festgelegt, später zwei im 180-m-Bogen liegende Gleise unter der Brücke durchführen zu können. Die divergierenden Widerlagerfluchten brachten beträchtliche Arbeiterschwernisse für die Lehrgerüste.

Für die Überbrückung der Eisenbahn ergab sich durch den Anschluß an beide Richtungen der Talstraße ein trapezförmiger Grundriß. Die Tragkonstruktion für die Decke wird gebildet durch die das Gleis annähernd rechtwinklig kreuzenden, 10,30 m langen Längsbalken, die in dem spitzwinkligen Teile ihr Auflager in einem Randträger von 17,50 m Stützweite finden. Für ihn ergab sich eine keilige Form (1,68 m, bzw. 2,44 m Höhe bei 0,60 m Breite), da er zugleich die in Steigung 1:18 liegende Brückenbrüstung bildet. Zum Schutze gegen Rauchgase wurde die Untersicht mit dem zugleich härtenden und dichtenden Lithurin der Firma Hauen-schild, Hamburg, behandelt und mit hölzernen Rauchschutztafeln verkleidet.

Bei Zugrundelegung der Lasten für Brückenklasse I ergaben sich für den stärkstbelasteten 1-m-Streifen des Hauptgewölbes im ungünstigsten



Abb. 4. Talbrücke an der Haltestelle Floßplatz „Warmbad“, von oberstrom gesehen.

Brücke fügt sich gut in die Landschaft ein, doch muß zugestanden werden, daß der Plattenbalken über der Eisenbahn den Gesamteindruck etwas stört, wenn er auch von der Gewölbereihe durch einen wuchtigen Pfeiler getrennt ist.

Die in der Achslinie 96 m lange Brücke ist aufgelöst in eine rechteckige Öffnung von 9,64 m normaler l. W. (rd. 19 m axialer Länge) über der Eisenbahn, in einen Hauptbogen von 25,20 m Mittelstützweite über der Zschopau und zwei Landbogen von je 15 m Mittelstützweite über

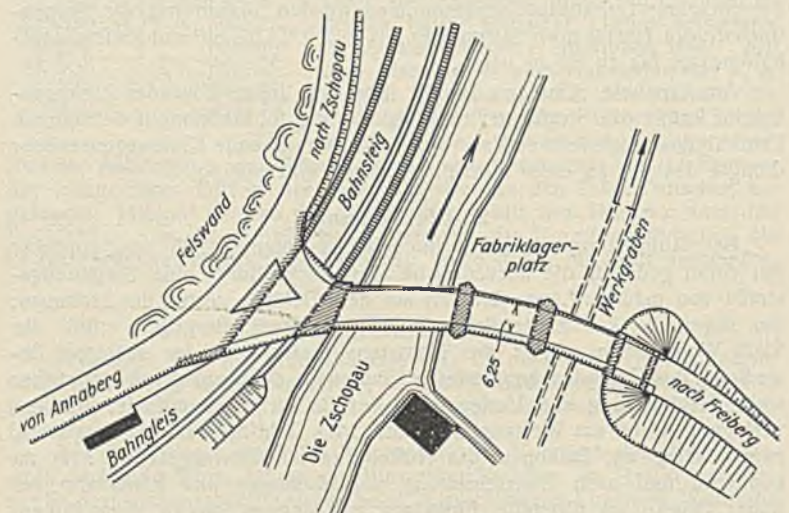


Abb. 5. Grundplan der Talbrücke.

Falle die größten Randspannungen im Scheitel zu 25,6 kg/cm<sup>2</sup> Druck und 6,2 kg/cm<sup>2</sup> Zug, im Kämpfer zu 24,8 kg/cm<sup>2</sup> Druck und 3,0 kg/cm<sup>2</sup> Zug. Zieht man, wie nach DIN 1075 zulässig, zur Aufnahme der Verkehrslasten die Gesamtbreite der Brücke heran, so ermäßigt sich die Zugspannung im Scheitel auf das erträgliche Maß von 4,3 kg/cm<sup>2</sup>.

Da die Pfeiler sämtlich auf festen, geschlossenen Felsen gegründet sind — nur das linke Endwiderlager, auf dem der statisch bestimmte Eisenbetonplattenbalken aufsitzt, ist nicht bis auf den Felsen herabgeführt —, ist auf eine Verbreiterung der Pfeilerfüße verzichtet worden;

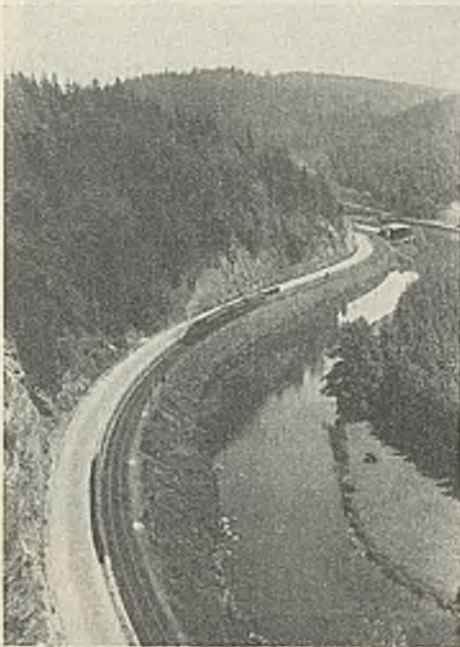


Abb. 6. Talblick auf die Strecke entlang der Eisenbahn.

abschnitt entlang der Eisenbahn (Abb. 6) in Angriff genommen, da die genaue Planung bei der zwangläufigen Straßenführung am schnellsten aufgestellt werden konnte. Der Bau war nicht einfach, weil nur wenige Meter von den stellenweise fast senkrechten und bis zu 30 m hohen Felswänden sich ein reger Zugverkehr abwickelte. Während der nur einstündigen Zugpausen mußten die Sprengungen vorgenommen und die durch gestapelte Querschwellen geschützten Gleise von den Sprengmassen freigemacht werden. Nach Fertigstellung dieses Teiles im Frühjahr 1927 wurde die technisch einfache Strecke durch den Hüttengrund gebaut.

Nach längerer Unterbrechung, verursacht durch den Rückgang der Arbeitslosigkeit, wurde dann 1929 die Zschopaubrücke (zu vgl. unter 4) und 1930/31 die schwierigste Strecke von der alten Zschopaubrücke am Bahnhof Wolkenstein abwärts bis zur Heidelbergbrücke in Arbeit genommen. Mit Ausnahme einer kurzen Wiesen- und Feldstrecke besteht das Gelände aus steilen Waldhängen mit vielen Felswänden und -kuppen (Abb. 7 bis 9). Felseinschnitte und -anschnitte bis zu 15 m Tiefe wechseln mit Dammsrecken bis zu 9 m Höhe. Die Absicht, die Felsarbeiten durch Anlage einiger Straßentunnel mit Lichtdurchbrüchen nach der Zschopau abzumindern, scheiterte an der starken Zerklüftung des Felsens (Abb. 9). Den vollendeten Durchbruch am Einsiedlerfelsen zeigt Abb. 10.

Die auf dieser Strecke vielfach erforderlichen Stützmauern wurden zur Kostenabminderung meist in Trockenmauerwerk ausgeführt, wozu sich der plattige Gneis ganz vorzüglich eignete. Bei großer Mauerhöhe wurden Mauerkrone und -fuß gegen seitliche Verschiebungen in Mörtel verlegt. Beim Überwiegen des Felsaushubes bestanden die Dämme auch im Innern zumeist aus Felsbrocken und weniger aus losen Massen.

Bei Baustation 9 kreuzt die Straße den in die Zschopau mündenden Bedelbach. Da ein hoher Damm mit langem, abgetrepptem Durchlasse fast ebensoviel gekostet hätte wie eine Talbrücke, so entschloß man sich aus Schönheitsgründen für letztere (Abb. 11). Sie ist als unsymmetrisches, beiderseits eingespanntes Bruchsteingewölbe mit 24,40 m Stützweite und 5,75 m Pfeilhöhe gebaut



Abb. 8. Strecke am Bedelfelsen (km 1,0).



Abb. 9.

Einsiedlerfelsen bei km 1,32 (mit aufgezeichnetem Tunnelprofil).

worden. Der rechte, 4 m höher liegende Kämpfer ist auf Felsen, der linke Kämpfer auf fest gelagertem, steinigem Leimboden gegründet worden, da hier der Felsen sehr tief lag. Trotz dieser ungen gewählten Gründungsart haben sich Nachteile hieraus nicht ergeben. Die Brücke liegt zur Hälfte in der Krümmung und hat demzufolge zum Teil gekrümmte Stirnmauern, die gegenseitig überdies mit Zugbändern aus Eisenbeton verspannt worden sind, um sie nicht zu stark halten zu müssen.

Die Installationsarbeiten wurden von der Tiefbaufirma Albin Neumann, Leipzig, mit großem Geschick ausgeführt. Um die Bauzeit abzukürzen, ging das Hauptbestreben dahin, auf schnellstem Wege eine die ganze Strecke durchlaufende Glei sverbindung herzustellen, damit möglichst viele

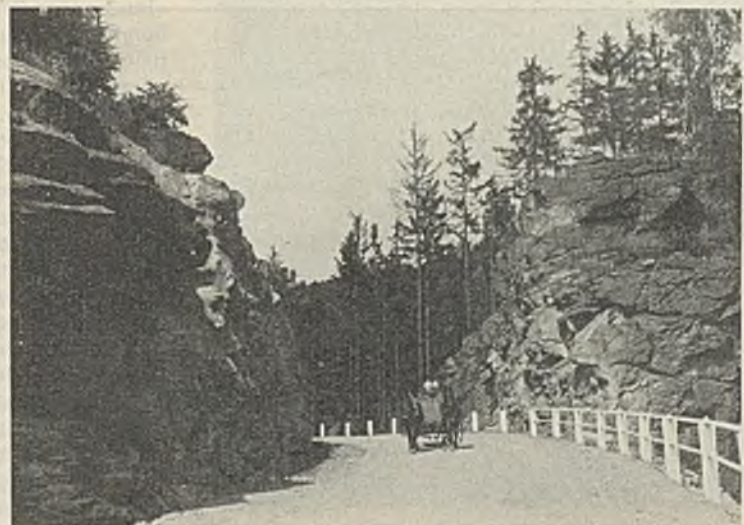


Abb. 10. Durchbruch am Einsiedlerfelsen.



Abb. 7. Felswand bei km 0,12.



Abb. 11.  
Bedelbachbrücke bei km 0,9.

Angriffstellen geschaffen werden konnten. Zur Förderung dienten drei Lokomotiven, gebohrt wurde mit drei fahrbaren Preßluftkompressoren. Zum Lösen der Felsmassen waren gegen 18 000 Sprengschüsse nötig mit einem Verbrauch von 7 t Romperit C. Leider forderten die Sprengarbeiten zwei Todesopfer.

#### 4. Der Bau der Zschopautalbrücke.

Die Bausteine für die Brücke wurden an den aus Gneis bestehenden Talhängen beiderseits der Brückenstelle gewonnen; gebohrt wurde mit Preßluft einer ortsfesten Kompressoranlage. Die übrigen Baustoffe trafen mit Eisenbahn auf der Haltestelle Floßplatz ein und gingen von da auf einer behelfsmäßigen Förderbrücke über die Zschopau nach dem rechtsufrigen Fabriklagerplatz. Dort (Abb. 12) befanden sich die Zement- und Sandlager und die Mörtelmischmaschine. Der Gleisstrang lief entlang dem Forstwege noch weiter ostwärts zur Hauptgewinnungsstelle der Steine, die von dem hochgelegenen Bruche mittels Schrägaufzuges nach der Tieflage gelangten und dort abgespritzt wurden. Hierfür stand das Wasser der Zschopau zur Verfügung, zur Mörtelbereitung dagegen wurde das Wasser des Hüttengrundes benutzt. Das Mischungsverhältnis des Zementmörtels schwankte je nach der Wichtigkeit der Bauteile zwischen 1 : 3 und 1 : 6.

Zwischen dem Zufahrtgleise und dem Brückenbereiche war das Gleis des Turmdrehkrans angeordnet, das auf einer besonderen Holzbrücke bis über die Zschopau führte, so daß die ganze Brückenstelle bedient werden konnte.

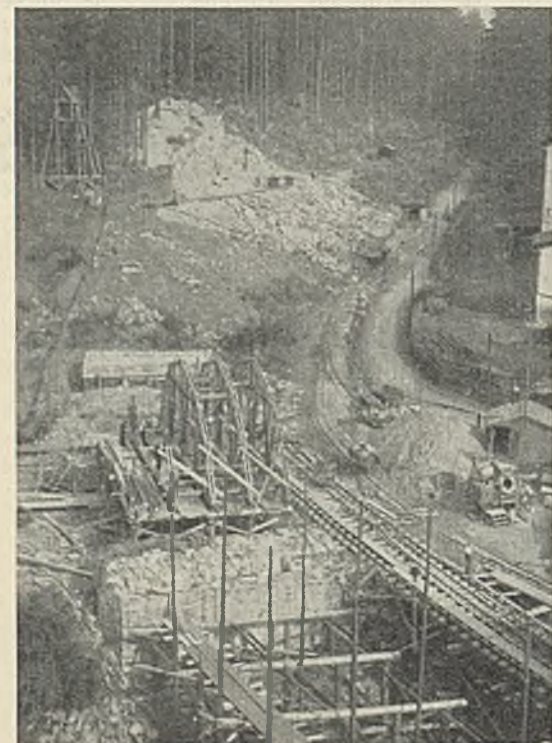


Abb. 12.  
Baustelleneinrichtung für die Talbrücke.

Die Lehrgerüste für die Gewölbe bestanden aus je fünf Bindern mit 2 m Abstand. Das Abbinden erforderte wegen der Verschiedenheit der Binder große Sorgfalt. Es waren nicht nur die Gewölbehälften unsymmetrisch, sondern jeder Binder hatte auch wegen der Divergenz der Pfeilerfluchten eine andere Länge. Aus Ersparnisgründen erhielten die beiden Landöffnungen gleiche Abmessungen, so daß das kleinere Lehrgerüst ohne wesentliche Änderungen zweimal benutzt werden konnte; zur Ab-

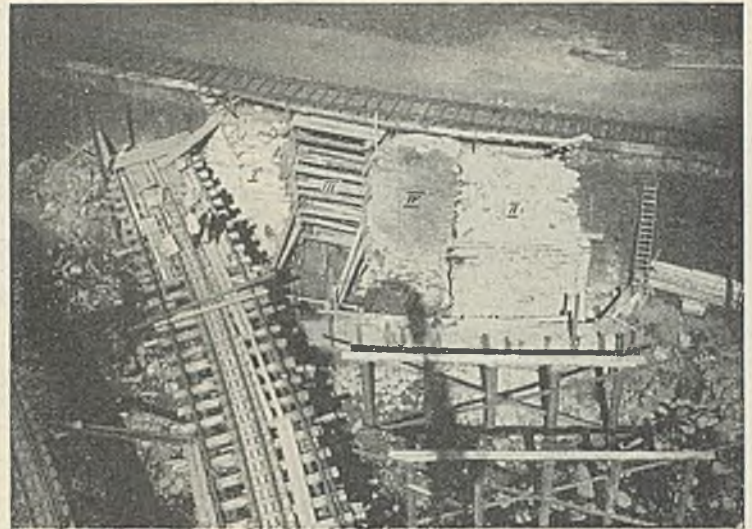


Abb. 13. Schrägsicht auf den Pfeiler zwischen Eisenbahn und Zschopau.

minderung der Schalungsfrist auf zehn Tage wurde hierbei mit hochwertigem Zement gearbeitet. Das Lehrgerüst des Hauptbogens (der Landbogen) erhielt 4,5 (2,5) cm Scheitelüberhöhung, die durch Zusammendrücken des Holzwerkes unter dem Gewichte des Mauerwerks auf 0,5 (1,75) cm herabging. Die weiteren Senkungen beim Ausrüsten mit Eisenspindeln betragen nur 0,75 (0,2) mm. Die Baustelleneinrichtung und den Bau zeigt Abb. 12.

Bei der Überbrückung der Eisenbahn bot der Einbau des Lehrgerüsts keine Schwierigkeiten, da die verlangte Lichthöhe von 5,51 m gegenüber der für den jetzigen Dampftrieb benötigten Lichthöhe um 71 cm höher war. Das Einbringen der 120 m<sup>3</sup> Beton für diese Öffnung erforderte bei Dauerbetrieb 26 Stunden.

Besondere Schwierigkeiten bot der Bau des starken, entlang der Eisenbahn 15 m langen Hauptpfeilers zwischen Fluß und Eisenbahn. Der waagerechte Abstand zwischen Außenschienen des Gleises und Pfeilerfuß geht bis auf 1,25 m herab; dabei liegt die Gründungssohle über 8 m unter Schienenhöhe. Eine Gleisverlegung während des Baues war nicht möglich. Der Bau des Pfeilers wurde noch dadurch erschwert, daß die vorhandene Bahnstützmauer sich nach ihrer Form nicht in den Pfeiler eingliedern ließ und abgebrochen werden mußte. Aus Sicherheitsgründen wurde daher der Bau des Pfeilers in vier Bauabschnitte von etwa je 3,5 m Länge aufgelöst. Abb. 13 zeigt einen Blick auf den Pfeilerbau vom Ausleger des Turmdrehkrans aus.

Zunächst umschloß man die gesamte Baugrube mit einem Fangedamm für mittleres Hochwasser. Nachdem dann während der nächtlichen Zugpausen unter dem Gleisteil des jeweiligen Bauabschnitts eine Schienentafel mit Schwellrostauftragung eingebaut worden war, die den darunterliegenden Erdkörper von der Auflast befreite, konnte der 3 bis 4 m lange alte Mauerteil unter Abstufung des Erdkörpers abgebrochen werden. Nach Freilegung der Felssohle wurde das Pfeilerstück hochgemauert und dann der nächste Bauabschnitt in gleicher Weise in Angriff genommen. Der Pfeilerbau verlief ohne Zwischenfälle, erforderte aber über zehn Wochen Arbeitszeit. Im übrigen wurden die gesamten Pfeilergründungen durch den überaus trockenen Sommer 1929 sehr begünstigt.

Die bis 8 m hohen Stirnmauern der Gewölbe sind als Schwergewichtsmauern ausgeführt unter Zulassung von Zugspannungen bis zu 1 kg/cm<sup>2</sup>. Eine hiervon abweichende Ausbildung erfuhren nur die Stirnmauern des Brückenostendes, die zur Ersparnis an Mauerwerk mit Eisenbetonzugbändern zusammengehalten werden; zur besseren Aufnahme der Seitenkraft wurde je ein Eisenbetonbalken in die Stirnmauern selbst, also senkrecht zu den Zugbändern eingebaut, der an seinem auskragenden Ende die Last des Stirnmauer- bzw. Flügelmauerendes aufnimmt.

Wenn auch die Bogen keine erheblichen Stützweiten und dabei einen großen Stich haben, so sind doch die Stirnmauern wegen der Länge des Bauwerkes mit Trennungsfugen ausgestattet worden: Durch Asphalt-pappe sind sowohl die Pfeilervorsprünge von den Stirnmauern, wie diese selbst voneinander über den Pfeilern getrennt worden, so daß die Stirnmauer eines Bogens für sich frei beweglich ist; sie sitzt dabei genügend auf den Pfeilern auf, um sich an der Kraftübertragung an den Kämpfern mit beteiligen zu können.

Die Gewölberücken und die Eisenbetondecke wurden durch zwei Lagen abgedichtet, die der Stirnmauern durch eine Lage Bluritext, eine Bitumenpappe mit Jutegewebeeinlage der Vereinigten Dachpappenfabriken AG in Dresden.

Der Brückenbau wurde in der kurzen Zeit von April bis Dezember 1929 durchgeführt.

### 5. Kosten und Sonstiges.

Der Bau war als Notstandsarbeit vorgesehen. Da die Arbeiten zu Zeiten des Rückgangs der Arbeitslosigkeit verschiedentlich eingestellt werden mußten, ergab sich die lange Bauzeit von 1926 bis 1931. Geleistet wurden rd. 62 000 Erwerbslosen-Tagewerke, die einen verlorenen Zuschuß von 186 000 RM brachten. Es wurden 25 000 m<sup>3</sup> Bodenmassen gewonnen, 42 000 m<sup>3</sup> Felsen gesprengt und 10 000 m<sup>3</sup> Mauerwerk ausgeführt. Die schon bei dem ersten generellen Entwurf auf 1,2 Mill. RM geschätzten reinen Baukosten (ohne Landerwerb) wurden fast genau eingehalten; davon entfallen 363 000 RM auf die Zschopaubrücke. Innerhalb des Staatsforstes wurde der Grund und Boden für den Straßenbau umsonst zur Verfügung gestellt, im übrigen kamen für den Erwerb die Stadtgemeinde Wolkenstein und der Bezirksverband Marienberg auf.

Es wurde ausgeführt die Teilstrecke I von der Firma Albin Neumann in Leipzig, die Teilstrecke II von Baumeister Siegert in Streckawalde, die Teilstrecke III von der Firma Fritz Metzner in Schwarzenberg und die Zschopaubrücke von der Phil. Holzmann AG in Dresden. Die Bauleitung

lag in den Händen des Straßen- und Wasserbauamtes Annaberg und wurde im besonderen vom Zweitverfasser des Aufsatzes ausgeübt; die Oberleitung hatte die Straßenbaudirektion des sächsischen Finanzministeriums. Nachdem die Teilstrecke von Gehringswalde bis zur Heldelbachbrücke schon seit 1930 dem Verkehr gedient hatte, wurde die gesamte Straße am 10. Juli 1931 freigegeben.

Die Vorteile der Umgehungsstraße kommen zunächst nur dem Verkehr von Freiberg nach Annaberg zugute, während der Verkehr von Marienberg bei Benutzung der neuen Straße den Umweg über die Staatsstraßenkreuzung an der Heinzebank nehmen muß. Wenn auch die Staatsstraße Marienberg—Wolkenstein verkehrsschwach ist (1928/29: 246 t/Tag), so wird voraussichtlich zur Vermeidung großer Umwege doch noch eine kurze Querverbindung zwischen den beiden Staatsstraßen am Ostende der bebauten Lage von Wolkenstein geschaffen werden müssen. Doch soll durch vergleichende Verkehrszählungen zunächst festgestellt werden, welche Wege der Verkehr nach Inbetriebnahme der Umgehungsstraße einschlägt.

Alle Rechte vorbehalten.

## Die neue Usedomer Bäderbrücke bei Zecherin.

Von Regierungsbaurat von Hanffstengel, Berlin.

(Schluß aus Heft 22.)

### Die Maschinenanlage der Klappbrücke.

Die Klappbrücke ist als Scherzer-Rollklappbrücke mit tiefliegendem Gegengewicht ausgebildet (Abb. 24). Eigengewicht und Gegengewicht sind so ausgeglichen, daß bei der Bewegung außer den Windkräften nur Reibungskräfte zu überwinden sind. An den beiden Hauptträgern der Klappbrücke ist außen je ein Rollsektor aus Stahlguß angeschraubt. Die Sektoren rollen

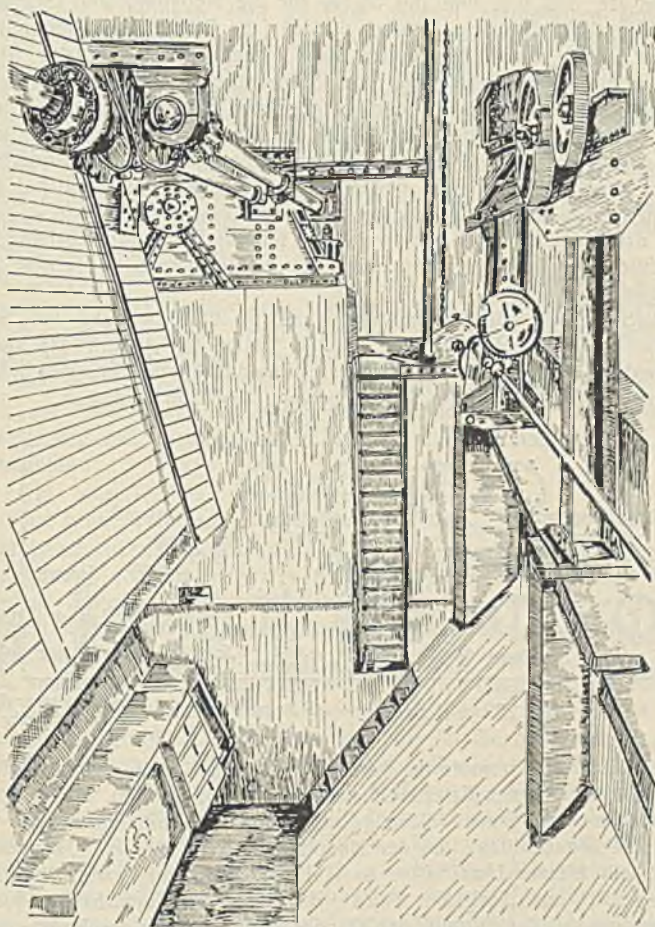


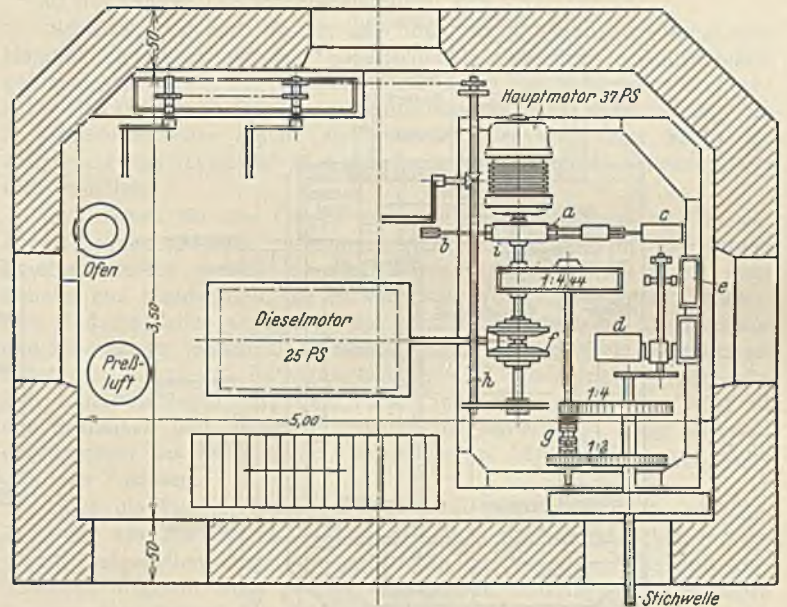
Abb. 25. Blick in den Klappenkeller bei geöffneter Klappe.

Links: Fahrbanntafel und Gegengewicht; darüber: Triebwerkbock und Stichwelle mit Antriebsritzel; rechts oben: Antriebsmaschine und Verriegelungseinrichtung für die Pendelstütze.

auf Rollbahnen aus Stahlguß und werden bei der Bewegung der Klappbrücke in eine drehende und in eine fortschreitende Bewegung versetzt. Sektoren und Rollbahnen besitzen angegossene Zähne, um Verschiebungen gegeneinander zu vermeiden. Im Mittelpunkt der Rollsektoren greift die Zahnstange (Triebstockstange) an, die ihrerseits durch das Räderwerk des „Triebwerkbockes“ bewegt wird. Die zu beiden Seiten des Klappenkellers befindlichen Triebwerkbocke sind durch die „Hauptantriebswelle“ miteinander verbunden, die wiederum durch eine aus dem Maschinenraum herausgeführte „Stichwelle“ mit Ritzel gedreht werden kann (Abb. 24 u. 25). Hauptantriebswelle und Stichwelle sind unter einem Quertträger I P 75, der gleichzeitig als Abschluß der Klappenkellerdecke dient, gelagert.

Zur Begrenzung der Aufwärtsbewegung der Klappe dienen zwei Luftpuffer, die im Klappenkeller eingebaut sind und gegen die sich in geöffneter Stellung die Hauptträger des Gegengewichtsarmes legen. Um beim Schließen ein möglichst sanftes Aufsetzen der Klappenspitze zu bewirken, ist auf dem Pfeiler B unter der Mitte des Endquerträgers der Klappenspitze ebenfalls ein Luftpuffer angebracht.

In geschlossenem Zustande ruht die Klappe auf Pfeiler B auf zwei Stahlgußlagern (Gleitlager mit balliger Oberfläche). Durch einen in der Pfeilermitte zwischen den Lagern verankerten, von einem besonderen Motor betriebenen „Schubriegel“ kann die Klappe in ihrer Endstellung festgehalten werden. Zur Entlastung der Rollsektoren bei geschlossener Klappe sind auf Pfeiler C unter den Hauptträgern in der Nähe der



a Backenbremse. b Fußhebel zum Lösen der Bremse. c Hubmagnet. d Hauptendschalter. e Vorendschalter. f Doppelkegelkupplung. g Klauenkupplung. h Vorgelegewelle zum Handantrieb. i Rutschkupplung.

Abb. 26. Grundriß des Maschinenraumes.

Rollsektoren besondere Stützlager vorgesehen. Schließlich ruht bei geschlossener Klappe das Gegengewicht auf zwei, an den Auflagerstützen des benachbarten festen Überbaues 3 eingebauten „Pendelstützen“, so daß die Eisenkonstruktion der Klappe und ihre Lager entlastet werden.

Die Antriebsmaschinen für die Klappbrücke sind in dem auf Pfeiler C aufgebauten Maschinenhaus untergebracht (Abb. 12). Im „Maschinenraum“ ist das eigentliche Triebwerk mit den für den Betrieb erforderlichen Motoren aufgestellt. Über dem Maschinenraum, in gleicher Höhe mit der Brückenfahrbahn, liegt der „Steuerraum“ (Wärterraum); von hier aus kann der Brückenwärter sowohl den Verkehr auf der Brücke wie den Verkehr auf dem Peenestrom bequem beobachten. Maschinen- und Steuerraum sind durch eine eiserne Treppe miteinander verbunden. Über dem Steuerraum befindet sich, durch eine Steigeleiter erreichbar, ein Abstellraum mit Abort und Waschelegenheit.

Für den Regelbetrieb der Klappe sind Elektromotoren vorgesehen, die ihren Strom durch ein 400 m langes Kabel 3 × 70 mm<sup>2</sup>, 1 × 35 mm<sup>2</sup>

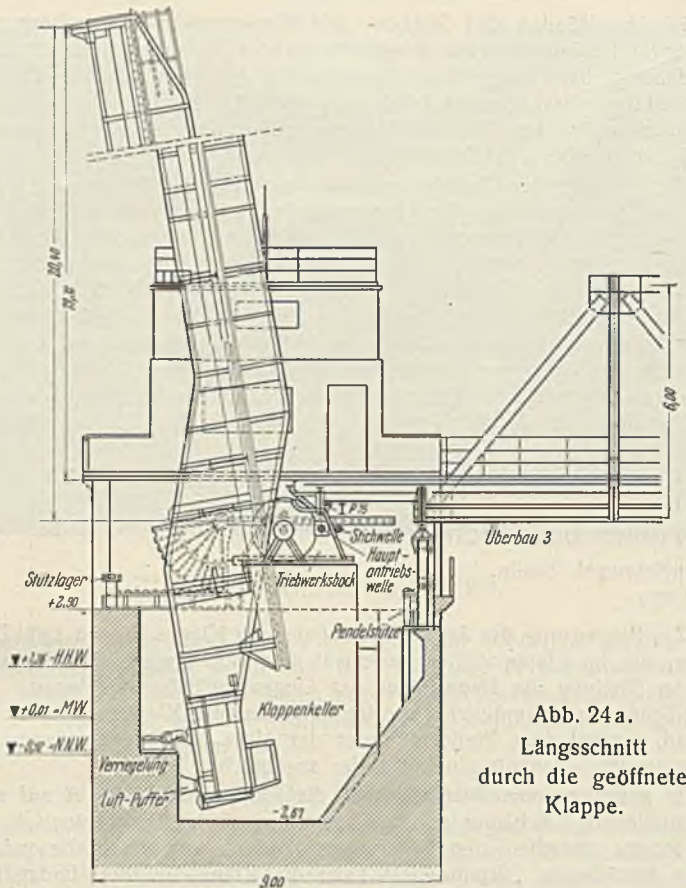


Abb. 24 a.  
Längsschnitt  
durch die geöffnete  
Klappe.

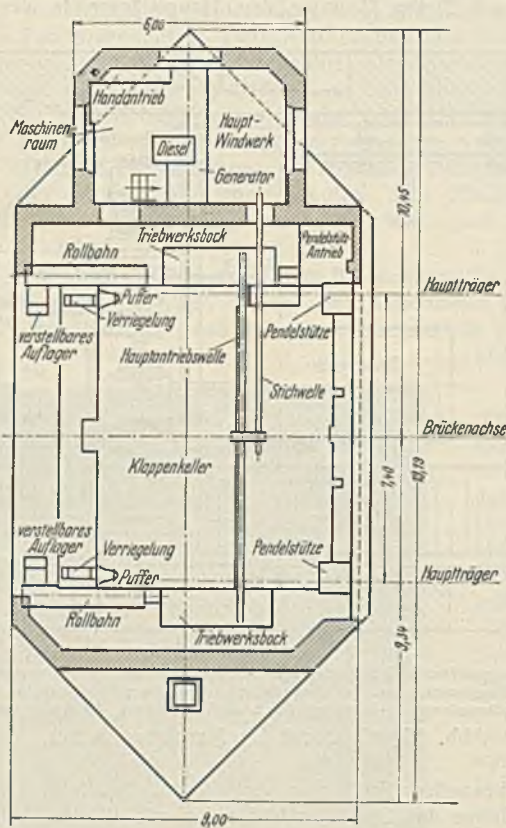


Abb. 24 b. Grundriß des Klappenpfeilers  
und Schnitt durch den Maschinenraum.

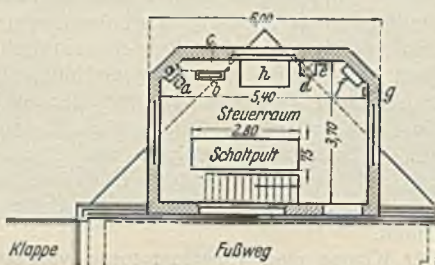


Abb. 24 c. Steuerraum.

- a Ofen.
- b Hebel für Diesel.
- c Wandschrank.
- d Kledersplind.
- e Stelgeleiler.
- f Brennstoffbehälter für den Diesel.
- g Fernsprecher.
- h Schreibtisch.

von dem Zecheriner Umformerhaus der Überlandzentrale Pommern erhalten. Es sind dies der im Maschinenraum befindliche Hauptantriebsmotor der Klappe (37 PS), die in der Brückenachse über Pfeiler B und Pfeiler C eingebauten Antriebmotoren der Schranken (je 4,6 PS) und die oben erwähnten Verriegelungsmotoren für Schubriegel und Pendelstütze (je 4,6 PS).

Das im Maschinenraum befindliche Triebwerk (Abb. 26) ist so ausgebildet, daß es die Brücke je nach der herrschenden Windstärke mit zwei verschiedenen Geschwindigkeiten bewegen kann. Im allgemeinen wird bei Winddrücken bis 25 kg/m<sup>2</sup> Brückenfläche (etwa Windstärke 6 der Beaufort-Skala) der Antrieb über die Übersetzung 1:2 geleitet, während darüber hinaus bis zu Windstärken von 50 kg/m<sup>2</sup> (etwa Windstärke 8) die Übersetzung 1:4 eingeschaltet wird. Sämtliche Windwerkteile sind für 100 kg/m<sup>2</sup> Winddruck berechnet; jedoch wird bei einer Windstärke von mehr als 8 der Schiffsverkehr ruhen, so daß eine Bewegung der Klappe dann nicht mehr in Frage kommt. Zwischen Motor und Triebwerk ist eine Backenbremse mit angebaute Rutschkupplung angebracht. Das erste Vorgelege, vom Motor aus gerechnet, mit einem Übersetzungsverhältnis von 1:4,44 ist in einem geschlossenen Getriebekasten untergebracht und läuft wegen der großen Geschwindigkeit, mit der sich beide Räder gegeneinander drehen, in einem Ölbad.

Bei Ausfall des elektrischen Stromes war zunächst nur Handantrieb vorgesehen. Da aber in Anbetracht des zu erwartenden starken Kraftwagenverkehrs die Öffnungs- und Schließungszeiten bei Handbetrieb von den Aufsichtsbehörden als zu lang erachtet wurden, erschien bei der Wichtigkeit der Straßenbrücke eine zweite Reserve geboten. Zur Aufstellung gelangte ein stehender kompressorloser Deutzer Drei-Zylinder-Zweitakt-Dieselmotor von 25 PS, der bei Ausfall des elektrischen Stromes das Klappenwindwerk unmittelbar bewegt und außerdem einen Generator mit direkt gekuppelter Erregermaschine betreibt, dessen Leistung so bemessen ist, daß von ihm der Strom für die Nebenmotoren (Schranken-antrieb- und Verriegelungsmotoren) und für die Beleuchtung abgenommen werden kann. Der Dieselmotor kann, nachdem der Wärter ihn im Maschinenraum angelassen hat, vom Steuerraum aus geregelt werden.

Nachdem man sich für den Dieselmotor entschieden hatte, lag es nahe, auf den Handantrieb gänzlich zu verzichten; dieser erschien jedoch für die Montage und für etwaige spätere Reparaturen sehr erwünscht und wurde beibehalten. Für die Bedienung des Handantriebs sind bei einem Winddruck von 25 kg/m<sup>2</sup> rechnermäßig sechs Mann erforderlich — es sind daher drei Handkurbeln für je zwei Mann im Maschinenraum vorhanden —, tatsächlich ließ sich die Klappe bei Windstille bereits von einem Mann bewegen.

Auch für die Schrankenbewegung und für die Bewegung des „Schubriegels“ und der „Pendelstütze“ ist als Ersatz bei Ausfall der Motoren Handantrieb vorgesehen worden. Diese Handantriebsvorrichtungen befinden sich in unmittelbarer Nähe der zu bewegenden Einrichtungen.

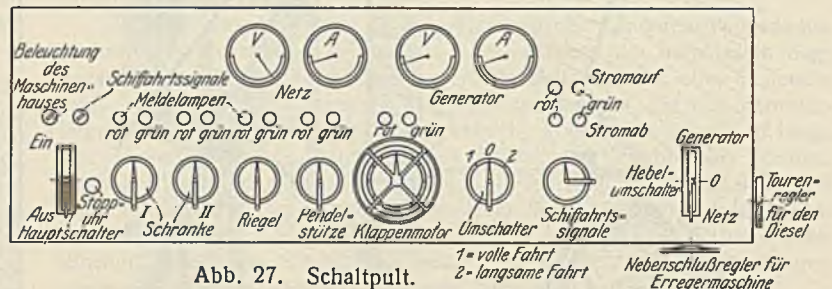


Abb. 27. Schaltpult.

Sämtliche Elektromotoren werden von einem Schaltpult aus gesteuert, das im Steuerraum des Maschinenhauses aufgestellt ist (Abb. 24 c u. 27). Als Steuerorgane sind Steuerwalzen gewählt, und zwar hat jeder Motor seine besondere Steuerwalze. Zu der Hauptsteuerwalze für den Klappenmotor gehört ein kleiner Umschalter in Kontrollierform mit zwei Stellungen: „volle Fahrt“ und „langsame Fahrt“, durch welchen, unabhängig von der Aufmerksamkeit des Führers, der Klappenmotor kurz vor den Endstellungen abgeschaltet und die Brücke stillgesetzt wird (Vorendschaltung). Nach der Vorendschaltung muß der Führer den Motor von neuem einschalten, wobei es ihm jedoch nur möglich ist, mit erheblich verminderter Geschwindigkeit in die Endstellung einzufahren, um Stöße im Triebwerk und in der Brückenkonstruktion zu vermeiden.

Die beiden Schranken- und Schubriegelantriebe, der Schubriegelantrieb und der Pendelstützantrieb haben AEG.-Doppelnutmotoren, und zwar mit Rücksicht auf die kleine Leistung und der Einfachheit halber Motoren gleicher Type, erhalten. Das Einschalten dieser Motoren geschieht genau wie bei den normalen Kurzschlußmotoren unmittelbar mittels eines Umschalters mit zwei Einschaltstellungen und einer Nullstellung.

Die Endstellungen sämtlicher Antriebe werden auf dem Schaltpult durch grüne bzw. rote Meldelampen angezeigt, und zwar bedeuten:  
Meldelampen grün: Brücke ist für den Straßenverkehr frei,  
Meldelampen rot: Brücke ist für den Straßenverkehr gesperrt.

Öffnungs- und Schließungszeiten der Klappbrücke.

Art der Bewegung	Elektromotor				Dieselmotor				Handbetrieb	
	bei 25 kg/m <sup>2</sup> Winddruck		bei 50 kg/m <sup>2</sup> Winddruck		bei 25 kg/m <sup>2</sup> Winddruck		bei 50 kg/m <sup>2</sup> Winddruck		bei 25 kg/m <sup>2</sup> Winddruck	bei 50 kg/m <sup>2</sup> Winddruck
	vorgesehen	Probe	vorgesehen	Probe	vorgesehen	Probe	vorgesehen	Probe	vorgesehen	vorgesehen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>1. Öffnen der Brücke.</b>										
Schranksignale einschalten . . . . .	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2
Schließen der Schranken . . . . .	15	8 + 8 <sup>1)</sup>	15	8 + 8	15	8 + 8	15	8 + 8	102	102
Entriegeln am vorderen Brückenende . . . . .	6	6	6	6	6	6	6	6	84	84
Entriegeln der Pendelstütze . . . . .	10	7	10	7	10	7	10	7	180	180
Öffnen der Klappe . . . . .	60	55	105	102	210	180	390	280	1680	2880
Schiffahrtssignale „Freie Fahrt“ . . . . .	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2
	95	86	140	133	245	213	425	313	2050	3250
<b>2. Schließen der Brücke.</b>										
Schiffahrtssignale „Halt“ . . . . .	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2
Schließen der Klappe . . . . .	6	55	105	103	210	180	390	280	1680	2880
Verriegeln der Pendelstütze . . . . .	10	7	10	8	10	8	10	8	250	250
Verriegeln am vorderen Brückenende . . . . .	6	6	6	5	6	6	6	6	102	102
Öffnen der Schranken . . . . .	15	7 + 7	15	7 + 7	15	8 + 8	15	8 + 8	102	102
Schrankenbeleuchtung ausschalten . . . . .	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2
	95	84	140	132	245	214	425	314	2138	3338

1) Die Zeit für das Öffnen und Schließen der Schranken läßt sich dadurch verkürzen, daß beide Schranken gleichzeitig betätigt werden.

Über den Schranken sind an dem darüber befindlichen Brückenquerriegel Straßensignallampen (100-Watt-Lampen) vorgesehen. Die Lampen werden durch Umlagen des Hauptschalters (links auf dem Schaltpult) kurz vor dem Schließen der Schranken eingeschaltet, beleuchten dann mit weißem Licht den Fahrbahnstreifen im Bereich der Schranken und zeigen rotes Licht dem ankommenden Verkehr. Damit die Schifffahrt durch die Lampen nicht irreführt wird, sind sie seitlich so abgeblendet, daß kein Licht auf das Wasser fällt. Beim Öffnen der Schranken werden die Lampen wieder abgeschaltet, so daß nachts bei freiem Straßenverkehr die Brücke unbeleuchtet ist.

Die Durchfahrt der Schiffe durch die Klappenöffnung wird tags sowohl wie nachts durch „Tageslichtsignallaternen“ geregelt (Fresnel-Linsen mit 250-Watt-Lampen). Diese geben auch bei hellstem Tageslicht ein einwandfrei erkennbares Signal, so daß sich die Aufstellung von Signalarmen für die Schifffahrt, wie sie sonst üblich sind, erübrigt. Es werden am Mauerwerk des Klappenpfeilers, etwa 6 m über MW, je zwei rote und zwei grüne Lichter in 1,50 m Entfernung gezeigt, und zwar bedeuten:

- zwei rote Lichter: „Durchfahrt verboten“,
- zwei grüne Lichter: „Durchfahrt frei“.

Bei geschlossener Brücke werden nach beiden Seiten je zwei rote Lichter gezeigt (Nullstellung des Schifffahrtssignalhebels). Kann wegen irgendeiner Störung die Brücke nicht geöffnet werden, so werden auf dem Dach des Maschinenhauses bei Tage zwei schwarze Bälle übereinander, bei Nacht drei rote Lichter nebeneinander gehißt.

Die Schifffahrtssignale werden mit einem kleinen Umschalter geschaltet, der mit der Steuerwalze für den Klappenmotor derartig blockiert ist, daß ein Zeigen der grünen Lichter (Fahrerlaubnis für die Schifffahrt) nur bei vollständig geöffneter Brückenklappe und nur nach einer Schifffahrtstrichtung hin möglich ist. Bei geschlossener oder in Bewegung befindlicher Klappe muß nach beiden Richtungen rotes Licht brennen; andernfalls ist es nicht möglich, den Klappenmotor einzuschalten. Das jeweilig eingeschaltete Licht wird den Brückenwärtern durch gleichfarbige Meldelampen, die rechts auf dem Schaltpult angebracht sind, angezeigt. Die Schifffahrtssignale bleiben auch bei ausgeschaltetem Hauptschalter brennen, sie können jedoch im Bedarfsfalle mittels eines besonderen Drehschalters ausgeschaltet werden.

Sämtliche Brückenantriebe, einschließlich der Schranken und Signallaternen für die Schifffahrt, sind untereinander derartig elektrisch (durch Schütze) und größtenteils auch mechanisch (durch Gestänge und Scheiben) blockiert, daß eine bestimmte Reihenfolge der Bewegungsvorgänge innegehalten werden muß, und zwar beim Öffnen:

- a) Einschalten der Schrankenlaternen; ferner muß der Umschalter für die Schifffahrtssignale in der Nullstellung stehen,
- b) Schließen der Schranken,
- c) Entriegeln des vorderen Brückenendes,
- d) Entriegeln der Pendelstütze,
- e) Öffnen der Klappe,
- f) Einschalten des Schifffahrtssignals: grünes Licht nach der einen, rotes Licht nach der anderen Richtung;

beim Schließen:

- g) Einschalten des Schifffahrtssignals: rotes Licht nach beiden Richtungen,
- h) Schließen der Klappe,
- i) Verriegeln der Pendelstütze,
- k) Verriegeln des vorderen Brückenendes,
- l) Öffnen der Schranken,
- m) Ausschalten der Schrankenlaternen.

Schließlich ist noch der für alle Bewegungen als Ersatz vorgesehene Handantrieb derart mit dem elektrischen Hauptbetrieb in Anhängigkeit gebracht, daß bei Betätigung der Brücke durch Handantrieb nicht gleichzeitig die elektrische Steuerung benutzt werden kann. Eine Störung des Dieselmotorbetriebes durch Überlandstrom oder umgekehrt ist infolge Anordnung des rechts auf dem Schaltpult befindlichen Hebelumschalters nicht möglich.

Die Zeiten für das Öffnen und Schließen der Klappe sind in der obenstehenden Tabelle zusammengestellt. Diese enthält die reinen Bewegungszeiten sowohl für elektrischen wie für Antrieb durch Rohölmotor und Handantrieb, die entwurfsmäßig vorgesehen waren. Außerdem sind die Zeiten angegeben, die beim Probetrieb mit Elektromotor und Dieselmotor tatsächlich gemessen wurden; diese Werte liegen meist unter den geforderten Bewegungszeiten. Bei Handantrieb ist noch die Zeit hinzuzuschlagen, die der Wärter zum Zurücklegen der Wege zu den Schranken und Entriegelungsvorrichtungen benötigt, dsgl. erfordert das Anlassen des Dieselmotors, besonders bei kühler Witterung, einen gewissen Zuschlag.

Über die Gesamt-Öffnungs- und Schließungszeiten, d. h. über die Zeit, die ein die Brücke befahrendes Auto durch den Schiffsverkehr jeweils aufgehalten wird, wird mit Hilfe der auf dem Schaltpult vorhandenen Stoppuhr Buch geführt, um genaue Unterlagen bei etwaigen Beschwerden seitens des Straßenverkehrs oder des Schiffsverkehrs zu haben.

Bei Ausbesserungen wird es gelegentlich notwendig werden, die Brücke längere Zeit in geöffneter Stellung festzuhalten, damit nicht durch unerwünschte Bewegungen der Klappe durchfahrende Schiffe gefährdet werden; es sind deshalb im Beton des Klappenkellers starke Riegel (Haken) angebracht, die von Hand um besondere Bolzen am Gegenwärtigen der Klappe gelegt werden können.

Die Maschinenanlage wurde vom Fried.-Krupp-Gruson-Werk, Magdeburg-Buckau, die elektrischen Anlagen wurden von der AEG. geliefert und eingebaut.

**Die Rampen.**

Die Linienführung der Rampen ergab sich aus der Lage der neuen Brücke und der anschließenden Zufahrtstraßen (Abb. 3 u. 4). Um an Baukosten (Bodenbewegung und Pflaster) zu sparen, wurde die Rampen-Verhältnismäßig steil gewählt 1 : 40 auf der Schwemmort, 1 : 60 auf der Zecheriner Seite. Die Dammkrone wurde 10 m breit, die Fahrbahn 6 m, Fuß- und Radfahrweg 2,50 m. Den Zuschlag auf die Ausführung der Rampenarbeiten erhielt die Firma J. Rogozinski, Swinemünde. Unbequem war es, daß beim Bau der Rampen auf den Fährbetrieb Schwemmort-Zecherin, sowie wegen der Kürze der Bauzeit auf die eigentlichen Brückenbau-

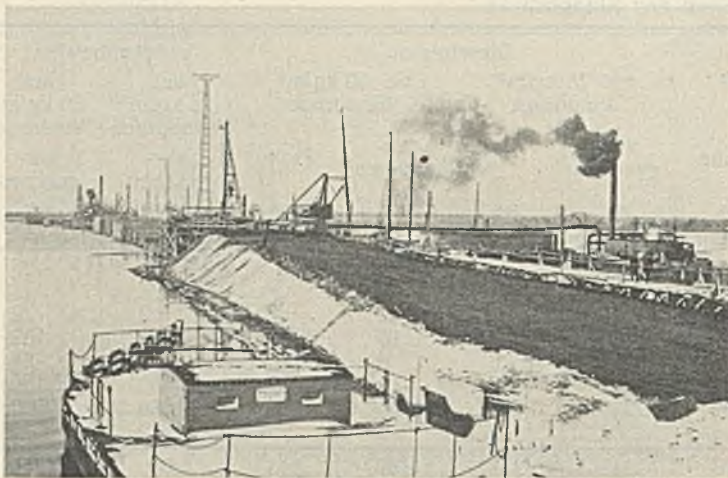


Abb. 28. Die Zecheiner Rampe wird aufgespült; links im Vordergrund die Zecheiner Fähre.



Abb. 30. Probebelastung.

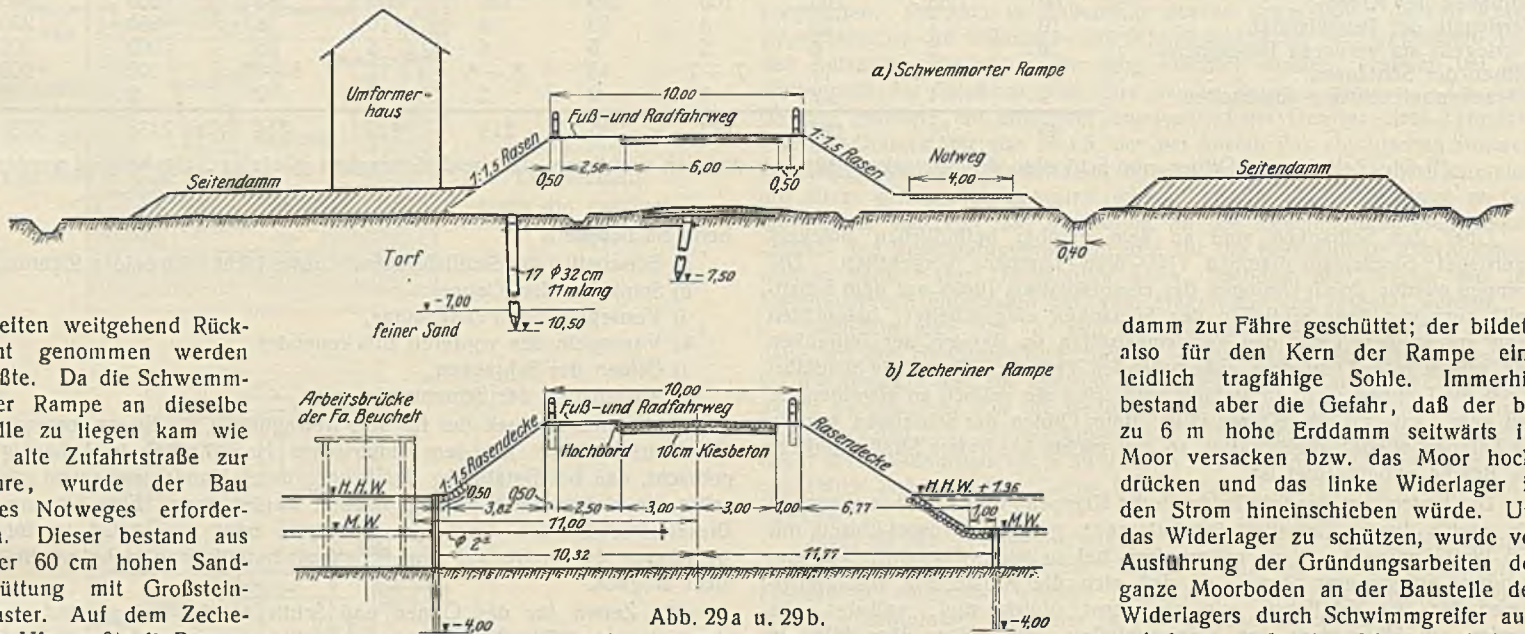


Abb. 29a u. 29b. Querschnitte der Rampen.

arbeiten weitgehend Rücksicht genommen werden mußte. Da die Schwemmorterrampe an dieselbe Stelle zu liegen kam wie die alte Zufahrtstraße zur Fähre, wurde der Bau eines Notweges erforderlich. Dieser bestand aus einer 60 cm hohen Sand-schüttung mit Großstein-pflaster. Auf dem Zecheiner Ufer mußte die Rampe, soweit sie im Wasser lag, wegen der Nähe des Fährbetriebes und wegen der Nähe der Arbeits-brücke der Gründungsfirma mit eisernen Spundwänden eingefast werden. Die Fertigstellung des Rampenkörpers hinter den Widerlagern mußte sich jeweils dem Bauzustande der Widerlager anpassen.

Der für die Rampen erforderliche Boden wurde im Peenestrom ober- und unterhalb der Brücke gebaggert und dann mit Spülgeräten in die Dämme eingebracht (Abb. 28). Bis zum Eintreffen der Spüler waren zwei Schwimmgreifer aushilfsweise in Tätigkeit.

Der Untergrund der Schwemmorterrampe besteht aus Moor, das im allgemeinen etwa 4 m stark, neben dem Umformerhaus sogar 7 m stark ist. Auf dieses Moor war vor Jahrzehnten schon der alte Zufahrt-

damm zur Fähre geschüttet; der bildete also für den Kern der Rampe eine leidlich tragfähige Sohle. Immerhin bestand aber die Gefahr, daß der bis zu 6 m hohe Erddamm seitwärts im Moor versacken bzw. das Moor hochdrücken und das linke Widerlager in den Strom hineinschieben würde. Um das Widerlager zu schützen, wurde vor Ausführung der Gründungsarbeiten der ganze Moorboden an der Baustelle des Widerlagers durch Schwimmgreifer ausgehoben, an Land gefahren und durch Sandschüttung ersetzt; außerdem wurde

das Widerlager verhältnismäßig tief gegründet. Das seitliche Hochquellen des Moores neben der Rampe wurde dadurch verhindert, daß, sobald Rutschungen eintraten, zunächst seitwärts neben der Rampe Seitendämme aufgespült wurden (Abb. 29a). Dadurch wurde erreicht, daß die Rampe selbst hinreichend standfest wurde und daß sich ihre Herstellung den übrigen Bauarbeiten reibungslos anpaßte. Das neben der Rampe stehende Umformerhaus wurde gegen seitliches Verdrücktwerden noch durch eine besondere Pfahlwand von 17 Stück 11 m langen Pfählen mit besonderer Verankerung erfolgreich geschützt.

Das Maß der Sackungen der Rampe und der Seitendämme wurde durch besondere Meßstangen, die mit einem angenagelten Fußkreuz vor dem Aufspülen eingegraben waren, fest-

gestellt. Je nach der Höhe der Aufschüttung betrug die Sackung im Laufe des Jahres 1931 0,50 bis 1,20 m. Wo die oberste Narbe des Moores durch Vorhandensein eines Grabens oder während der Bauarbeiten künstlich aufgeschnitten war, betrug die Sackung bis Ende 1931 etwa 2,00 m. Die Messungen werden fortgesetzt, bis die Aufspülungen vollkommen zur Ruhe gekommen sind.

Es lag nahe zu untersuchen, ob nicht eine Überbrückung des Moores hinter dem linken Widerlager durch einen eisernen Überbau oder durch eine Eisenbetonbrücke an Stelle des oben erwähnten Mooraushubes und der Seitendämme eine Verbilligung und Vereinfachung des Rampenbaues herbeiführen würde. Überschlägliche Berechnungen ergaben jedoch, daß die Baukosten hierdurch nicht unerheblich höher geworden wären.

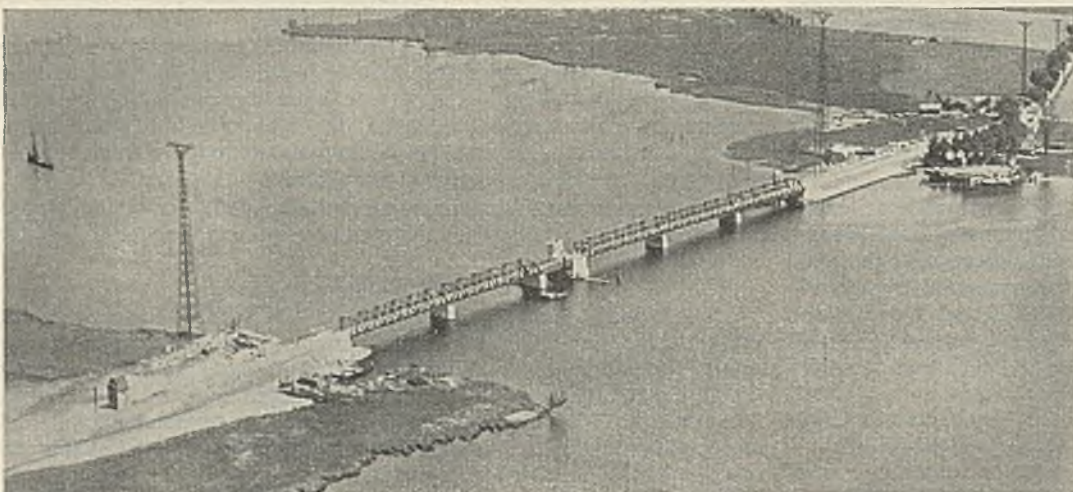


Abb. 31. Fliegerbild der fertigen Brücke.



Der Rampenbau auf dem Zecheriner Ufer war, da hier der Untergrund aus Sand bestand, erheblich einfacher. Eine Sicherung der Böschungen unter Wasser, wie im Vorentwurf vorgesehen, war, wie oben erwähnt, wegen Platzmangels nicht möglich. Die Rampe mußte durch eiserne Spundwände (Hoesch II) eingefaßt werden, die auf der Südseite bis MW, auf der Nordseite bis HHW reichten (Abb. 29b).

Die Rampenköpfe wurden durch Sinkstücke und Steinschüttungen bzw. Steinpflaster bis HHW geschützt.

Die Kronen der Rampen sind, soweit die Dammkörper höher als 1,5 m sind, durch Geländer eingefaßt; weiter unten durch einzelne Schutzsteine. Die Herstellung der benötigten 150 Geländerpfosten in Stampfbeton geschah mittels einer Holzform in sechs Arbeitstagen.

Die Baukosten der Brücke betragen insgesamt rd. 1 850 000 RM; davon entfielen 700 000 RM auf die Pfeiler und Widerlager, 700 000 RM auf die

eisernen Überbauten einschließlich Fahrbahn und Anstrich, 100 000 RM auf die Maschinenanlage einschließlich Signaleinrichtung, 200 000 RM auf die Rampen, 150 000 RM auf Bauleitung und Insgesamt. Die Brücke wurde nach einer Bauzeit von genau einem Jahre am 22. Mai 1931 dem Verkehr übergeben. Abb. 30 zeigt die Probelastung. Das Titelbild und Abb. 31 zeigen das fertige Bauwerk kurz vor bzw. wenige Tage nach der Eröffnung.

Außer den im vorstehenden bereits erwähnten Baufirmen waren noch eine große Reihe Unternehmer aus Pommern, in erster Linie aus dem Kreise Usedom-Wollin, beim Bau der Brücke beschäftigt.

Die Aufstellung des endgültigen Entwurfes und die Bauleitung lag in den Händen des Verfassers, dem nacheinander die Regierungsbauführer Hacke, Bayer und Koch zur Seite standen. Die Nachprüfung der statischen Berechnungen geschah durch den Reichsbahn-Dipl.-Ing. Kober, Stettin.

## Wasserabführungsvermögen von scharfkantigen und abgerundeten Planschützen.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Dr.-Ing. Chr. Keutner, Danzig-Langfuhr.

(Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau der Technischen Hochschule Danzig-Langfuhr.)

(Schluß aus Heft 21.)

Betrachtet man nun den Unterwasserspiegelverlauf unmittelbar von der Schützöffnung an stromab bis zur Unterwasserspiegellhöhe  $h_u$ , so kann man beobachten, daß die Unterwasserhöhe am Schütz manchmal bedeutend kleiner ist als  $h_u$  (Abb. 6). Das aus der Schützöffnung austretende Stromband, ähnlich dem des freien Ausflusses, wird von einer Wasserwalze des Unterwassers überlagert. Infolge der Austrittsgeschwindigkeit des Wassers aus der Schützöffnung, die im Verhältnis zu der mittleren Abflußgeschwindigkeit des gestauten Unterwassers ( $h_u$ ) sehr groß ist, tritt gemäß der Energiebilanz (Bernoulli-Satz) hier eine Wasserspiegelabsenkung ein. Von dieser Erscheinung geht Krey für die Berechnung der Wirkung von Ejektorschützen aus<sup>10)</sup>.

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurden die zwei verschiedenen Druckhöhen bezeichnet:  $h - h_u = h_r$  = relative Druckhöhe,  $h_a$  = absolute Druckhöhe, d. i. der Unterschied zwischen der Druckhöhe  $h$  und dem Unterwasserspiegel an der Schütztafel (Abb. 6). Dieses Gefälle  $h_a$  wäre demnach der größte auftretende Druckunterschied. Gelbert konnte aber feststellen, daß der tatsächlich auftretende größte Druckunterschied oder umgekehrt die größte Absenkung nicht unmittelbar an der Schütztafel, sondern in einer gewissen Entfernung davon stromab auftritt<sup>11)</sup>. Auch diese Beobachtung konnte bei diesen Untersuchungen gemacht werden. Der ausfließende Strahl löst sich demnach auch bei dieser Abflußart von der Schützunterkante ab und erreicht seinen kleinsten Durchflußquerschnitt und damit seine größte mittlere Geschwindigkeit stromab der Schützöffnung. Von dieser Absenkungstelle erweitert sich der Strahl allmählich stromab<sup>12)</sup>. Die ungefähren äußeren Umrisse des ausfließenden Strahles kann man durch die Richtung der Wollfäden des Unterwassers festlegen (Abb. 6).

Fröhlich wies darauf hin, daß weniger der Druckunterschied zwischen  $h$  und  $h_u$ , sondern die Eintauchtiefe der Schütztafel für die Größe des Abflußbeiwertes von Bedeutung sei<sup>13)</sup>. Die Eintauchtiefe errechnet sich zu:

$$h - a - h_a = S \quad (\text{Abb. 6}).$$

Im folgenden wird nicht mit der größten vorkommenden Druckhöhe gerechnet, sondern mit der Druckhöhe  $h_a$ , die unmittelbar an der Schütztafel auftritt. Der Unterschied der beiden Höhen  $h_{\max}$  und  $h_a$  ist verhältnismäßig gering und ändert sich mit der Unterwasserhöhe<sup>14)</sup>.

Legt man diese Feststellung der Abflußgleichung 9 zugrunde, dann muß sie lauten:

$$(10) \quad Q = \mu_u [ab \sqrt{2gh_a}].$$

Die theoretische  $Q$ -Fläche vergrößert sich um den Geschwindigkeitszuwachs von  $h_r$  auf  $h_a$ . Die tatsächliche Geschwindigkeit, die bei der früheren Annahme in manchen Höhenlagen sogar größer war als die theoretische, ist nunmehr durchweg bedeutend kleiner (Abb. 8 u. 9). Diese Geschwindigkeitsverminderungen dürften auch zum Teil auf Störungen durch Quergeschwindigkeiten zurückzuführen sein, die wesentlich größer sind als bei einem Überfallwehr. Bei diesem wurden die Quergeschwindigkeiten durch das Absenken und Aufsteigen der Wasserteilchen hervorgerufen<sup>15)</sup>. Bei einer Schützöffnung wirkt die gesamte oberhalb der

Öffnung strömende Wassermasse auf die abfließenden Wasserteilchen ein. Das Verhältnis der  $Q_v$ -Fläche zu der zweiten  $Q$ -Fläche ergibt Abflußbeiwerte, die aber noch um  $\Delta\mu_1$  bzw.  $\Delta\mu_2$  verringert werden müssen, um die Geschwindigkeitsabnahme nach den Wänden hin zu berücksichtigen, von  $\mu_{v(1)} = 0,638$  und  $\mu_{v(2)} = 0,639$ . Die Abflußbeiwerte sind gleich groß trotz des großen Unterschiedes der dazugehörigen Druckhöhen  $h_a$  und angenähert so groß wie der Abflußbeiwert an einem scharfkantigen Wehr, nämlich rd. 0,64.

Auf Grund dieses Ergebnisses wurde die allgemeine Beziehung  $Q = A h_a^x$  ermittelt.

Für eine konstante Öffnungsweite  $a$  (0,041 m) wurde

$$(11) \quad Q = 0,12 b h_a^{0,5}$$

von  $h_a > 0,021$  m bis zum Beginn des freien Abflusses,

$$(12) \quad Q = 0,084 b h_a^{0,4}$$

von  $h_a < 0,021$  m.

Die abfließende Wassermenge ist demnach von der Eintauchtiefe des Schützes in das Unterwasser oder von der unmittelbar an der Schütztafel wirkenden Druckhöhe (absolute Druckhöhe) abhängig. Von einer kleinen Druckhöhe ab erfährt der Abflußvorgang eine Beschleunigung. Diese Druckhöhe könnte mit „Auspiegelungshöhe“ bezeichnet werden. Die Druckhöhe  $h_r$  (relative Druckhöhe) ist von der Sturzbettausbildung abhängig, je breiter das Sturzbett ist, desto kleiner wird der Unterschied von  $h_r$  und  $h_a$ . Die Unterwasserhöhe  $h_r$  kann aus der Größe der errechneten abfließenden Wassermenge und dem Sturzbettquerschnitt rückwärts bestimmt werden. Hat das Sturzbett dieselbe Breite wie die lichte Durchflußöffnung, dann können für beliebige Öffnungsweiten ähnliche Beziehungen ermittelt werden wie für  $a = 0,041$  m:

$$(13a) \quad h_a = 1,24 h_r^{1,03} \quad \text{von } h_r = 0,01 \text{ m bis } h_r = 0,1 \text{ m,}$$

$$(13b) \quad h_a = 1,83 h_r^{1,19} \quad h_r > 0,1 \text{ m.}$$

Die Unterwasserhöhe  $h_u$  ist demnach abhängig von der abfließenden Wassermenge, der Öffnungsweite und der Sturzbettausbildung und kann deshalb nicht allgemein festgelegt werden.

Gl. 11 lautet allgemein für eine beliebige Öffnungsweite  $a$ :

$$(14) \quad Q = A b h_a^{0,5}.$$

Für den Wert  $A$  erhält man folgende Beziehung:

$$A = 2,75 b a^{0,97}.$$

Dann lautet die Gleichung für den Abfluß unter Unterwasser:

$$(15) \quad Q (\text{m}^3/\text{sek}) = 2,75 b a^{0,97} h_a^{0,5},$$

gültig vom Beginn des freien Strahles bis zur Ausspiegelungshöhe. Der Aufbau der Gl. 15 stimmt mit dem der Gl. 8 überein.

Bei dieser Abflußart zeigt der Oberwasserspiegel ähnliche Erscheinungen wie der der ersten (Abb. 6).

### V. Die Strömungslinien beider Abflußarten.

Die Richtungen der einzelnen Stromfäden wurden photographisch festgelegt und in Abb. 2 u. 6 übertragen. Die Strömungsbilder der beiden Abflußarten zeigen wenig Abweichendes voneinander. Beim freien Abfluß

<sup>15)</sup> Chr. Keutner, Herleitung eines neuen Berechnungsverfahrens für den Abfluß an Wehren aus der Geschwindigkeitsverteilung des Wassers über der Wehrkrone. Bautechn. 1929, S. 581.

<sup>10)</sup> H. Krey, Die Wirkung von Ejektorschützen. Ztrbl. d. Bauv. 1920, S. 472.

<sup>11)</sup> R. Gelbert, Gefällvermehrung bei Niederdruck-Wasserkraftanlagen, S. 15. Berlin 1930. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn.

<sup>12)</sup> Vgl. Fußnote 11), S. 15, Abb. 10.

<sup>13)</sup> Vgl. Fußnote 2) oder Weyrauch-Strobel, Hydraulisches Rechnen, S. 197. Stuttgart 1930. Verlag von Konrad Wittwer; oder Die Wasserkraft 1922, S. 170.

<sup>14)</sup> Vgl. Fußnote 11), S. 10, Abb. 7.

kommt die Wassermasse ziemlich gleichmäßig und rasch zum Abfluß. Die Wasserwalze, die sich zwischen Reihe I und der Schütztafel unterhalb des Aufstaus bildet, ist anscheinend sehr langgestreckt, da der oberste Faden dieser Reihe kurvenförmig nach abwärts zeigt. Bei dem ersten Versuch der anderen Abflußart (Abb. 6) bildet sich in demselben Raume eine größere Wasserwalze, die durch den obersten Faden deutlich angezeigt wird.

Allgemein kann beobachtet werden, daß der Abfluß unter einer Schütztafel schwankend stattfindet, denn sämtliche Fäden zeigen (wenn auch eine meist geringe) Bewegung. Die Absenkung nach der Durchflußöffnung hin beginnt schon in der IV. Fadenreihe und verstärkt sich der Schütztafel zu immer mehr.

**VI. Die Abflußzeiten für das Füllen und Entleeren eines Beckens mittels Planschützen.**

**1. Freier Abfluß.**

Nach der Ermittlung von allgemein gültigen Abflußgleichungen für Planschütze ist es nun möglich, auch die Abflußzeiten für das Füllen und Entleeren eines Beckens zu bestimmen. Für die Art des freien Abflusses, der jeweils dann entsteht, wenn der höchste Wasserspiegel des zu füllenden Beckens tiefer liegt als die Unterkante des Schützes in der Nullstellung, ergibt sich:

a) Die Druckhöhe  $h$  bleibe konstant, d. h. die durch die Schützöffnung abfließende Wassermenge wird durch Zufluß in das Oberwasserbecken wieder ergänzt.

Es wird nach Gl. 8 für  $h^{0,55} \text{ (m)} = \text{konst.} = A_1 \text{ (m)}$  gesetzt.  $J \text{ (m}^3\text{)}$  sei der Inhalt des zu füllenden Beckens.

$$Q dt = 2,0 A_1 b a^{0,88} da,$$

$$t = \frac{J}{2,0 A_1 b \int a^{0,88} da}$$

Die äußersten Grenzen sind  $a = 0$  und  $a < h$ .

$$(16) \quad t = \frac{J}{0,24 b A_1} (a_1^{0,12} - a_2^{0,12}),$$

worin  $A_1 = h^{0,55} = \text{konst.}$

Gl. 16 ist aber nach dem III. Abschnitt nur gültig bis  $v_{\text{max}} = f(h) > c = \sqrt{g'}$ . Bei kleiner werdender Druckhöhe tritt eine Abflußverzögerung ein.

b) Die Öffnungsweite  $a$  bleibe konstant, die Druckhöhe  $h$  sinke z. B. von einer bestimmten Höhe an ab, d. h. das abfließende Wasser wird von stromauf nicht wieder ergänzt.

Es wird wiederum nach Gl. 8:  $B_1 = a^{0,88} = \text{konst.}$

$$Q dt = 2,0 B_1 b h^{0,55} dh,$$

$$t = \frac{J}{2,0 B_1 b \int h^{0,55} dh}$$

Die äußersten Grenzen sind  $h > a$  und  $h = h$ .

$$(17) \quad t = \frac{J}{0,9 b B_1} (h_1^{0,45} - h_2^{0,45}),$$

worin  $B_1 = a^{0,88} = \text{konst.}$

Für Gl. 17 gilt dasselbe wie für Gl. 16.

**2. Der Abfluß unter Unterwasser.**

Diese Abflußart kommt in der Praxis am häufigsten vor, z. B. bei Schiffschleusen. Der Unterwasserspiegel liegt höher als die Unterkante des geöffneten Schützes.

Nach Gl. 15 erhält man:

a) Für die konstante Druckhöhe  $h_a$  und die angehobene Schütztafel:

$$A_2 = h_a^{0,5} = \text{konst.};$$

$O$  sei die Wasseroberfläche z. B. der Schleusenammer und  $\Delta h$  eine beliebige Wasserspiegelerhebung in dieser.

$$Q dt = 2,75 A_2 b a^{0,97} da,$$

$$t = \frac{O \Delta h}{2,75 A_2 b \int a^{0,97} da}$$

Die äußersten Grenzen sind  $a = 0$  und  $a < h$ .

$$(18) \quad t = \frac{O \Delta h}{0,083 b A_2} (a_1^{0,03} - a_2^{0,03}),$$

worin  $A_2 = h_a^{0,5} = \text{konst.}$

b) Die Öffnungsweite  $a$  sei konstant und die absolute Druckhöhe  $h_a$  veränderlich.

$$B_2 = a^{0,97} = \text{konst.},$$

$$Q dt = 2,75 B_2 b h_a^{0,5} dh_a,$$

$$t = \frac{O \Delta h}{2,75 B_2 b \int h_a^{0,5} dh_a}$$

Die äußersten Grenzen sind  $h_a = 0$  und  $h_a = h - a$ .

$$(19) \quad t = \frac{O \Delta h}{1,375 b B_2} (h_{a_1}^{0,5} - h_{a_2}^{0,5}),$$

worin  $B_2 = a^{0,97} = \text{konst.}$

Gl. 19 ergibt genaue Werte aber nur bis zur Ausspiegelungshöhe. Von dieser kleinen Druckhöhe an tritt eine Beschleunigung des Wasserabflusses ein. Die genaue Füllungszeit einer Schleuse ist aber wegen der sich ständig vermindernenden Druckhöhe  $h_a$  nach einer ähnlichen Berechnungsweise zu ermitteln, die R. Winkel mittelt<sup>16)</sup>.

**VII. Der freie Abfluß unter abgerundeten Unterkanten von Schütztafeln.**

Als Fortsetzung und Ergänzung der Versuche an scharfkantigen Schütztafeln wurden Untersuchungen an einem Planschütz mit verschiedenen, abgerundeten Unterkanten vorgenommen. Die jeweilige Abrundung hatte die Form eines Halbzylinders, der aus Holz angefertigt und in die untere Kante der Schütztafel so eingepaßt war, daß die senkrechte Schütztafel unten unmittelbar in den Zylinder überging. Die Halbmesser der einzelnen Modelle waren: 1, 2, 3, 4, 5 und 6 cm. An diesen sechs verschiedenen Abrundungen wurde das jeweilige Wasserabführungsvermögen nur in der Form des freien Abflusses näher untersucht. Die Versuchseinrichtungen waren dieselben geblieben wie bei den vorherigen Versuchsreihen. Durch die Abrundung wurde genau in der Mitte (Mitte der Krümmung und der Durchflußöffnung) eine senkrechte, kreisrunde Öffnung (5 mm) gebohrt. Als Wandung wurde ein dünnwandiges Messingrohr in das Holz eingebracht. Das oben herausragende Ende wurde durch einen Gummischlauch mit einem Paar kommunizierender Glasröhren als Druckmanometer verbunden. Dadurch war es möglich, die in der Mitte der Abrundung auftretenden Sogkräfte festzustellen.

Die charakteristischen Strömungsvorgänge, wie sie an der scharfkantigen Schütztafel im Oberwasser und im Unterwasser beobachtet werden konnten, wurden bei diesen Versuchsreihen gleichfalls festgestellt. Der Stau und der Aufstau an der Schütztafel (bei großen Öffnungsweiten und Wassermengen oft nahezu 13% der Druckhöhe  $h$ ) mußten bei der Bestimmung der wirksamen Druckhöhe  $h$  berücksichtigt werden. Der abfließende Strahl löste und senkte sich infolge der Schwerkraftbeschleunigung an den einzelnen Abrundungen in jeweils anders gestalteten Kurven ab, so daß auch die Größe der Absenkung  $z_a$  bei angenäher gleicher Öffnungsweite  $a$  verschieden groß war (Abb. 10). Die kleinsten Unebenheiten an der Abrundung verursachten, daß sich der Strahl nicht gleichmäßig in der ganzen Breite ablöste. Es traten „Wasserfalten“ auf, die sich weit bis in das Unterwasser hinzogen und dadurch eine genaue Bestimmung von  $z_a$  erschwerten bzw. unmöglich machten. Bildete sich nun in der Mitte der Durchflußöffnung eine „Wasserfalte“ und löste sich der Strahl dann dort stromab der Mündung der Leitung zum Druckmanometer ab, so konnte man an der Abrundung der Unterkante Sogkräfte feststellen. Im allgemeinen löste sich aber der abfließende Strahl bei Radien  $r < 0,06 \text{ m}$  schon vor der Mitte der Abrundung ab. Die auftretenden „Wasserfalten“ beeinflussen das Wasserabführungsvermögen beträchtlich.

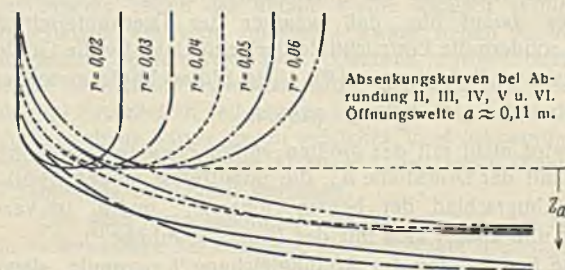


Abb. 10.

Zur Ermittlung von Abflußgleichungen wurde für die einzelnen Abrundungen die Beziehung zuerst für eine bestimmte Öffnungsweite  $a$ :  $Q = A h^x$  bestimmt. Es zeigte sich, daß für die Abrundung I, II, III und IV der Exponent der Druckhöhe  $h$  ebenso groß ist wie der der scharfkantigen Schütztafel. Bei der Abrundung V und VI ( $r = 0,05$  und  $0,06 \text{ m}$ ) ist er zahlenmäßig kleiner. Der  $A$ -Wert der allgemeinen Gleichung ist bei der gleichen Öffnungsweite  $a$  von dem Halbmesser der Abrundung abhängig. Man erhält für eine beliebige Öffnungsweite  $a$  gemäß dem Rechnungsgang der ersten Untersuchung folgende Gleichungen, die aber wegen der starken Abflußschwankungen nur als Näherungsgleichungen zu betrachten sind. Für den freien Abfluß wird:

$$(20) \quad \text{1. für Abrundung I (} r = 0,01 \text{ m)} \quad Q \approx 1,44 b a^{0,71} h^{0,55}$$

$$(21) \quad \text{2. für Abrundung II (} r = 0,02 \text{ m)} \quad Q \approx 1,56 b a^{0,71} h^{0,55}$$

<sup>16)</sup> R. Winkel, Die Schleusungsdauer bei langsam zunehmendem Zufluß. Ztrbl. d. Bauv. 1925, S. 467.

- (22) 3. für Abrundung III ( $r = 0,03$  m)  
 $Q \approx 1,74 b a^{0,71} h^{0,55}$
- (23) 4. für Abrundung IV ( $r = 0,04$  m)  
 $Q \approx 1,74 b a^{0,71} h^{0,55}$
- (24) 5. für Abrundung V ( $r = 0,05$  m)  
 $Q \approx 1,62 b a^{0,71} h^{0,46}$
- (25) 6. für Abrundung VI ( $r = 0,06$  m)  
 $Q \approx 1,7 b a^{0,71} h^{0,46}$

Diese Gleichungen gelten wie Gl. 8 nur für Druckhöhen, die die Bedingung des freien Abflusses erfüllen, d. h.  $\max v \geq c = \sqrt{g h}$ .

Das Abflußvermögen vergrößert sich je nach der Form der Schützunterkante von der Abrundung I an bis zu einem Größtwerte; von Form V ab steht die Druckhöhe in einer anderen Beziehung, die auch wiederum mit der des scharfkantigen Schützes nicht übereinstimmt (vgl. Gl. 8). Ein anschauliches Bild über die einzelnen Abflußbeiwerte, die das Wasserabführungsvermögen anzeigen, gibt die gemeinsame graphische Auftragung der einzelnen Abflußgleichungen für eine bestimmte Öffnungsweite  $a$  (gewählt 0,1 m) (Abb. 11). Das geringste Abführungsvermögen für diese Öffnungsweite besitzt die scharfkantige Schütztafel. Gemäß Gl. 8 müßte man nach dem Wert  $A = 2,0$  zu urteilen (vgl. dieselben Werte der übrigen Gleichungen, die kleiner sind) das Gegenteil schließen. Diese Erscheinung liegt im Exponenten des Wertes  $a$  begründet, der größer ist als bei den anderen Gleichungen, d. h. der Einfluß der Öffnungsweite  $a$  ist bei scharfer Unterkante bedeutender als bei abgerundeter. Bis zur Druckhöhe  $h \leq 0,42$  m liegen die Wassermengenwerte in der Reihenfolge der Größe der Halbmesser übereinander. Bei der zuletzt genannten Höhe  $h$  ist das Wasserabführungsvermögen von Abrundung III, IV und V gleich, III und IV nimmt zu, um bei  $h = 0,73$  m das der Abrundung VI zu erreichen und es bei  $h = 1,0$  m sogar zu übertreffen. Betrachtet man nun das Wasserabführungsvermögen bei der Druckhöhe  $h = 1,0$  m, dann erhält man, wenn nach Gl. 1 die theoretisch abfließende Wassermenge  $Q_t$  zu  $0,432$  m<sup>3</sup>/sek für  $b = 1,0$  m und  $a = 0,1$  m errechnet ist, aus der Beziehung  $Q_v/Q_t = \mu$  folgende Abflußbeiwerte:

- |                                      |                 |
|--------------------------------------|-----------------|
| 1. für die scharfe Unterkante        | $\mu = 0,611$   |
| 2. " eine Unterkante mit $r = 0,1$ m | $\mu = 0,648$   |
| 3. " " " $r = 0,2$ "                 | $\mu = 0,706$   |
| 4. " " " $r = 0,3$ "                 | $\mu = 0,787$   |
| 5. " " " $r = 0,4$ "                 | $\mu = 0,787$   |
| 6. " " " $r = 0,5$ "                 | $\mu = 0,729$   |
| 7. " " " $r = 0,6$ "                 | $\mu = 0,764$ . |

Für andere Druckhöhen und Öffnungsweiten erhält man wiederum verschiedene Reihen von Abflußbeiwerten. Diese Mannigfaltigkeit der Abhängigkeit läßt die Unmöglichkeit erkennen, die Größe des Abführungsvermögens ohne weiteres genau zu bestimmen. Allgemein kann aus den Ergebnissen gefolgert werden, daß bei kleinen Druckhöhen die Abrundungen V und VI mehr Wasser abführen als III und IV.

Zum Vergleich mit der Geschwindigkeitsverteilung unmittelbar in der Durchflußöffnung unter einer scharfkantigen Schütztafel wurde sie auch an der gleichen Stelle unter einer Abrundung von 0,06 m ermittelt

(Abb. 12, s. a. Abb. 4,  $v_v$ ). Es wurde wiederum die Annahme gemacht, daß die Geschwindigkeit unmittelbar an der Sohle Null sei. Die theoretische Geschwindigkeitsverteilung nach Gl. 1 ist gestrichelt eingezeichnet. Die auftretende Geschwindigkeitsverminderung nimmt von den unteren Wasserschichten nach oben zu ab; in den oberen Schichten ist die tatsächliche Geschwindigkeit sogar größer als die mathematisch errechnete. Es wirken demnach an der Abrundung Sogkräfte, die diese Geschwindigkeitsvergrößerung verursachen. Diese Vergrößerung beeinflusst aber auch die Druckhöhe  $h$ , sie vermindert sie um eine den Sogkräften entsprechenden Betrag. Treten Sogkräfte an der Unterkante einer Schütztafel oder an einer Wehrkrone auf, so sind die Geschwindigkeiten in den oberen bzw. unteren Höhenlagen des Strahlquerschnittes größer als die theoretisch zu erwartenden (nach der Torricellischen Gleichung), und die Druckhöhe ist kleiner als beim Abfluß oder Überfall ohne jene Kräfte. Die  $v_v$ -Linie zeigt wiederum jene charakteristische konkave Gestalt, die durch die Quergeschwindigkeiten der vor der Schütztafel absteigenden Wasserfäden verursacht sein dürfte. Der Abflußbeiwert  $Q_v$ -Fläche:  $Q_t$ -Fläche wurde zu 0,85 errechnet, während er aus Gl. 1 bestimmt nur 0,82 ergibt. Es wurde demnach in der Mitte wie bei den zuerst untersuchten Abflußarten die Größtgeschwindigkeit gemessen, allerdings beträgt der Unterschied in diesem Falle nur wenige Prozente.

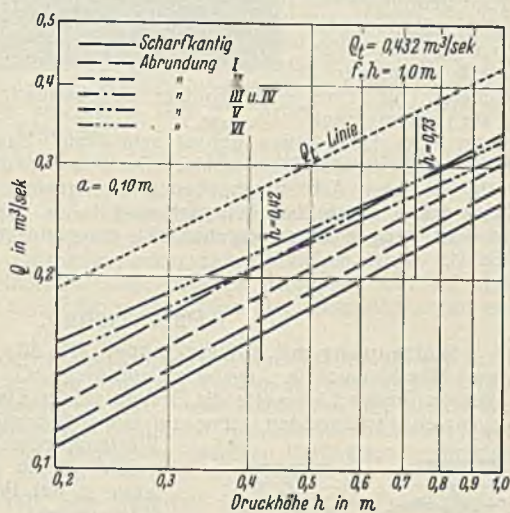


Abb. 11.

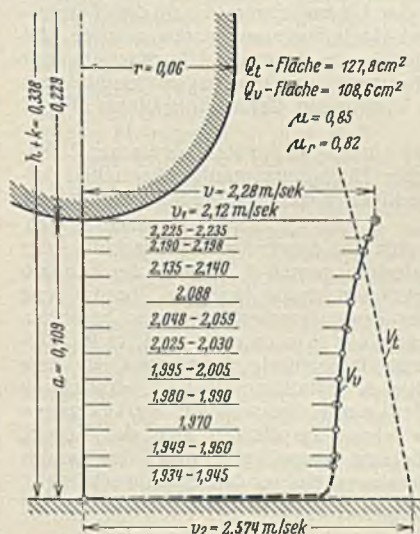


Abb. 12.

Die Vergrößerung des Wasserabführungsvermögens der Unterkantenform I bis IV dürfte auf eine verschieden große Geschwindigkeitsverminderung der einzelnen Wasserfäden durch die Quergeschwindigkeiten infolge der Abrundung zurückzuführen sein. Bei der Form V und VI treten zwar Sogkräfte auf, die das Abflußvermögen an sich vergrößern, aber es scheinen noch andere Umstände den Abfluß bei großen Druckhöhen und Öffnungsweiten zu beeinflussen, die noch weiterer Untersuchungen bedürfen.

### VII. Schlußfolgerung.

1. Die eindeutige Bestimmung des Abflußbeiwertes für den freien Abfluß ist wegen seiner zweifachen Abhängigkeit äußerst schwierig und für den Abfluß unter Wasser kaum möglich.
2. Die Möglichkeit der Ermittlung von Abflußgleichungen für Planschütze mit verschiedener Unterkantenausbildung ohne Beiwert, allein durch Bestimmung der Exponenten, wurde im vorhergegangenen gezeigt.
3. Für Zackenschütze, die besonders bei Schleusen Verwendung finden, können sicherlich auch Abflußgleichungen ohne Beiwert bestimmt werden, ähnlich der Gleichung für den Thomsonüberfall.
4. Die Druckhöhe  $h$  ist bei allen Abflußarten in einer größeren Entfernung stromauf der Schütztafel zu bestimmen. Die Unterwasserhöhe und damit die absolute Druckhöhe (Gefälle)  $h_a$  ist beim Abfluß unter Wasser unmittelbar stromab der Schütztafel zu bestimmen.
5. Die großen Abflußbeiwerte beim Abfluß unter Wasser treten nur auf, wenn man mit dem Unterwasser  $h_u$  rechnet. Diese Rechnung führt aber zu Trugschlüssen, tatsächlich ist der Abflußbeiwert bei dieser Abflußart an scharfkantigen Schützen nur rd. 0,64.
6. Bei großen Abrundungen der Schützunterkante treten Sogkräfte auf. Die Wirkung dieser Kräfte ist je nach der Form der Unterkante, der Größe der Druckhöhe und der Öffnungsweite verschieden groß.
7. Für den Abfluß unter Wasser dürften sich ähnliche Gleichungen auch für Planschütze mit abgerundeten Unterkanten ermitteln lassen.
8. Das scharfkantige Planschütz kann unter bestimmten Voraussetzungen sehr gut zur Wassermengenmessung benutzt werden.

### Vermischtes.

Ministerial-Runderlaß (W. T. 3. 58. 2. Ang. R. V. M.; Va. 4128 M. f. H. u. G.; VII 555 M. f. L., D. u. F.) vom 2. Mai 1932, betr. Zementnormen. Ich, der Reichsverkehrsminister, habe gemäß den Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton 1925, Teil A, § 5, Ziff. 1 und Teil C, § 6, Ziff. 1, die vom Ausschuß für die Neubearbeitung der Zementnormen aufgestellten deutschen Normen für Portlandzement, Eisenportlandzement und Hochofenzement nach Benehmen mit den obersten Baupolizeibehörden der Länder in der neuen Fassung anerkannt und den zuständigen Länderregierungen zur amtlichen Einführung übermittelt.

Wir ersuchen, diese Zementnormen nunmehr an Stelle der bisherigen Normen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement,

von Eisenportlandzement und von Hochofenzement bei den Bauten Ihres Geschäftsbereichs zugrunde zu legen; vgl. Erlaß des R. V. M. vom 22. September 1930 (W. I. E. II. T. 3. 165).

Wir ersuchen ferner, vom 1. Oktober 1932 ab nur noch Zement von Werken zu verwenden, die sich der dauernden Überwachung ihrer Erzeugung gemäß § 1 und 19 der neuen Zementnormen unterworfen haben.

Wegen der etwaigen Verwendung von nicht normenmäßigen Zementen verbleibt es für die Reichswasserstraßenverwaltung bei den Anordnungen des Reichsverkehrsministers vom 18. Dezember 1928 (W. I. T. 3. 173).

Die im § 6 der Zementnormen enthaltene Bestimmung, daß im Streitfalle die Festigkeiten nach 3 und 7 Tagen und nach 28 Tagen gemischter Lagerung maßgebend sind, trägt der überwiegenden Verwendung des Zementes im Hochbau Rechnung. Bei vielen Wasserbauten ist auch die Festigkeit bei Wasserlagerung nach 28 Tagen von großer Bedeutung; in solchen Fällen empfiehlt es sich, besonders bei größeren Lieferungen für dauernd mit Wasser in Berührung stehende Bauten, auch die Gewährleistung der Normfestigkeit nach 28 Tagen Wasserlagerung zur Bedingung zu machen.

Die im § 1 der Normen vorgesehene dauernde Überwachung der Portlandzement-, Eisenportlandzement- und Hochofenzementwerke soll, soweit dies praktisch möglich ist, eine Gewähr dafür schaffen, daß die Erzeugung der betreffenden Werke den Normen entspricht, und so zur Erhöhung der Sicherheit der Betonbauten beitragen. Für die Eisenportland- und Hochofenzementwerke war die dauernde Überwachung schon in den bisher bestehenden, seinerzeit vom Preuß. Minister der öffentlichen Arbeiten eingeführten Normen vorgeschrieben. Bei der Mehrzahl der Portlandzementwerke wurde sie freiwillig durchgeführt.

Für die dauernde Überwachung von Portlandzementwerken kommen außer dem Laboratorium des Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten die in Fußnote 4 der Zementnormen aufgeführten staatlichen Materialprüfungsämter in Betracht.

Die sämtlichen Eisenportlandzementwerke und Hochofenzementwerke unterstehen bisher der Überwachung durch die Vereinslaboratorien. Für Eisenportland- und Hochofenzementwerke werden die staatlichen Materialprüfungsämter daher die dauernde Überwachung nur ausnahmsweise und nur mit Zustimmung des Reichsverkehrsministers übernehmen, der, wie bisher, auch künftig ein Verzeichnis dieser Werke veröffentlichen wird.

Die Vereine Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten, deutscher Eisenportland-Zement-Werke und deutscher Hochofenzementwerke haben folgende gleichlautende Verpflichtungserklärung rechtsverbindlich abgegeben:

„Der Verein Deutscher . . . . . verpflichtet sich bei allen Zementwerken, die sich der dauernden Überwachung ihrer Erzeugung durch sein Laboratorium gemäß § 1 Abs. 4 der Zementnormen unterwerfen, die „Richtlinien für die dauernde Überwachung von Zementwerken“ (§ 19 der Zementnormen) genau zu beachten, bei ungenügendem Befund das Werk zu verwarren und im Wiederholungsfalle der obersten Baupolizeibehörde des Landes, in dem das Zementwerk liegt, Anzeige zu erstatten und die Überwachung einzustellen. Bei Beschwerden eines überwachten Werkes gegen die Entscheidung des Laboratoriums verpflichtet sich der Verein, sich der Entscheidung der obersten Baupolizeibehörde des Landes zu unterwerfen, in dem das beschwerdeführende Zementwerk liegt.“

Die staatlichen Materialprüfungsämter sollen ebenfalls entsprechend angewiesen werden.

Stellt eine Prüfungsstelle wegen wiederholt ungenügenden Befundes die dauernde Überwachung ein, so darf das betreffende Werk das in § 1 der Zementnormen angeführte Warenzeichen „Normenüberwachung“ nicht mehr führen und seinen Zement nicht mehr als Normzement bezeichnen.

Gegen die Entscheidung der Prüfungsstellen ist Beschwerde an die oberste Baupolizeibehörde des Landes zulässig, in dem das beschwerdeführende Werk liegt.

Abdrucke der Zementnormen sind zu beziehen vom Zementverlag G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 2, zum Behördenpreis von 0,25 RM je Stück und demnächst auch vom Beuth-Verlag, Berlin S 14<sup>1)</sup>.

Der Preuß. Minister für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.

I. A.: gez. Thomas.

Der Preuß. Minister für Handel und Gewerbe.

I. A.: gez. Verlohr.

Der Reichsverkehrsminister.

I. A.: gez. Gährs.

Ministerial-Runderlaß (W. 2. T. 3. 74. 2. Ang. R. V. M.; Va 4606, Pr. M. f. H. u. G.; VII. 560, Pr. M. f. L., D. u. F.) vom 14. Mai 1932, betr. Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton.

Die „Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton 1932“ sind fortan an Stelle derjenigen vom Jahre 1925 bei den Bauausführungen unseres Zuständigkeitsbereichs in Anwendung zu bringen. Entsprechend unserem Runderlaß vom 2. Mai 1932 (W. 2. T. 3. 58. 2. Ang. R. V. M.; Va 4128, Pr. M. f. H. u. G.; VII. 555, Pr. M. f. L., D. u. F.) gilt die Vorschrift des Teiles A, § 7, Ziff. 1, Abs. 2, über die Verwendung von Zement aus Werken, die sich der dauernden Überwachung ihrer Erzeugung gemäß § 1 der neuen Zementnormen unterworfen haben (vgl. auch Teil B, § 4, Ziff. 2 u. 3, und Teil C, § 7), erst vom 1. Oktober 1932 ab.

Wegen Einführung der neuen Bestimmungen als baupolizeiliche Vorschriften der Länder des Deutschen Reichs und bei der DRG sind die erforderlichen Schritte getan. Weitere Abdrucke der neuen Bestimmungen (DIN Form A 4) sind vom Verlage Wilh. Ernst & Sohn in Berlin W 8, Wilhelmstraße 90, zum Einzelpreise von 2 RM und zu bestimmten Mengenpreisen zu beziehen. Ferner erscheinen die Bestimmungen demnächst als Normblätter im Beuth-Verlag Berlin.

Der Preuß. Minister für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.

I. A.: gez. Thomas.

Der Preuß. Minister für Handel und Gewerbe.

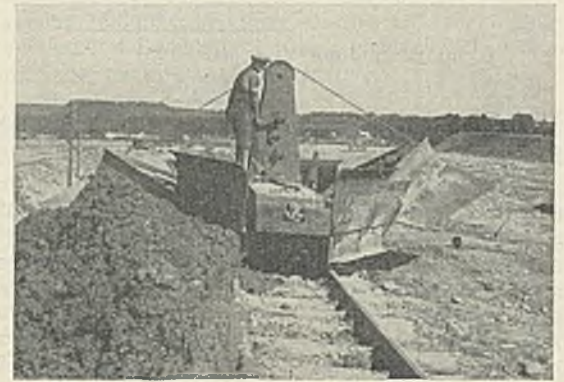
I. A.: gez. Verlohr.

Der Reichsverkehrsminister.

I. A.: gez. Gährs.

Ein kleiner Einebnungspflug. Die Pflüge zum Einebnen lose angeschütteten Bodens sind im allgemeinen große und schwere Maschinen, die ein entsprechend schweres Gleis und hohe Antriebsenergie erfordern. Bei kleineren und mittleren Bauarbeiten lohnt sich das Einsetzen eines solchen Pfluges wegen der hohen Kosten nicht, so daß man auf Handarbeit oder auf andere, mehr oder weniger geeignete mechanische Einrichtungen zukommen mußte.

Um die Vorteile der Einebnungspflüge auch auf kleinere und mittlere Bauausführungen auszudehnen, ist ein kleiner Einebnungspflug (der Mitteldeutschen Stahlwerke AG.) entstanden, der doppelscharig für zwei Fahrrichtungen auf einer oder zwei Seiten (s. Abb.) oder mit einseitigen Scharen für eine Fahrrichtung auf einer oder zwei Seiten gebaut sein kann. Zum Verstellen der Hauptscharen dient eine Handwinde. Der Rahmen des Pfluges ruht auf zwei mit federnden Achsen versehenen Drehgestellen, an denen besondere Vorscharen einstellbar befestigt sind. Aus der tiefen Schwerpunktlage und der langen Bauart ergeben sich ein geringer Seitendruck und ruhige Fahrt.



Kleiner, doppelschariger Einebnungspflug.

## Patentschau.

Walzenwehr mit Aufsatzklappe. (Kl. 84 a, Nr. 489 351 vom 3. 8. 27 von Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG in Nürnberg.) Um bei Wehren großer Lichtweite die Drehachse der Klappe als verdrehungsfeste Hohlwelle auszubilden, ohne auf ein angemessenes Verhältnis zwischen Walzendurchmesser und lichter Weite verzichten zu müssen, wird die Hohlwelle in das Profil des Walzenzylinders hineinverlegt. Die verdrehungsfeste Hohlwelle *a* der Klappe liegt innerhalb des Zylinders *b*; die gekrümmte Stauwand *c* ist an den Rippen *d* befestigt, die durch entsprechend breite Schlitze des Walzenmantels hindurchtreten. Die Dichtung geschieht durch ein gelenkig gelagertes Blech *e*, das durch den Wasserdruck angepreßt wird. Nach Abb. 2 ist vom Walzenzylinder *b*<sub>1</sub> oben ein Segment abgeschnitten, so daß der Verschlusskörper nach oben in einer ebenen Fläche *i* abgeschlossen ist. Die Hohlwelle *a*<sub>1</sub> ist im Segmentraum gelagert; die Abdichtung geschieht durch eine Gummi- oder Lederzwischenlage *f*, die am Dichtungsblech *g* befestigt ist.

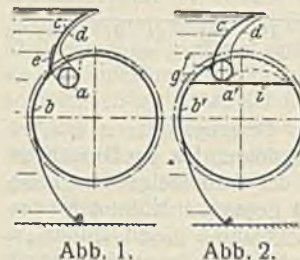


Abb. 1.

Abb. 2.

## Personalmeldungen.

Baden. Der Regierungsbaurat Robert Pfisterer beim Wasserrechtsbüro der Wasser- und Straßenaubdirektion ist zum Kulturbauamt Karlsruhe versetzt worden.

Der Oberregierungsbaurat Karl Althaus in Offenburg ist gestorben.

Bayern. Vom 1. Juni 1932 an werden in gleicher Dienstbeziehung an das Flurbereinigungsamt Neuburg a. d. Donau berufen: der Regierungsoberbaurat beim Flurbereinigungsamt Würzburg Theodor Hölldobler als Vorstand, der Regierungsbaurat I. Kl. beim Flurbereinigungsamt Ansbach Josef Zenger, der Regierungsbaurat beim Flurbereinigungsamt Bamberg Ferdinand Kastner; ferner vom Flurbereinigungsamt München: die Regierungsbauräte I. Kl. Wilhelm Winter, Heinrich Müller und Georg Troeger, die Regierungsbauräte Georg Herkert, Ludwig Rauchegger, Anton Lambacher, Simon Hutterer und Paul Ott.

Vom gleichen Tag an werden an das Flurbereinigungsamt Neuburg a. d. Donau in gleicher Dienstbeziehung berufen und vom 1. Juli 1932 an zu Regierungsbauräten I. Kl. befördert: der mit dem Titel und Rang eines Regierungsbaurats I. Kl. ausgestattete Regierungsbaurat Friedrich Mühlhofer und der Regierungsbaurat Max Prießler des Flurbereinigungsamts München.

Preußen. Die Staatsprüfung haben bestanden: die Regierungsbaurat Peter Bayer (Wasser- und Straßenaubfach); — Fritz Stritzel (Eisenbahn- und Straßenaubfach).

INHALT: Die Umgehungsstraße bei Wolkenstein I. Sa. — Die neue Usedomer Bäderbrücke bei Zecherin. (Schluß.) — Wasserabfuhrvermögen von scharfkantigen und abgerundeten Planschützen. (Schluß.) — Vermischtes: Ministerial-Runderlaß vom 2. Mai 1932, betr. Zementnormen. — Ministerial-Runderlaß vom 14. Mai 1932, betr. Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton. — Kleiner Einebnungspflug. — Patentschau. — Personalmeldungen.

Schriftleitung: A. Laskus, Geh. Regierungsrat, Berlin-Friedenau.  
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.

Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin.

<sup>1)</sup> Bereits erschienen im Verlage von Wilh. Ernst & Sohn, Berlin W 8.