

Alle Rechte vorbehalten.

Maschineller Kippbetrieb.

Von Reg.- u. Baurat Friedrich Heintze.

Im Tiefbaugewerbe hat bisher die Ablagerung der Erdmassen bei Erdarbeiten am längsten und hartnäckigsten der Einführung der Maschinen widerstanden. Die verschiedenen Eigenschaften der zu bearbeitenden Erden bei den verschiedenen Untergrundverhältnissen der Ablagerungsfläche, die sämtlich wieder durch das verschiedene Wetter in ihren Eigenschaften stark beeinflusst werden, stellen so viele Unbekannten für die Lösung der Aufgabe des maschinellen Kippbetriebes dar, daß bisher in der Praxis eine einwandfreie Lösung nicht gefunden werden konnte. In dem Buche von Dr.-Ing. Joachim Rathjens „Erfahrungen über Trokenbaggerbetrieb“, das 1922 im Verlage von Wilhelm Ernst & Sohn erschien, sind die ersten Maschinen zum maschinellen Kippen angeführt. Die dort gezeigten Maschinen haben sich jedoch nicht einführen können.

Zunächst war es der Abraumbetrieb im Tagebau, der dazu überging, das Kippen seiner großen Erdmassen maschinell auszuführen. Hier lagen die Verhältnisse wesentlich einfacher als im Tiefbaugewerbe, da es sich meistens nur um eine gleichbleibende Bodenart, und zwar gewöhnlich um eine für den Betrieb günstige handelte und die Ablagerungsflächen auch einfache Verhältnisse aufwiesen. Die durch die Maschinen zu lösende Anzahl der Unbekannten der Aufgabe war hier also geringer, und daher sind Absetzmaschinen hier zuerst und mit Erfolg angewendet worden. Abb. 1 zeigt eine von Fried. Krupp gelieferte Absetzmaschine im Bergbau¹⁾, die bis 72 m Sturztiefe abgelagert hat. Auf dem frisch geschütteten Gelände ist im Zugbetrieb auch beim Kippen der Wagen keine Störung aufgetreten.

Die hier gemachten guten Erfahrungen veranlaßten die Siemens-Bauunion, bei dem von ihr auszuführenden Auftrag — Ausbau der Shannon-Wasserkräfte in Irland — Absetzmaschinen auch im Tiefbaugewerbe zu

Teil aus Sand und Kies, in der Hauptsache aus Ton und Mergel, wovon Mergel mit ziemlich reichhaltigem Steingehalt aller Größen die Hauptmasse ausmacht. Die Ablagerungsflächen bestehen, da sie längs des Kanals verlaufen, naturgemäß aus demselben Boden. An 270 Tagen im Jahre regnet es in Irland, so daß praktisch die Erdarbeiten dauernd bei nassem und feuchtem Wetter auszuführen sind. Eine für größeren Erdkippbetrieb geeignete Arbeiterschaft war in Irland auf Grund der Verhältnisse nicht anzutreffen. Gemeinsam mit der Firma Fried. Krupp

wurde die in Abb. 2 dargestellte Absetzmaschine für diese Arbeiten gebaut und angewandt.

Das Wort „Absetzmaschine“, das aus dem Bergbaubetrieb stammt, empfiehlt sich für den Tiefbaubetrieb nicht, und diese Maschine wird in Zukunft wohl besser als „Dammschütter“ bezeichnet werden.

Der Dammschütter von rund 200 t Gewicht läuft auf zwei 90er Spurgleisen, deren Achsabstand 4 m beträgt. Zwei Eimerketten mit 250-l-Eimern heben aus einem Graben, in den die Transportzüge kippen, das Material auf ein 1100 mm breites Gurtförderband, das sein Gut an das am Ausleger bewegliche Unterband abgibt. Das Unterband wirft das Material an jeder gewünschten Stelle der vom Ausleger überspannten Fläche ab. Die Maschine wird elektrisch angetrieben, und zwar sind im ganzen

acht Motoren notwendig. Der Strom wird zur Erzielung einer leicht beweglichen Zuleitung mit 3000 V Spannung zugeführt und innerhalb der Maschine auf die Gebrauchsspannung heruntertransformiert.

Der Ausleger des Dammschütters überspannt 35 m, und die größte mit ihm zu schüttende Höhe des Dammes oder der Ablagerfläche beträgt von S.-O. 15 m.

Die theoretische Leistung eines solchen Dammschütters ist von der Größe des Gurtförderers abhängig und beträgt bei dem in Irland ver-

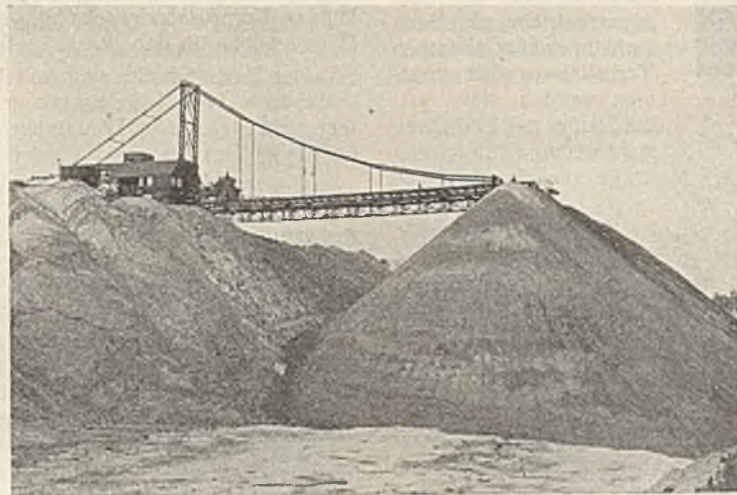


Abb. 1. Absetzmaschine von Fried. Krupp, Essen, im Bergbaubetrieb mit 72 m Sturztiefe arbeitend.

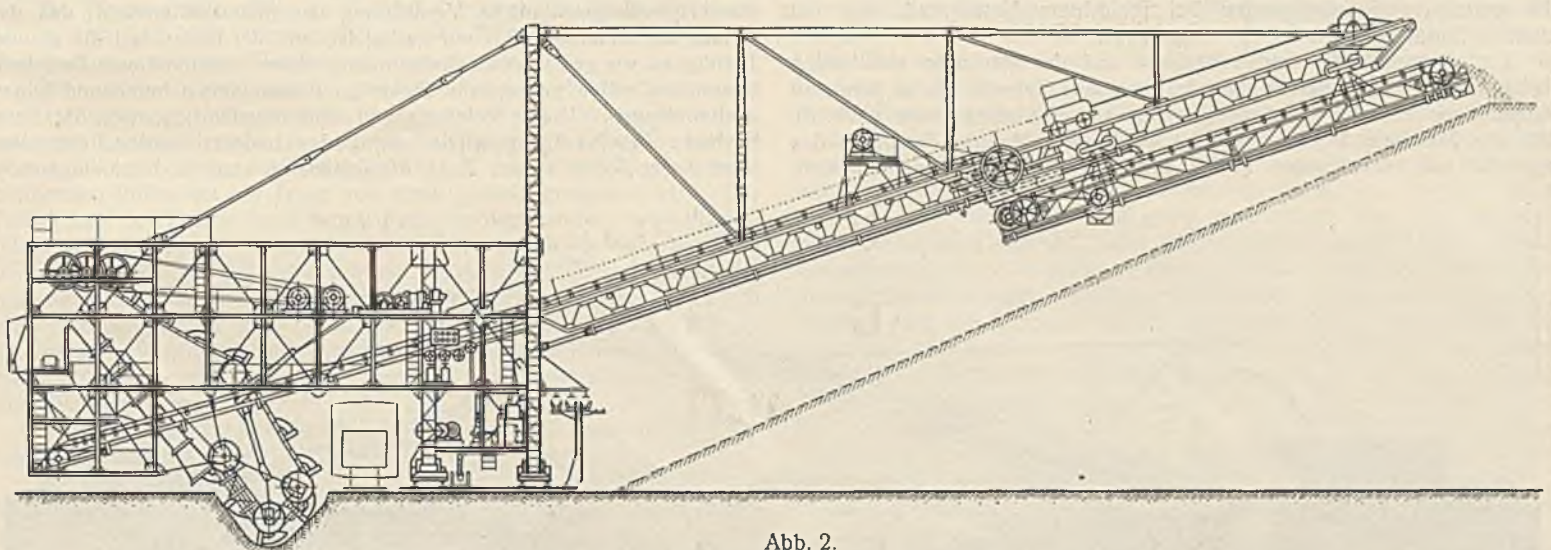


Abb. 2.

verwenden. Es sind beim Ausbau der Shannon-Wasserkräfte rd. 20 km Erddämme längs des Oberkanals und des gestauten Shannonflusses bis 18 m Höhe aus dem Aushub des Ober- und Unterkanals der Wasserkräftenanlage zu schütten, deren Massen für 1 lfd. m Damm zwischen 90 und 1000 m³ schwanken. Der zu bewegende Boden besteht zum kleinen

wandten Modell 600 m³/Std. Für diese Leistung würden Eimer mit 200 l Inhalt genügen. Nur mit Rücksicht auf die Austauschmöglichkeit mit den Eimern der auf der Baustelle in Betrieb befindlichen Eimerkettenbagger von 250 l Eimerinhalt werden hier die gleichen Eimer gewählt. Die praktisch erzielte Leistung hängt außerordentlich stark von dem gebaggerten Material ab und schwankt zwischen 100 und 300 m³/Std. Hierbei muß berücksichtigt werden, daß ausschließlich Dämme mit bestimmten

¹⁾ Vergl. „Die Bautechnik“ 1927, Heft 23, S. 360, Abb. 11.

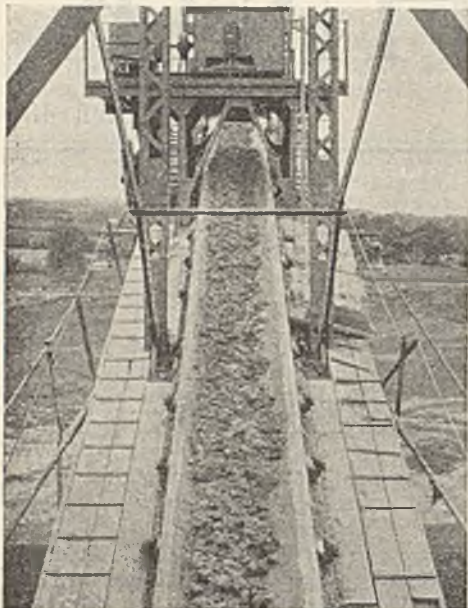


Abb. 3. Nasser schwimmender Mergel auf dem Gurtförderer.

rigeren Bedingungen die Brauchbarkeit der Maschine zunächst in Frage stellte.

Der stark mit Steinen durchsetzte Mergel, der Steine bis Eimergröße enthielt, führte zunächst zu Verstopfungen in den Aufgabetrichern, und die Steine beschädigten das Gummiband stark, ja sie zerstörten es teilweise. Der Übergang des Materials vom Oberband auf das bewegliche Unterband war nicht einwandfrei gelöst, und in der gesamten Konstruktion der Maschine zeigten sich verschiedene Schwächen. Im Baustellenbetrieb gemeinsam mit der Firma Fried. Krupp ist es jedoch gelungen, in verhältnismäßig kurzer Zeit alle diese Ubelstände an den Maschinen abzustellen, so daß der beim Shannonbau in Betrieb befindliche Dammschütter jetzt als eine durchaus brauchbare und für den Tiefbaubetrieb völlig geeignete Maschine angesehen werden kann.

Zur Schonung der Bänder wurde zwischen Aufgabetricher und Förderband ein kurzes Aufgabeband eingebaut, das über mit Gummi gefütterte Rollen läuft, so daß die Aufgabe des Materials auch bei Steingehalt ohne Beschädigung des Hauptbandes stattfindet und nur das kurze Aufgabeband bei Beschädigung ausgewechselt werden muß. Aber auch dies wird durch die Gummirollen stark geschont.

Der Betrieb der Maschine wickelt sich im allgemeinen genau wie der eines Baggers ab. Das Gleis ist ein normales Baggergleis, nur daß es vier statt drei Schienen enthält. Die Standsicherheit der Maschine, die nur durch eine verhältnismäßig schmale Grundfläche gewährleistet wird, hat sich im Betriebe als ausreichend erwiesen. Es sind bis heute nicht die geringsten Schwierigkeiten bei schlechtem Untergrund oder bei starkem Sturm aufgetreten.

Der Dammschütter verarbeitet alle auf der Baustelle anfallenden Erden, und zwar auch nasses und schwimmendes Material, das im normalen Kippbetriebe nur mit Rückschlagkippen zu verarbeiten wäre (Abb. 3). Mit der Maschine lassen sich aus standfestem Material innerhalb des eigentlich zu schüttenden Profils leicht zwei Längsdämme schütten,

Profilen mit den Maschinen geschüttet worden sind, und daß bei ihrer Verwendung für Ablagerungskippen noch höhere Leistungen, die etwa für Sand und Kies auf 400 bis 450 m³/Std. steigen müssen, erzielt werden können.

Beim Shannonbau wurden drei Stück dieser Dammschütter nach dem Entwurf von Fried. Krupp, Essen, eingesetzt. Anfanglich ergaben sich eine Reihe von Schwierigkeiten im Betriebe dieser Maschinen, da die Konstruktion von den Maschinenfabriken aus dem Absetzbetriebe mit seinen verhältnismäßig einfachen Verhältnissen übernommen worden war, und die Tiefbaustelle mit ihren stark wechselnden schwierigen



Abb. 4. Ausbruch vom Dammschütter abgesetzten flüssigen Bodens.

zwischen die dann das schwimmende Material eingebracht wird. Dieser große Vorteil des Dammschütters kann allerdings auch zu Rückschlägen führen. Wenn das schwimmende Material so viel Wasser enthält, daß die beiden es einfassenden Kies- und Sanddämme dieses Material nicht nur entwässern, sondern infolge des Wassers und infolge ihrer vielleicht zufälligen Kornzusammensetzung selbst schwimmend werden, so entstehen Durchbrüche, die den gesamten Bau gefährden können (Abb. 4.)

Der Dammschütter verarbeitet außer Eimerkettenbaggermaterial auch anstandslos vom Löffelbagger geladenes Material, vorausgesetzt daß in ihm nicht Steine über Eimergröße enthalten sind. Zu große Steine müssen im Kippgraben gesprengt werden und verursachen Aufenthalte.

Ein grundlegender Vorteil der Dammschüttmaschine ist, daß alle Transportzüge vom gewachsenen Boden aus und nicht von einem aufgedämmten Gleis gekippt werden können. Fahrt der Dammschütter über schlechtes Gelände, so kann vorher aus kiesigem Boden ein gutes Planum geschaffen werden, so daß stets der Transportzug in der besten und einfachsten Weise seinen Inhalt entleeren kann. Da alle Züge durch den Dammschütter hindurchgeführt werden können und mittels Umfahrung ein Ringbetriebe ermöglicht ist, ist eine hohe Leistung der Kippstelle gegeben. Durch diese günstige Kippmöglichkeit in die Maschine ist der gesamte Ablagerungsbetrieb vom Wetter unabhängig, und auch bei schlechtestem Wetter kann der für das Kippen am wenigsten geeignete Boden verarbeitet werden.

Zur Herstellung der beim Shannonbau notwendigen Kanaldämme, die teilweise durch recht bedeutenden Wasserdruck später beansprucht werden, ist das Schüttverfahren mit dem Dammschütter außerordentlich günstig. Es wäre bei der großen Kilometerzahl der zu bauenden Dämme praktisch und wirtschaftlich unmöglich gewesen, die bisher für Staudämme üblichen Bauverfahren anzuwenden. Die Dichtigkeit der Dämme wird durch die große Fallhöhe erzielt, von der alles Material bei seiner Schüttung herunterfällt. Der Dammschütter führt die Schüttung in parallel liegenden kleinen Dämmen aus, und bei fast jedem Material ist die Verdichtung des herabgestürzten Bodens so stark, daß es möglich ist, unmittelbar nach der Schüttung auf dem Kamm der kleinen geschütteten Dämme zu laufen, ohne um ein meßbares Maß einzusinken. Es wird durch die Fallenergie eine so außergewöhnliche Verdichtung des Materials erreicht, daß das Setzen der Dämme später nur gering ist, und der Boden fast die gleiche Dichtigkeit wie gewachsener Boden erhält. Beim Schütten dieser Zwischendämmchen rollen naturgemäß Steine zu beiden Seiten herab und bilden Steindrainagen. Diese Steindrainagen sind ungefährlich, weil sie beim nächsten Arbeitsvorgang wieder mit Boden bedeckt werden, und zwar wird dieser Boden wieder durch die Fallenergie stark in sie hineingepreßt.

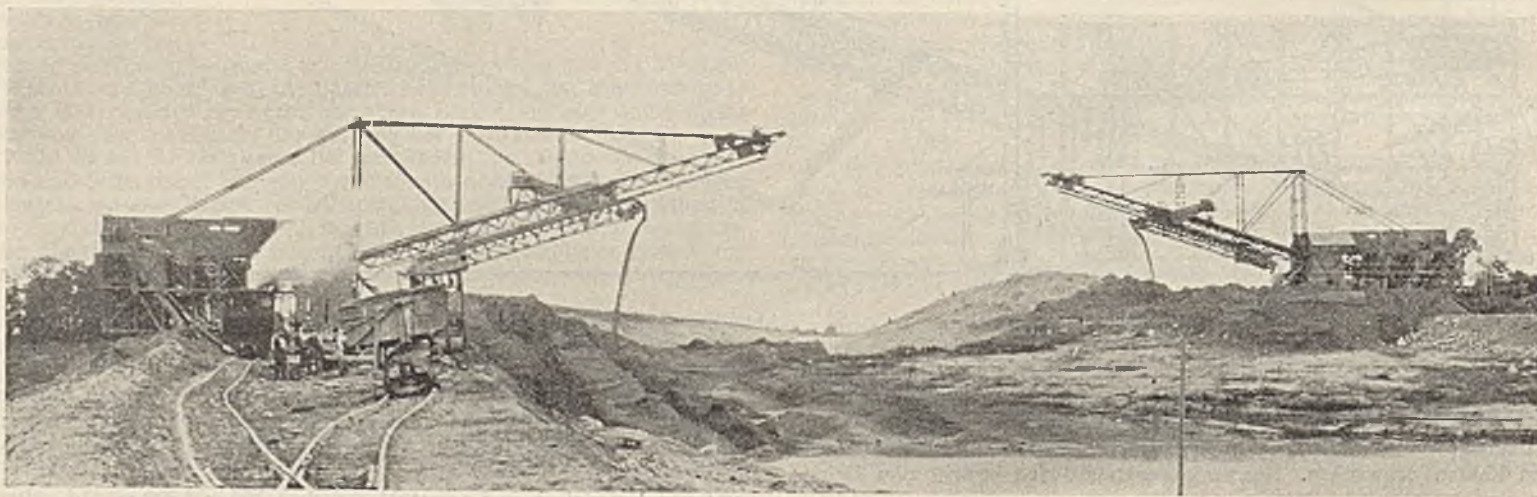


Abb. 5. Blick gegen die Arbeitsrichtung.

Im übrigen laufen diese Steindrainagen parallel des Dammes und sind, auch wenn sie nicht vollständig beseitigt würden, ungefährlich. Sie lassen sich völlig vermeiden, wenn das Unterband der Maschine öfter bewegt wird und die Höhe der kleinen Dämmchen mäßig gehalten wird.

Will man sich zur Herstellung eines dichten Dammes mit der Verdichtung des Materials durch das Fallen noch nicht zufrieden geben, so ist es möglich, durch Bewässerungseinrichtungen am fahrbaren Gurtförderer, die von einer Pumpe in der Maschine gespeist werden, den geschütteten Boden noch zu bewässern. Die beim Shannonbau tätigen Maschinen haben diese Einrichtung, nur ist sie als überflüssig nicht benutzt worden. Der Boden der Shannondämme ist beim Einbringen sehr feucht und wird durch den dauernden Regen stark bewässert, so daß eine künstliche Bewässerung als überflüssig angesehen wurde (Abb. 5).

Die Maschine läßt sich weiter mit Vorteil zum Planieren der Dämme benutzen, indem sie der Planierkolonne das notwendige Material, so wie es erforderlich ist, zuführt. Weiter kann der gesamte Mutterboden zur Abdeckung der Dämme mit der Maschine leicht und billig aufgebracht und gleichzeitig über die ganze Dammfläche verteilt werden (Abb. 6).

Einen weiteren Nebenvorteil bietet der Dammschütter durch seine Fähigkeit, das Material auch hinten heraus schütten zu können. Im stark welligen Gelände, wie es beim Shannonbau auftritt, muß das Gleis verhältnismäßig oft auf zum Ausgleich der Steigungen notwendigen Dämmen verlegt werden. Diese Dämme werden, um den Betrieb nicht zu unter-

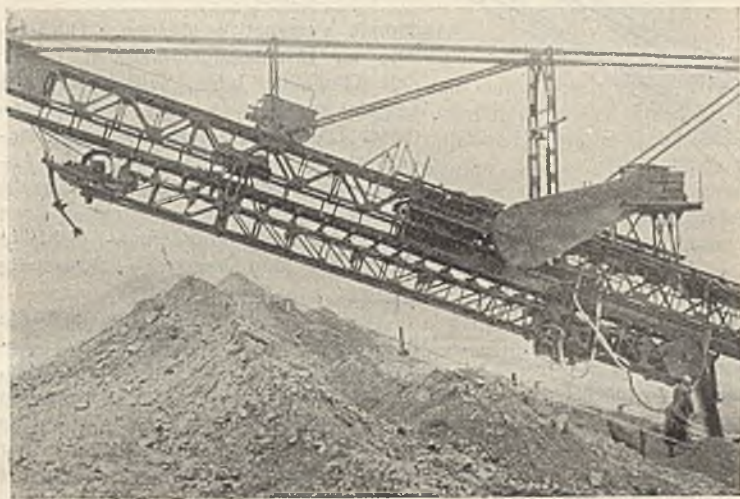


Abb. 6. Zuführung des Materials für das Planieren der hergestellten Dämme.

sich im Dammschütterbetrieb gut bewährt, wiegen für 1 m^3 gefördertes Material nicht mehr als die alten Holzkastkipper und erfordern verhältnismäßig wenig Ausbesserungen. Eine mit großen Maschinen versehene Baustelle wird stets über eine Werkstatt verfügen, die eiserne Wagen ebenso leicht ausbessern kann als hölzerne.

Für den Gesamtbetrieb des Dammschütters ist es notwendig, das Gleis mittels einer Gleisrückmaschine zu bewegen, um wirtschaftlich arbeiten zu können. Da ein Dammschütter stets mit mehreren Baggern zusammen arbeitet, so lohnt es sich, eine Gleisrückmaschine für alle gemeinsam zu verwenden.

Das wirtschaftliche Ergebnis bei der Herstellung der Shannondämme ist so, daß das Verarbeiten des Bodens zu den Dämmen für alle Bodenarten ungefähr mit den Kosten geleistet werden kann, die sonst für normale Ablagerungskippen bei guten Bodenverhältnissen gebraucht werden. Aber auch für Ablagerungskippen ist der Dammschütter nach den wirtschaftlichen Erfahrungen mit vollem Erfolg zu verwenden, da hier die Gleisrückarbeiten sich stark vermindern und die Planierungsarbeiten wegfallen. Die Leistung des Dammschütters kann daher bei einfachen Ablagerungskippen beträchtlich gesteigert werden, und somit werden auch die Kosten der Einheit hier geringer ausfallen als bei dem gewöhnlichen Kippen ohne Maschinen. Der beim Shannonbau in Betrieb befindliche Dammschütter erlaubt, ohne Gleisrücken von einer Gleislage aus rd. 500 m^3 Boden für 1 lfd. m Gleis abzulagern. Ohne Gleisrücken

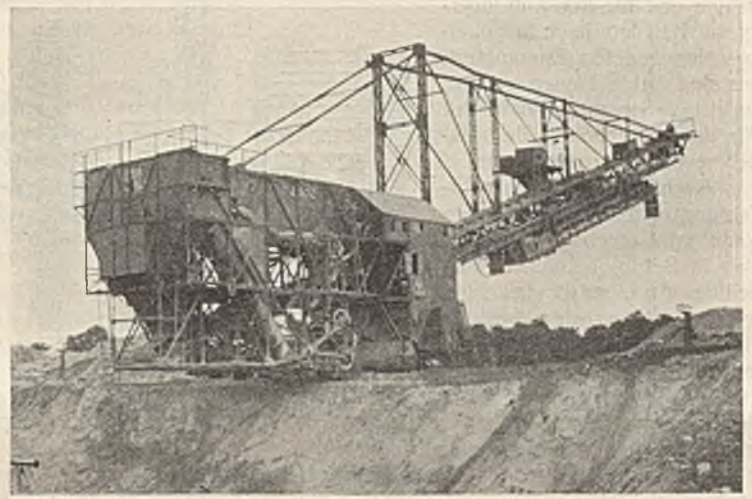


Abb. 7. Schütten der Maschine nach der hinteren Seite.

brechen und um das schnelle Kippen der Züge auch hierbei auszunutzen, mittels des Dammschütters geschüttet, der hierbei nach hinten das Material abwirft (Abb. 7).

Der Dammschütter kann im übrigen Steigungen bis zu $1:20$ fahren, jedoch läßt sich dies für den Betrieb mit Rücksicht auf die für die Transportzüge zulässige Steigung nicht ausnutzen.

Die mit dem Dammschütter gemachten wirtschaftlichen Erfahrungen sind recht günstige. Zu seiner Bedienung selbst sind 4 Mann erforderlich, während für den Gleisbau, das eigentliche Kippen, die Gleisunterhaltung und das Wegschaukeln der längs des Gleises nach dem Kippen stehbleibenden Erdkanten ein Trupp von etwa 15 Mann gebraucht wird. Das Freimachen des Gleises nach dem Kippen der Züge mittels eines Planierpfluges ist nur möglich, wenn der Dammschütter im Kopfbetriebe beschickt wird. Bei durchlaufendem Betrieb müßte jeder der Transportzüge, um Störungen zu vermeiden, einen solchen Pflug haben. Der Gewinn durch einen Planierpflug ist gering und seine Anwendung auch hier nicht zu empfehlen. Wichtig für den schnellen Betrieb eines Dammschütters ist die Verwendung von Selbstkippern, damit das eigentliche Kippen möglichst rasch vonstatten geht.

Bei der Wichtigkeit der Beschaffenheit des Transportwagens für einen Schüttbaggerbetrieb seien folgende Bemerkungen eingeschaltet:

Der Selbstkipper stellt einen für den maschinellen Betrieb recht brauchbaren Wagen dar, da er die Kippzeit auf das geringste mögliche Maß verringert und normalerweise durch einen Mann bedient werden kann. Kippketten oder Kipphebel können aber auch bei diesen Wagen nicht entbehrt werden. Alle Versuche, einen Erdzug maschinell auf einmal zu kippen, müssen als abwegig betrachtet werden. Das längs des Kippgrabens verlaufende Gleis wird, sobald mehr als ein Wagen gleichzeitig gekippt wird, unfehlbar mit dem gesamten Zug abstürzen. Das maschinelle Kippen der Wagen einzeln von der Lokomotive aus bringt keinen Vorteil und macht den Betrieb nur umständlich. Der Selbstkipper stellt daher wohl das am weitesten maschinell ausgebildete Transportgerät für maschinelles Kippen dar. Die aus Eisen gebauten Selbstkipper haben

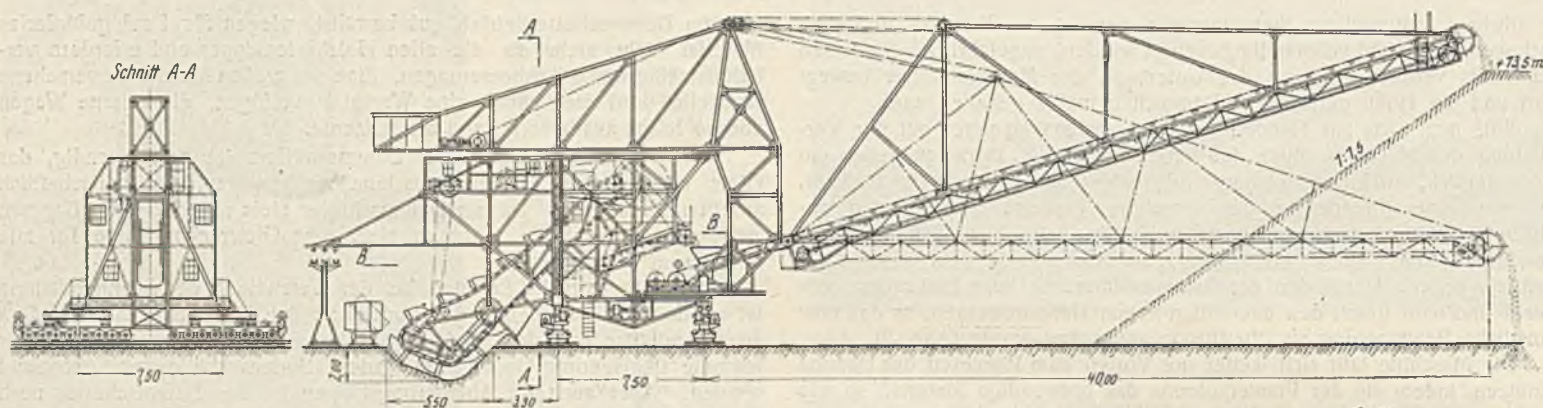
können daher bei 300 m normaler Gleislänge $150\,000 \text{ m}^3$ Boden in ebenem Gelände abgelagert werden.

Inzwischen hat die Firma Fried. Krupp eine neue Konstruktion eines Dammschütters herausgebracht, die in Abb. 8 dargestellt ist. Die Maschine hat einen um 180° drehbaren Ausleger und braucht deswegen kein fahrbares Unterband. Sie kann jeden Punkt unter dem Ausleger durch die Drehung bestreichen und hat immer die größte Fallhöhe für das Material. Diese Einrichtung bietet Vor- und Nachteile. Die Maschine ist einfacher durch Wegfall des Unterbandes, aber verwickelter durch die Dreheinrichtung. Sollen wie bei Dammbauten genaue Profile geschüttet werden, so ist es schon bei den am Shannonbau in Betrieb befindlichen Dammschütern schwierig, dies vom Führerstand genau auszuführen. Der Ausleger bildet aber hierbei stets eine Art Lehre und ermöglicht es dem Führer, Profilüberschreitungen zu vermeiden. Beim drehbaren Ausleger ist die Gefahr der Profilüberschreitung außerordentlich groß, und es wird öfters vorkommen, daß die Maschine sich ihr Profil zuschüttet. Die Regelung der Zugzufuhr zur Maschine bei verschiedenem Material, das bei Dammschüttungen verschieden eingesetzt werden muß, ist bei dem drehbaren Ausleger wesentlich schwieriger als bei dem festen, da bei festem Ausleger das gekippte Material immer vor der Kippstelle in den Damm eingebracht werden muß, während bei drehbarem Ausleger die Verwendungsstelle zunächst noch unbestimmt ist.

Der Vorteil der großen Fallhöhe bei dem drehbaren Ausleger ist nur scheinbar, da bei dem festen Ausleger die Wasserseite der Dämme und der untere Teil der Dämme, auf den es ankommt, auch stets mit größter Fallhöhe geschüttet werden. Die oberen Teile des Dammes und die Landseite erfordern keine so feste Lagerung und können daher unbedenklich mit niedrigerer Fallhöhe geschüttet werden.

Die Aufteilung des Fahrgleises des neuen Dammschütters in zwei unabhängige Gleise ist wirtschaftlich zu begrüßen. Ein Urteil über ihre Betriebssicherheit kann nur auf Grund der Erfahrungen gegeben werden.

Die Drehbarkeit des Auslegers bedingt die Anordnung des Zufahrtgleises hinter der Maschine. Diese Anordnung bringt für das Tiefbau-



gewerbe einen großen Nachteil mit sich, wenn es sich darum handelt, lange und unebene Strecken mit dem Dammschütter zu befahren. Es müssen dann stets zwei Pläne vorbereitet werden: das Planum für die eigentliche Maschine und für das Zubringergleis. Bei dem beim Shannonbau verwendeten Dammschütter sind beide Pläne vereint, was einen wesentlichen Vorteil für die Verwendung der Maschine im Tiefbau darstellt.

Nach den bisherigen Erfahrungen mit Dammschütlern kann wohl die beim Shannonbau in Betrieb befindliche Maschine als eine durchaus glückliche Lösung der Aufgabe, das Kippen großer Erdmassen maschinell durchzuführen, betrachtet werden, und in gemeinsamer Zusammenarbeit zwischen Maschinenbau und Tiefbau wird sich die Einführung solcher Kippmaschinen immer umfangreicher gestalten.

Die Eigenschaft des Dammschütters, die Dämme sofort in einem stark verdichteten Zustande, der fast dem des gewachsenen Bodens gleichkommt, herzustellen, läßt ihn besonders zur Herstellung hoher Eisenbahn-

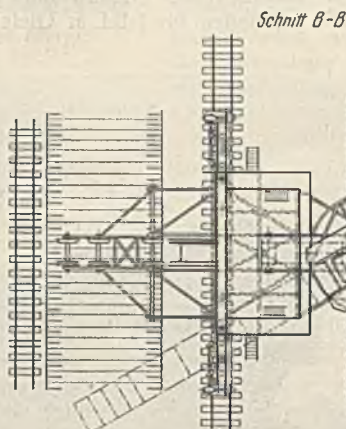


Abb. 8.

dämme geeignet erscheinen. Die Unfälle an Eisenbahndämmen in letzter Zeit (Gießhübel i./Sa., Sellerhausen bei Leipzig) zwingen dazu, der Schüttweise dieser Dämme besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Hier kann die Anwendung eines Dammschütters nicht nur aus wirtschaftlichen, sondern auch aus technischen Gründen — dichteste Herstellung des Dammes — notwendig werden.

Es ist selbstverständlich, daß die hohe Transport-, Montage- und Anschaffungskosten notwendig machenden Maschinen zunächst nur für große umfangreiche Massen eingesetzt werden können. Doch auch bei kleineren Erdarbeiten können gegebenenfalls kleinere Maschinen dieser Art von Nutzen sein, und es ist Sache der Tiefbauingenieure, dem Maschinenbau die hierfür notwendigen Aufgaben zu stellen und sie gemäß den Erfordernissen der Praxis von ihm durchführen zu lassen.

Alle Rechte vorbehalten.

Strömungsverhältnisse bei einem Klappenwehr.

Von Dipl.-Ing. Wolfgang Darnedde, Hannover.

Ein Klappenwehr besteht bekanntlich aus einem festen oder als Schütz ausgebildeten Wehrkörper, auf dem eine um eine wagerechte Welle drehbare Klappe angeordnet ist. Der untere Wehrkörper kann auch fehlen. Der Zweck der Klappe ist der, daß man durch ihr Heben oder Senken den Oberwasserspiegel auch bei veränderlicher Wassermenge konstant halten kann. Nun war bisher nicht bekannt, wie sich die über die Wehrklappe fließende Wassermenge mit der Neigung der Klappe ändert, immer konstanten Oberwasserspiegel vorausgesetzt. Diese Frage ist aber sehr wichtig für die Länge der Klappe und damit für die Baukosten der Anlage, da die Klappenlänge im allgemeinen so bemessen werden muß, daß bei gesenkter Stellung eine bestimmte Höchstwassermenge überfließen muß ohne Steigen des Oberwasserspiegels. Weiterhin war bisher nicht bekannt, wie sich das Drehmoment des Wassers um die Wellenachse ändert mit zunehmender Klappenneigung. Diese Frage ist aber von Bedeutung für die Bemessung des Antriebsmechanismus.

Um diese Fragen zu klären, regte Prof. Kulka an, Versuche in dieser Richtung an einem Wehrmodell vorzunehmen. Dieser Gedanke kam im Sommer 1926 zur Ausführung. Die Versuche wurden in dem unter der Leitung von Prof. Oesterlen stehenden Laboratorium für Wasserkraftmaschinen der Technischen Hochschule Hannover durchgeführt. Demnächst erscheint darüber eine Dissertation. Hier sollen nur die wichtigsten Ergebnisse dieser Versuche mitgeteilt werden.

Das Wehrmodell wurde in eine Versuchsrinne von 0,35 m Breite und 0,70 m Tiefe eingebaut. Die Seitenwände waren aus Glas hergestellt, so daß man alle Vorgänge gut beobachten konnte. Die Konstruktion des Modells ist aus Abb. 1 zu ersehen. Die bewegliche Klappe war nicht gegen die seitlichen Glaswände abgedichtet, um eine möglichst reibungsfreie Bewegung zu gewährleisten. Dadurch ging allerdings etwas Wasser an der Seite verloren, doch machte das noch nicht $\frac{1}{3}\%$ der Gesamt-

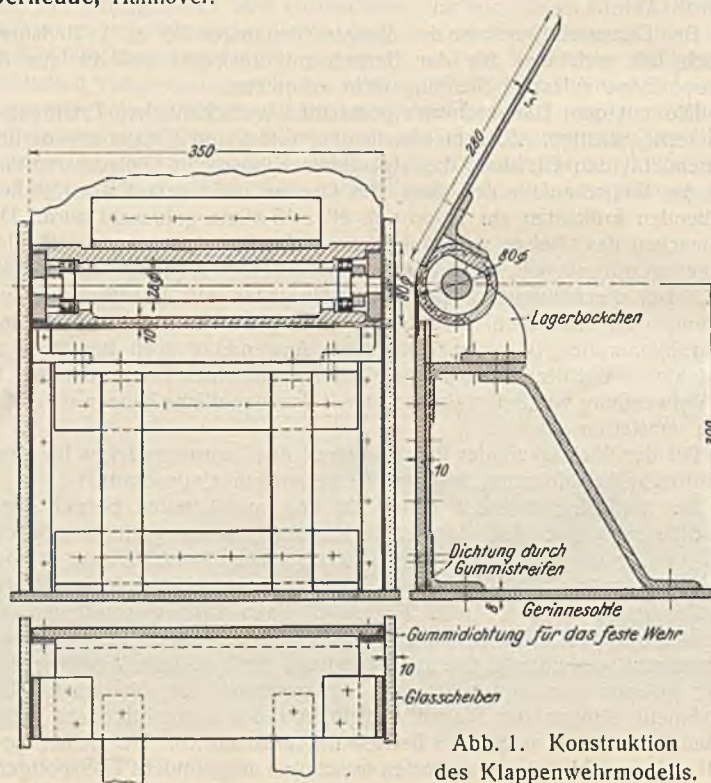


Abb. 1. Konstruktion des Klappenwehrmodells.

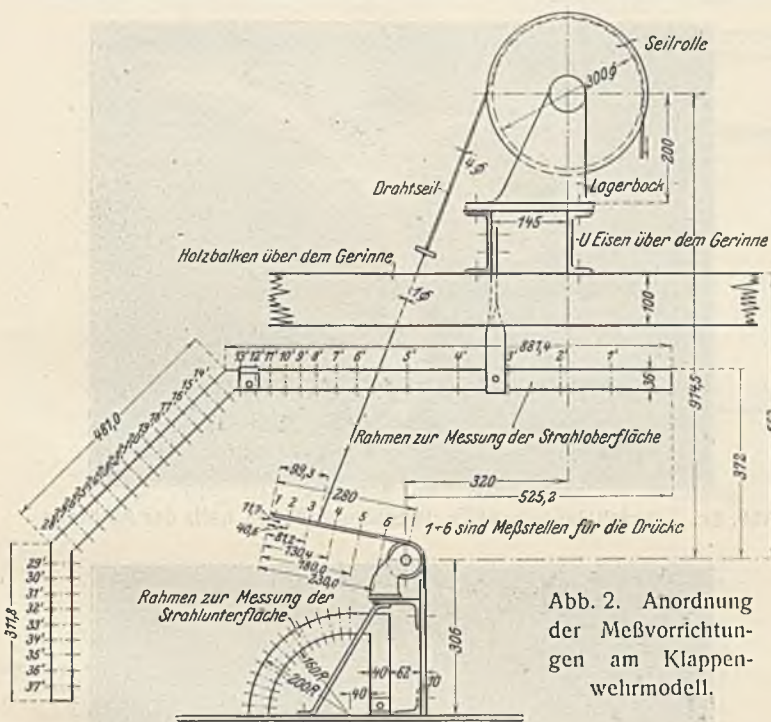


Abb. 2. Anordnung der Meßvorrichtungen am Klappenwehrmodell.

wassermenge aus. Die Klappe war an den Seiten durch dünne Klaviersaitendrähte aufgehängt. Diese Drähte wurden über eine Rolle geführt, so daß der Wasserdruck unmittelbar durch angehängte Gewichte abgewogen werden konnte. Zur Messung des Druckverlaufs längs der Klappe waren mehrere Druckmeßstellen angebracht in Gestalt von kleinen Piezometerrohren. Die Größe des Druckes konnte dann bequem abgelesen werden durch Beobachten des Wasserspiegels in den Glasröhren, die mit den Druckmeßstellen verbunden waren.

Um auch die Strahlbegrenzung messen zu können, wurden in einem über dem Gerinne liegenden Flacheisen genau in der Strömungsebene liegende Löcher gebohrt, in denen Messingstifte verschiebbar waren. Diese wurden bis an den Strahl herangeführt. Der Augenblick, in dem sie ihn berührten, war sehr gut erkennbar infolge des Zerreißens des Strahles. Auf diese Weise konnte der Strahlverlauf „abgesteckt“ und nach Abstellen des Wassers ausgemessen werden. Die Anordnung der Meßvorrichtung ist in Abb. 2 u. 3 zu erkennen.

Um auch den Einfluß der runden Welle auf den Strömungsverlauf kennen zu lernen, wurde in einigen Versuchen der allmähliche Übergang vom festen Wehr zur Klappe durch

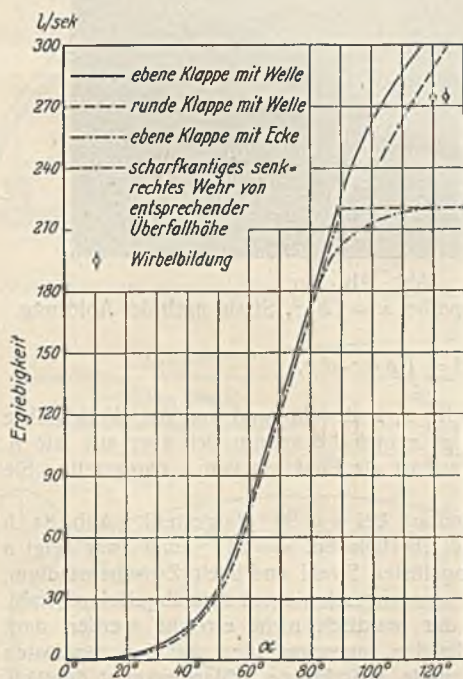


Abb. 4. Abhängigkeit der Wassermenge von der Klappenneigung bei gleichbleibendem Oberwasserspiegel.

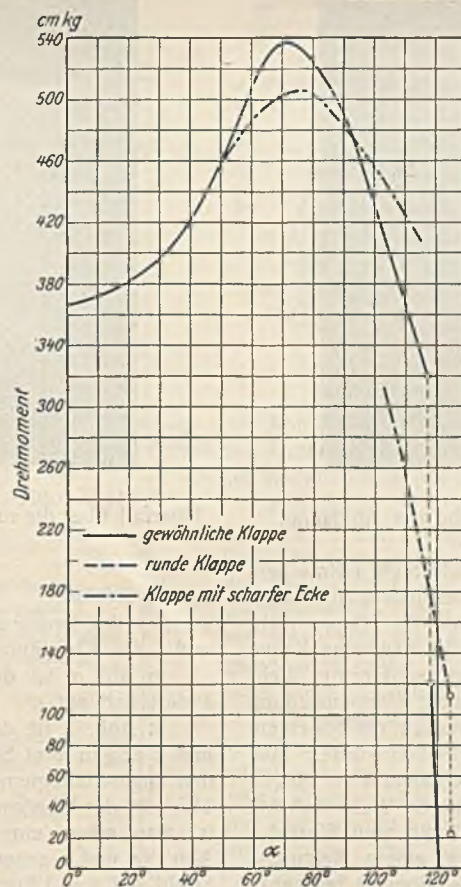


Abb. 5. Das Drehmoment des Wassers um die Wellenachse abhängig vom Klappenneigungswinkel.

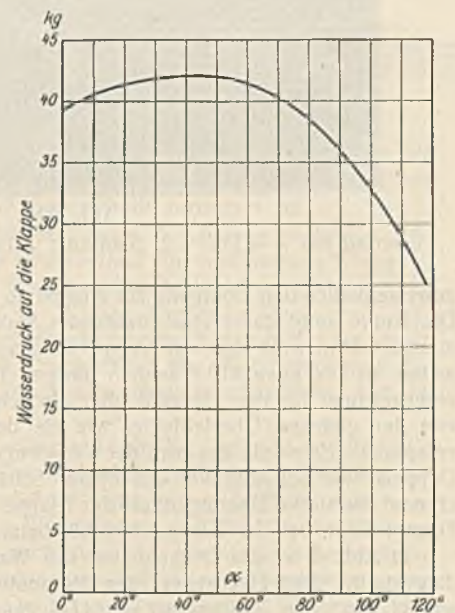


Abb. 6. Abhängigkeit der Wasserauflast vom Klappenneigungswinkel.

eine scharfe Ecke ersetzt. Ferner wurde die ebene Klappe durch eine runde ersetzt, die sich dem Strahlenverlauf gut anpaßte, um zu sehen, ob die Ergiebigkeit dadurch gesteigert werden könnte.

Gemessen wurde zunächst die über die Klappe fließende Wassermenge bei verschiedenen Neigungswinkeln der Klappe. Der Oberwasserspiegel war dabei stets gerade so hoch, daß bei senkrechter Klappenstellung kein Wasser mehr überfließen konnte. Das Ergebnis ist in Abb. 4 dargestellt, und zwar auf eine Wehrbreite von 1 m umgerechnet (die gemessenen Werte mußten zu diesem Zwecke mit $\frac{1}{0,35}$ multipliziert werden).

Mit α ist dabei der Winkel der Klappe gegen die Lotrechte bezeichnet, so daß $\alpha = 0$ senkrechte Klappenstellung bedeutet. Will man die Messungsergebnisse auf große Ausführungen anwenden, so muß man die hier gemessene Wassermenge mit $n \sqrt{n}$ multiplizieren, wenn n das Vergrößerungsverhältnis bedeutet. Die Richtigkeit ist sofort aus der bekannten Überfallformel $Q_1 = \frac{2}{3} \mu h \sqrt{2gh}$ (für 1 m Wehrbreite) zu erkennen, wenn h die Überfallhöhe bedeutet, die sich wie n ändert. Dabei ist allerdings Unveränderlichkeit von μ bei der Vergrößerung vorausgesetzt. Diese Voraussetzung ist jedoch berechtigt, da der Überfall bei ähnlicher Vergrößerung der Klappe sich auch ähnlich vergrößert, wie alle in dieser Richtung angestellten Versuche bewiesen haben (Bazin, Frese usw.).

Aus den Kurven der Abb. 4 erkennt man, wieviel günstiger das Klappenwehr mit Welle ist gegenüber dem Wehr mit scharfer Ecke. Das ist auch verständlich, da bei der scharfen Ecke notwendig eine Strahlablösung eintreten muß, die starke Wirbelverluste zur Folge hat. Gerade bei weit geneigter Klappe, etwa bei $\alpha = 110^\circ$, macht sich der Unterschied sehr stark bemerkbar. Senkt man noch weiter, so tritt auch bei der runden Welle ein Ablösen ein, der Strahl kann

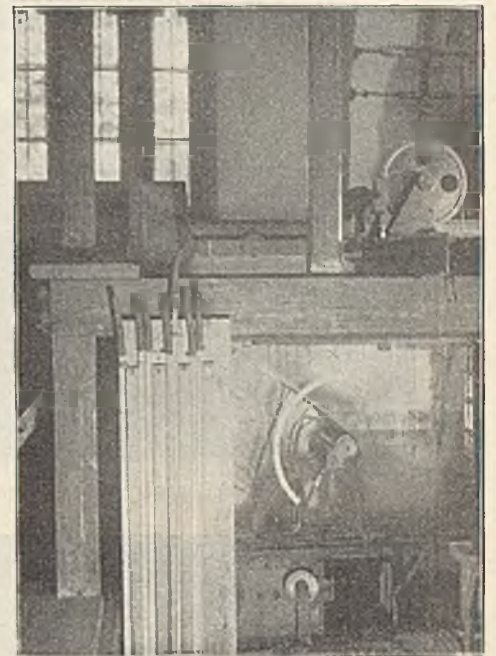


Abb. 3. Gesamtansicht der Versuchsanordnung.

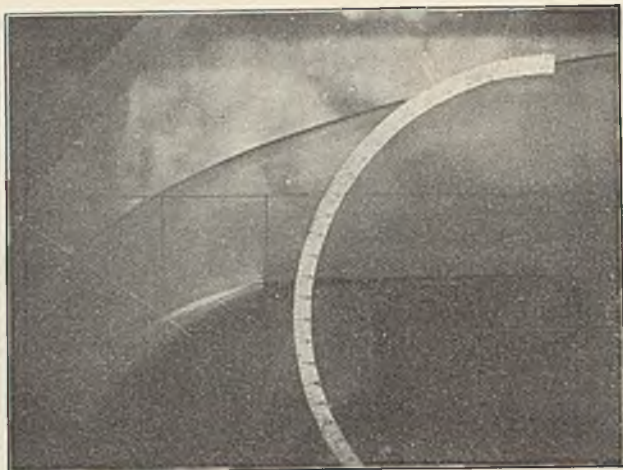


Abb. 7. Überfall bei wagerechter Klappenstellung, $\alpha = 90^\circ$.

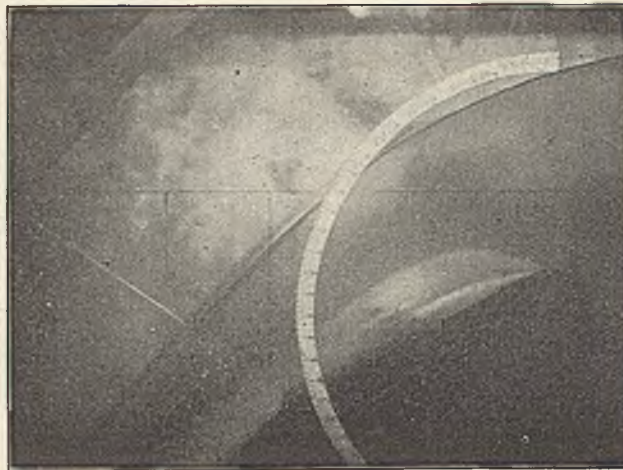


Abb. 8c. Überfall bei $\alpha = 117^\circ$, 3. Stadium: Strahl nach der Ablösung.



Abb. 8a.

Überfall bei $\alpha = 117^\circ$; 1. Stadium: Strahl vor der Ablösung.

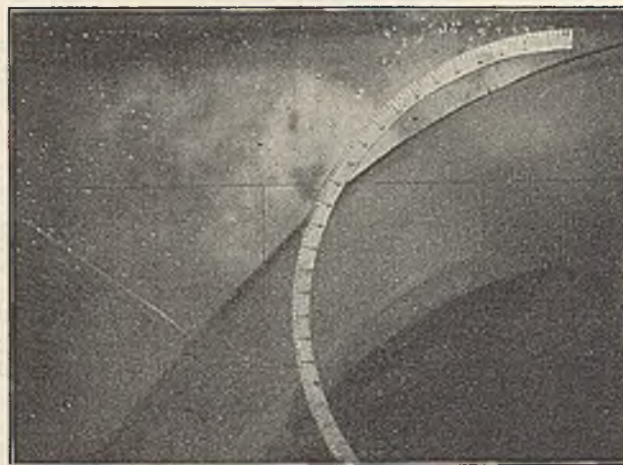


Abb. 9a.

Überfall über die runde Klappe bei $\alpha = 120^\circ$, Strahl vor der Ablösung.

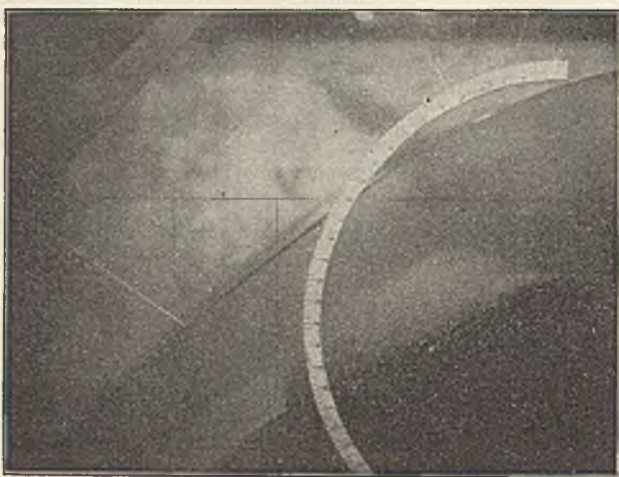


Abb. 8b.

Überfall bei $\alpha = 117^\circ$, 2. Stadium: Strahl während der Ablösung.

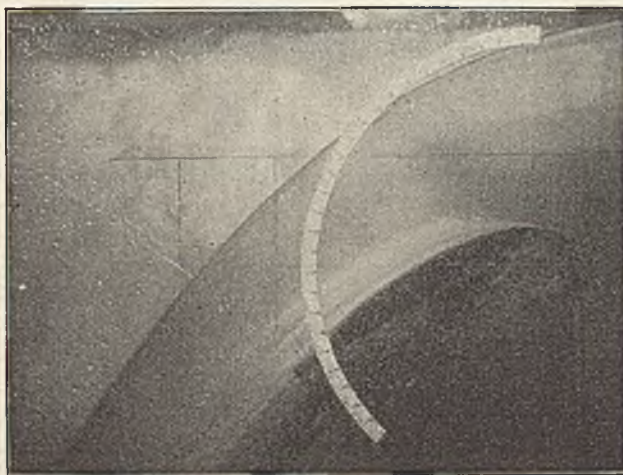


Abb. 9b.

Überfall über die runde Klappe bei $\alpha = 120^\circ$, Strahl nach der Ablösung.

gewissermaßen den Übergang zur Klappe so schnell nicht mehr mitmachen. Die Kurve zeigt dabei ein bedeutendes Sinken der überfließenden Wassermenge. Man wird also zur Vermeidung von Verlusten die Klappe nicht weiter als bis etwa 110° senken dürfen. In Abb. 4 ist noch eine Kurve eingezeichnet für den Überfall über ein scharfkantiges, senkrecht Wehr von der gleichen Überfallhöhe, wie sie der jeweiligen Klappenstellung entspricht. Es würde das etwa der Wassermenge entsprechen, die bei einem Doppelschütz bei Absenken des oberen Schützes überfließen würde. Man erkennt die starke Überlegenheit der Klappe. Der Koeffizient μ der obigen Formel liegt bei der Klappe bei 0,8, beim scharfkantigen Wehr bei 0,6.

In Abb. 5 ist das Drehmoment des Wassers abhängig vom Winkel α dargestellt. Der Höchstwert des Momentes liegt bei einem Neigungswinkel von etwa 70° und ist um 47% höher als das Moment bei senkrechter Klappenstellung. Auch Abb. 5 ist auf 1 m Wehrebite bezogen. Bei Vergrößerung der Klappe ändert sich das Moment mit n^3 , denn man kann M bestimmen aus der Gleichung

$$M = \int_0^l p \cdot x \cdot dx,$$

wenn p der Druck an der Stelle x , x der Abstand von der Wellenachse und l die Klappenlänge ist. p , x und dx ändern sich aber alle wie n .

In Abb. 6 ist die Wasserauflast als Funktion von α dargestellt. Sie ändert sich mit n^2 .

In Abb. 7 ist der Strahlverlauf bei $\alpha = 90^\circ$ dargestellt. Abb. 8a, b und c zeigen drei Stadien des Überfalls bei $\alpha = 117^\circ$, und zwar zeigt a den angeschmiegtten, c den abgelösten Strahl und b ein Zwischenstadium. 117° ist das Übergangsgebiet vom angeschmiegtten zum abgelösten Strahl, ist also schon ein Winkel, der praktisch nicht erreicht werden darf. Abb. 9a und b zeigen ebenfalls den angeschmiegtten und den abgelösten Strahl bei $\alpha = 120^\circ$ für die runde Wehrklappe. Man erkennt deutlich, wie sich der Strahl nach der Ablösung gehoben hat, was durch die Vergrößerung des Durchflußquerschnitts und damit der Wassermenge bei Auftreten des Wirbels bedingt ist.

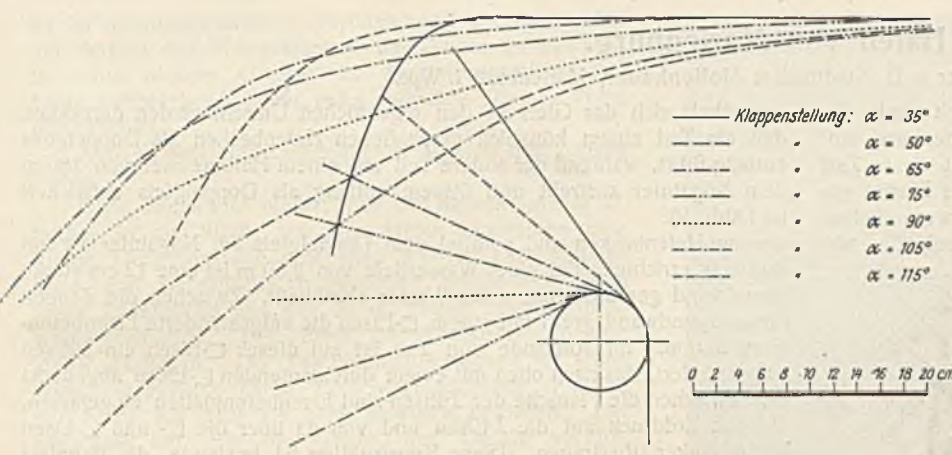


Abb. 10. Änderung der Überfallkurve bei Änderung des Klappenöffnungswinkels.

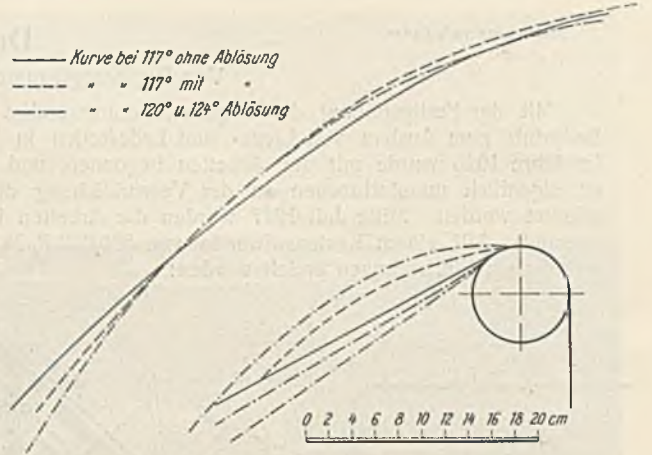


Abb. 11. Änderung der Überfallkurve durch die Strahlablösung bei $\alpha = 117^\circ$.

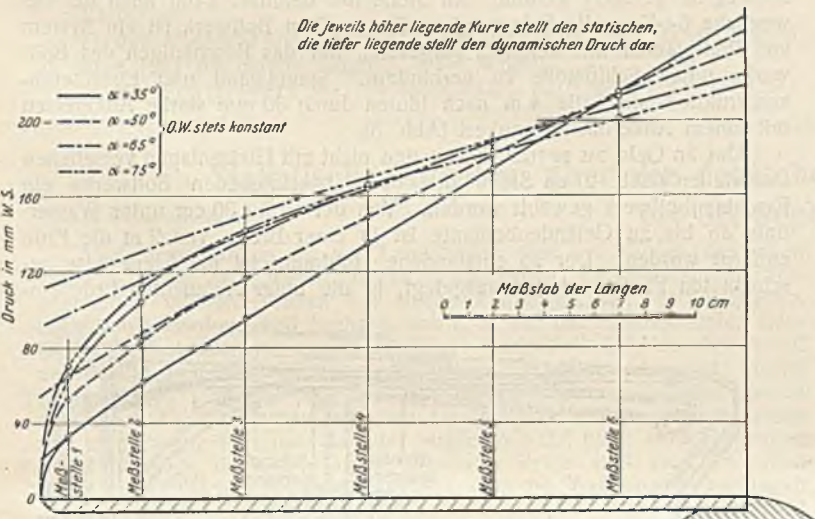


Abb. 12a. Statischer und dynamischer Druckverlauf bei spitzen Winkeln α .

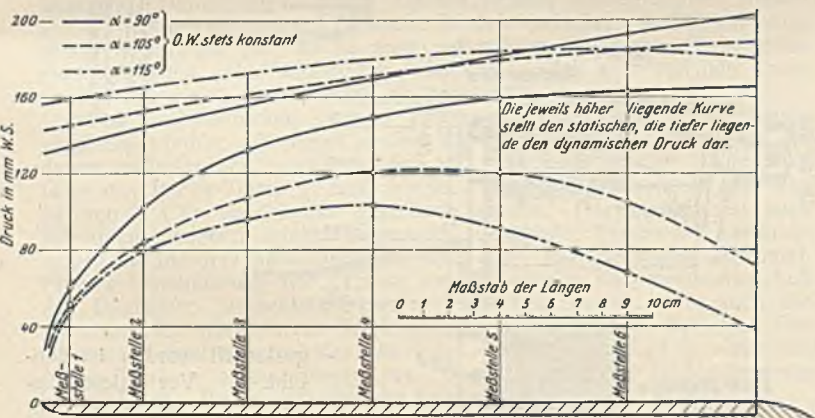


Abb. 12b. Statischer und dynamischer Druckverlauf bei $\alpha = 90^\circ, 105^\circ$ u. 115° .

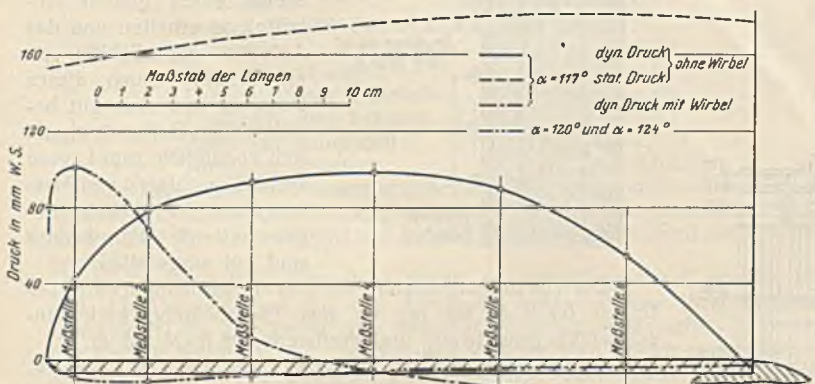


Abb. 12c. Statischer und dynamischer Druckverlauf bei $\alpha = 117^\circ$.

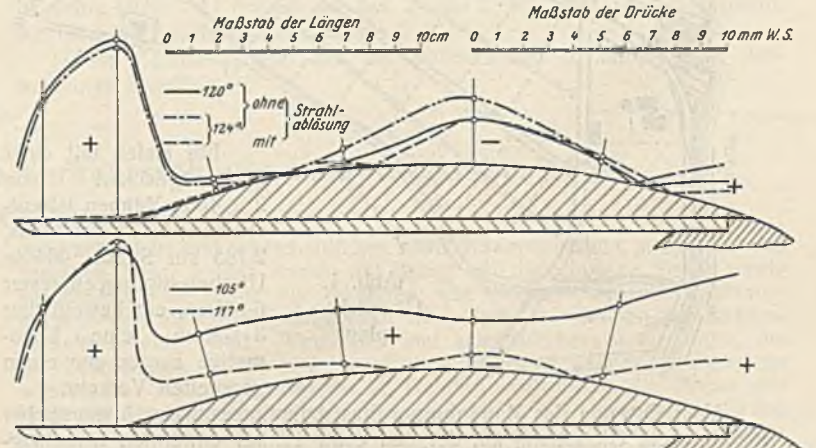


Abb. 13. Druckverlauf beim Wehr mit runder Klappe.

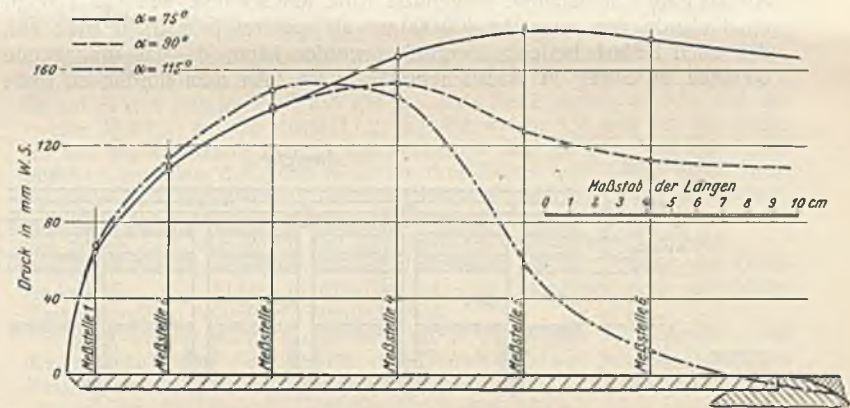


Abb. 14. Druckverlauf beim Wehr mit scharfer Ecke.

Abb. 10 zeigt die Änderung der oberen Strahlbegrenzungskurve bei der Änderung von α , Abb. 11 die typische Hebung dieser Kurve durch die Wirbelbildung, da der Durchflußquerschnitt verringert ist.

Endlich ist noch der Druckverlauf längs der Klappe zu bestimmen. Abb. 12a, b und c zeigen diesen Druckverlauf für verschiedene Winkel α . Dabei ist auch gleichzeitig der „statische“ Druckverlauf angegeben, d. h. der Druckverlauf, der der über der Klappe liegenden Wassersäule entsprechen würde. Man erkennt sofort, wie ungünstig man früher gerechnet hat, wenn man diesen statischen Druckverlauf der Wehrberechnung zugrunde legte. Abb. 13 zeigt den Druckverlauf beim runden Wehr, Abb. 14 beim Wehr mit scharfer Ecke.

Die gefundenen Ergebnisse stimmen recht befriedigend mit den aus der Potentialtheorie folgenden Strömungsbildern überein. Wie die erwähnte Dissertation genauer ausführen wird, ist es möglich, ohne vorherige Kenntnis der Überfallkurve Wassermenge und Druck zu bestimmen, und zwar sowohl analytisch wie auch durch das graphische Netzverfahren von Runge. Das steht in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Prof. Kulka (Strömungen und Drücke an beweglichen Wehren; „Die Bautechnik“ 1926, Heft 43 u. 45), der die von Koch angestellten Versuche (vergl. Koch: Von der Bewegung des Wassers und den dabei auftretenden Kräften) an einem Walzenwehr benutzt hat, um die Übereinstimmung mit der Potentialtheorie zu zeigen.

Alle Rechte vorbehalten.

Der Hafen von Marienburg.

Von Regierungsbaumeister a. D. Stadtbaurat Mollenhauer, Marienburg i. Wpr.

Mit der Fertigstellung der Nogatregulierung stellte sich auch das Bedürfnis zum Ausbau von Liege- und Ladestellen in Marienburg ein. Im Jahre 1920 wurde mit den Arbeiten begonnen, und seit dieser Zeit ist eigentlich ununterbrochen an der Verwirklichung dieses Planes gearbeitet worden. Mitte Juli 1927 wurden die Arbeiten im wesentlichen beendet. Mit einem Kostenaufwande von 500 000 R.-M. sind folgende technischen Einrichtungen erzielt worden:

entwickelt sich das Gleis in den eigentlichen Umschlaghafen dergestalt, daß ein Teil einem künstlich geschaffenen Hafenbecken als Doppelgleis entlang führt, während der andere Teil mit einem Halbmesser von 180 m dem Nogatufer zustrebt und diesem entlang als Doppelgleis entwickelt ist (Abb. 2).

Im Hafenbecken und parallel dem Doppelgleis am Nogatufer ist ein Bollwerk errichtet. Bei einer Wassertiefe von 2,50 m ist eine 12 cm starke Spundwand gerammt, die unter Wasser abschließt. Zwischen die Zangen dieser Spundwand greift mit einem □-Eisen die aufgeständerte Eisenbetonkonstruktion. Im Abstände von 2 m ist auf dieses □-Eisen ein I-Eisen aufgeständert, das nach oben mit einem durchlaufenden L-Eisen abgedeckt ist. Zwischen die Flansche der I-Eisen sind Eisenbetonplatten eingelassen, die den Erddruck auf die I-Eisen und von da über die □- und L-Eisen in die Anker übertragen. Diese Konstruktion ist in Abstände auf dem Gleis in 3,50 m Abstand von dem Bollwerk zu tragen. Außerdem kann zwischen Bollwerk und freiem Bahnprofil eine Auflast von 2000 kg/m² gelagert werden. An Stelle der Bahnlast kann auch der bewegliche 6-t-Kran die Belastung ausüben. Dem Bollwerk ist ein System von Prellpfählen mit Reibholz vorgesetzt, um das Beschädigen des Bollwerks durch Schiffstöße zu verhindern. Spundwand und Eisenbetonkonstruktion sind alle 4 m nach hinten durch 30 mm starke Ankereisen mit einem Ankerbock verankert (Abb. 3).

Um an Geld zu sparen, ist an den nicht mit Gleisanlagen versehenen Ladestellen (Abb. 2) an Stelle des oben beschriebenen Bollwerks ein Faschinenbollwerk gewählt worden. Von der Höhe 30 cm unter Wasserlinie ab bis zu Geländeoberkante ist in einer Breite von 2 m die Erde entfernt worden. Der so entstandene Hohlraum ist mit kreuzweise geschichteten Faschinenlagen ausgelegt, in die unter Anfeuchten Erde ein-

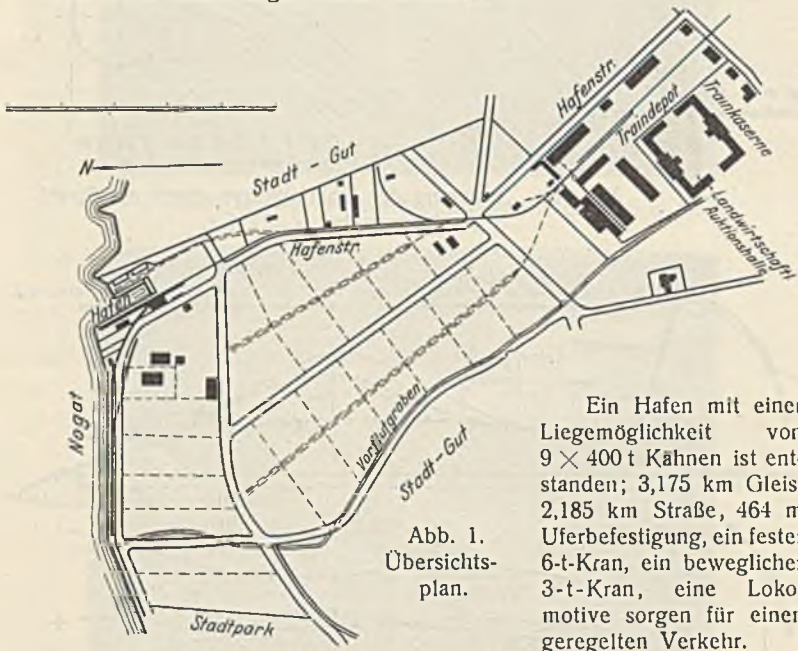


Abb. 1. Übersichtsplan. Ein Hafen mit einer Liegemöglichkeit von 9 x 400 t Kähnen ist entstanden; 3,175 km Gleis, 2,185 km Straße, 464 m Uferbefestigung, ein fester 6-t-Kran, ein beweglicher 3-t-Kran, eine Lokomotive sorgen für einen geregelten Verkehr.

Vom Ostende des Marienburger Staatsbahnhofes zweigt in nördlicher Richtung ein Gleisstrang ab, der den etwa 1,5 km entfernten Umschlaghafen an der Nogat mit der Staatsbahn verbindet. Das Gleis durchschneidet das ehemalige Traindepot, das heute von Fabrikbetrieben aller Art als Fabrikationsräume ausgenutzt wird, und schließt, wie Abb. 1 zeigt, ein Gelände von ungefähr 400 000 m² als späteres Industriegelände auf, das nach Bedarf beliebig vergrößert werden kann, da das umliegende Gelände durchweg in städtischem Besitz ist. An dem nördlichen Ende

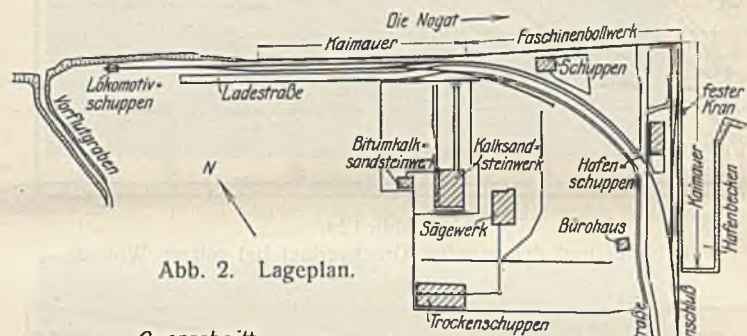


Abb. 2. Lageplan.

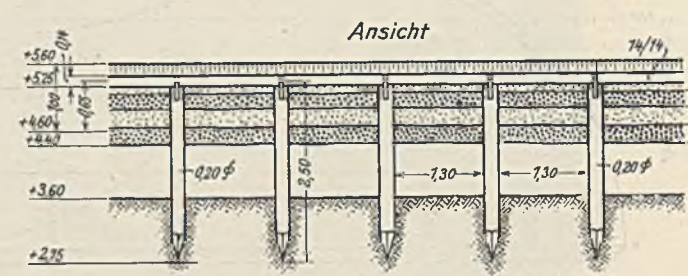


Abb. 4. Faschinenbollwerk am Nogathafen.

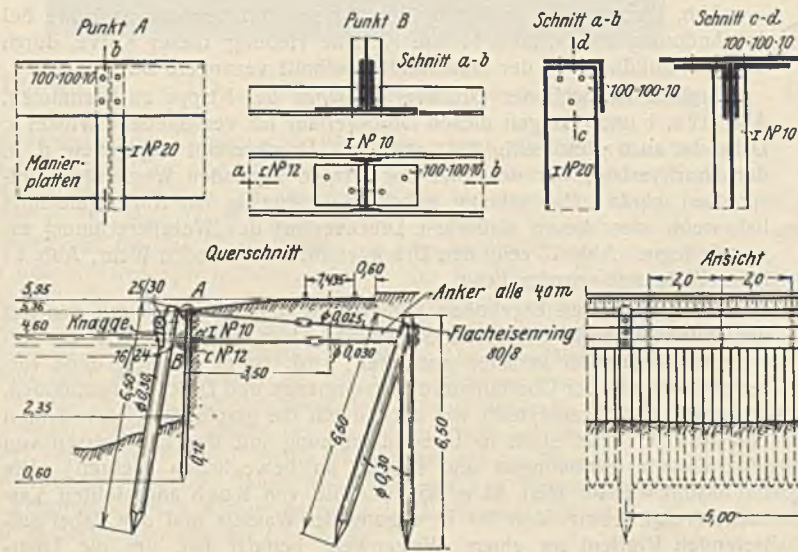
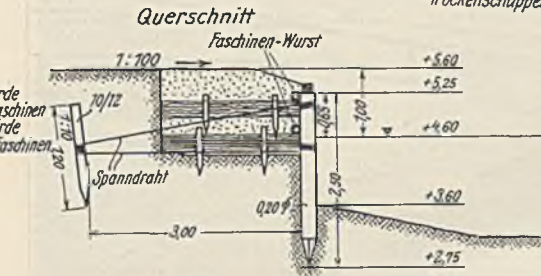


Abb. 3. Kaimauer am Umschlaghafen.

gestampft worden ist (Abbild. 4). Vor diese Faschinenpackung ist ein auf Pfählen ruhender Holm gesetzt, der nach hinten verankert ist, um auf diese Weise einen glatten Abschluß zu erhalten und das Anlegen der Schiffe zu erleichtern. Auch dieses Bollwerk hat sich gut bewährt. Das Bollwerk eignet sich vorzüglich zum Lagern bzw. Umschlagen von Massengütern. Probelastungen mit 2-t-Fuhrwerken sind gut ausgefallen.

Die Herstellungskosten für das Faschinenbollwerk betragen 65 R.-M./lfd. m, für das Eisenbetonbollwerk einschließlich Spundwand und Prellwerk 208 R.-M./lfd. m.

Die an und für sich einfachen und billigen Konstruktionen der Bollwerke sind nur dadurch möglich gewesen, daß die Nogat infolge der Regulierung einen dauernd gleichmäßigen Haltungswasserstand von 4,60 m über NN hat.

Es ist allerdings damit zu rechnen, daß in späterer Zeit ein Anstau des Wasserspiegels um 50 cm zu erwarten ist. Aus diesem Grunde ist die Konstruktionsoberkante entsprechend höher gelegt worden (25 bis 30 cm über HHW).

Abb. 5 gibt eine Gesamtübersicht über den ganzen Hafen.

Nicht unerwähnt bleibe, daß bei Stromkilometer 22, mitten in der Stadt, mit dem Hafen zusammen eine kleine Umschlagstelle geschaffen worden ist. Um an Lade- und Stapelfläche zu gewinnen, wurde eine 20 m lange Ladebrücke und ein 25 m langes Faschinenboilwerk geschaffen. Der Preis der Ladebrücke beträgt 200 R.-M./lfd. m. Der Faschinenboilwerkpreis ist schon oben angegeben. Diese Umschlageinrichtung inmitten der Stadt hat sich als sehr praktisch erwiesen. Der Umschlag hat sich hier gegen das Vorjahr verünfacht.

Über den allgemeinen Hafenverkehr sei kurz folgendes mitgeteilt:

- Es betrug
- a) der Eisenbahnwagenverkehr: im Jahre 1921: 1 063 Wagen, im Jahre 1927 bis einschl. August: 1 150 Wagen;
 - b) der Schiffsverkehr: im Jahre 1922: 134 Schiffe mit zus. 8 150 t,

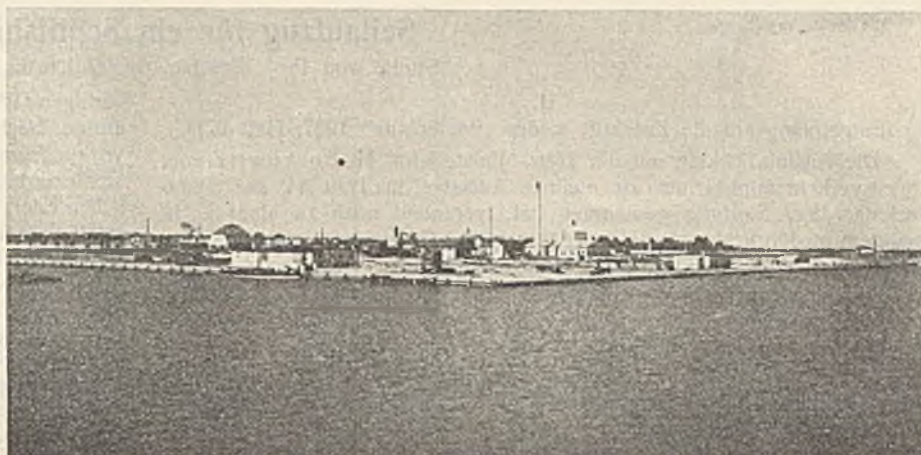


Abb. 5.

im Jahre 1926: 571 Schiffe mit zus. 23 633 t, im Jahre 1927 bis einschl. August: 642 Schiffe mit zus. 23 895 t.

Diese Zahlen zeigen, daß der Hafenverkehr in erfreulichem Aufschwunge begriffen ist.

Statistische Angaben über die deutsche Verkehrszählung vom 1. Oktober 1924 bis 30. September 1925.

Alle Rechte vorbehalten.

Verkehrszählungen auf den Landstraßen sind bei einigen deutschen Ländern schon seit vielen Jahren in größeren Zwischenräumen vorgenommen worden. Baden hat solche Zählungen seit 1850 betrieben, ebenso Württemberg und Sachsen, das z. B. auf der Internationalen Bau- und Kraftwagenverkehrszählung 1913 in Leipzig Zählungen angestellt hat, die den Anteil des Kraftwagenverkehrs erkennen lassen. Vielfach stammen solche Zählungen aus der Zeit nach dem Bau der Eisenbahnen, um den Einfluß des neuen Verkehrsmittels auf den Straßenverkehr festzustellen, wobei sich zumeist ergeben hat, daß der Straßenverkehr nicht zurückgegangen ist. Einheitlich für das gesamte Deutsche Reich sind zum erstenmal durch den Deutschen Straßenbauverband, dem die Straßenbauverwaltungen der preussischen Provinzen und der Länder angehören, vom 1. Oktober 1924 bis 30. September 1925 Verkehrszählungen veranstaltet worden, die zum Ziele hatten, den Einblick über den Anteil des Kraftwagenverkehrs am Landstraßenverkehr zu erhalten. An der Zählung hat sich auch der Deutsche Landkreistag beteiligt. Da der Verkehr auf 89 429 km Straßen gezählt worden ist und der Deutsche Straßenbauverband 51 560 km unter seiner Verwaltung hat, so ist auch auf nahezu 40 000 km Kreisstraßen gezählt worden. Man darf demnach annehmen, daß auch von den Kreisstraßen die wichtigsten mit erfaßt worden sind.

Die Straßenstrecken sind in Zählstrecken von 5 bis 10 km Länge eingeteilt worden, auf denen je drei Zählstellen eingerichtet wurden, an denen nacheinander gezählt worden ist. Auf jeder Strecke ist im Verlaufe des Jahres 21 mal gezählt worden, ebenso in 7 Nächten. Der Tag ist von 6 Uhr bis 20 Uhr gerechnet worden. Der Verkehr ist nach folgenden Gruppen erfaßt: bespannte Fahrzeuge, Personen-, Lastkraftwagen, Krafträder. Autoomnibusse sind unter Lastkraftwagen gerechnet. Für die Durchführung der Zählung sind 9 Leitsätze von einem Ausschuß des Deutschen Straßenbauverbandes aufgestellt worden. Um auch die Verkehrsarten nach ihrem Gewicht erfassen zu können, hat eine Einschätzung stattfinden müssen, da man nicht in der Lage gewesen ist, jedes Fahrzeug nachzuwiegen, wie man das übrigens in Nordamerika gemacht hat. Es ist angenommen worden:

1 Zugtier	= 0,4 t
Bespanntes Fahrzeug mit 1 Pferd, dessen Ladung zu 30 Ztr. angenommen ist	= 1,0 t
30 bis 50 Ztr.	= 2,0 t
50 bis 70 Ztr.	= 3,0 t
über 70 Ztr. das wirkliche Gewicht	
Krafträder	= 0,3 t
Personenkraftwagen	= 2,0 t
Lastkraftwagen unbeladen	= 4,0 t
Lastkraftwagen beladen	= 8,0 t
Anhänger unbeladen	= 2,0 t
Anhänger beladen	= 6,0 t

Die Ergebnisse, die verwaltungsbezirkweise gesammelt wurden, sind dann in der sächsischen Straßenbaudirektion unter Leitung von Ministerialrat Dr.-Ing. Speck bearbeitet und in 3 Verkehrskarten und 1 Heft zusammengestellt worden.

Es ist erfreulich, daß diese Arbeit so schnell geleistet worden ist und die Verwaltungen für die dringende Instandsetzung ihrer Straßen schon jetzt die Ergebnisse der Verkehrszählungen heranziehen können. Die Verkehrskarten K und L geben den Verkehr nach Stärke und Schwere für die unteren Verwaltungsbezirke (Bauämter oder Kreise) als farbige Quadrate an, grüne Quadrate stellen den Verkehr mit bespannten Fahrzeugen, rote den Kraftrad- und Personenkraftwagenverkehr und blaue den Lastkraftwagenverkehr dar. Da die Grenzen der Verwaltungsbezirke mit

geographischen und wirtschaftlichen nicht zusammenfallen, so ist mit den Angaben dieser beiden Karten mit bezug auf die einzelne Straße wenig anzufangen. Sie lassen nur erkennen, wie die verschiedenen Fahrzeugarten in den einzelnen Landesteilen noch recht verschieden am Straßenverkehr beteiligt sind. Wertvoller und anschaulicher ist die Karte, die die 24stündigen Mittelwerte des Gesamtverkehrs für jede Zählstrecke wiedergibt. Die Verkehrsgröße in Tonnen wird durch die Breite des längs der Straßenlinie laufenden Bandes 1 mm = 200 t dargestellt. Es hat sich als unmöglich herausgestellt, in der Karte des Deutschen Reiches nach den 3 Verkehrsarten zu trennen. Eine solche Unterteilung ist dagegen in den Karten der einzelnen Länder vorgenommen worden. Es stehen aber in der Reichskarte die Gesamttonnenzahlen neben den Verkehrsbändern, so daß die Verkehrsbelastung im einzelnen abgelesen werden kann.

Die Zählergebnisse sind außerdem noch ausgewertet worden, indem die Straßen eingeteilt worden sind nach den Verkehrsstufen 0 bis 200 t, 201 bis 400 t, 401 bis 800 t, 801 bis 1200 t, 1201 bis 1600 t und 1601 bis 2000 t. Da hat es sich nun gezeigt, daß auf die erste Stufe bereits 41,6%, auf die zweite 35,9%, auf die dritte 17,2, auf die vierte 2,9 und auf die fünfte 1,3 und auf die letzte 0,5% der gesamten der Zählung unterworfenen Strecken entfallen, d. h., daß mehr als drei Viertel der Straßen einen recht geringen Verkehr aufweisen. Diese Verhältnisse sind in besonderen Bildern, auch für die einzelnen Länder und Provinzen zur Anschauung gebracht, aus denen auch der Anteil der einzelnen Verkehrsarten hervorgeht.

Stark belastete Straßen finden sich nur in der Umgebung der Großstädte und den Industriemittelpunkten, wo allerdings sehr erhebliche Verkehrsgrößen festgestellt worden sind.

Eine weitere Auswertung hat noch in der Weise stattgefunden, daß die Straßenlängen der Länder und Provinzen, die auf die einzelnen Verkehrsstufen entfallen, verhältnismäßig zusammengesetzt sind. Dasselbe ist auch für das gesamte Deutsche Reich geschehen.

Es sind mancherlei Einwendungen gegen das Zählverfahren und die Auswertung erhoben worden. Einmal wird bemängelt, daß die Gewichte der Fuhrwerke nur geschätzt sind, und daß darin doch große Fehlerquellen stecken, zumal eine Kontrolle der Zähler schwer auszuführen ist. Aus Zählungsergebnissen, die ich selbst viele Jahre hindurch habe ausführen lassen, habe ich den Eindruck gewonnen, daß im großen und ganzen sich ein zutreffendes Bild ergibt.

Auch die Unterteilung der Zählstrecken ist beanstandet worden. Es ist aber wohl anzunehmen, daß die Zählstrecken durch einmündende Straßen begrenzt sind, zwischen denen der Verkehr nur insoweit sich ändern kann, als landwirtschaftliche Fuhrwerke in der Zählstrecke den Weg verlassen haben.

Sollten sich Mängel ergeben haben, so ist wohl anzunehmen, daß sie im D. Str. V. verhandelt, untersucht und bei der nächsten Zählung, die wohl in einigen Jahren zu erwarten ist, abgestellt werden. Ein Vorschlag sei gestattet. Es erscheint zweckmäßig, statt an Tausenden von km, die nur sehr geringen Verkehr haben, zu zählen, sich auf solche Bezirke zu beschränken, die nach ihrer wirtschaftlichen Struktur eine stärkere Zunahme in kurzer Zeit erwarten lassen, und die auch durch die vorliegende Zählung als verkehrsreich gekennzeichnet sind, und an solchen Stellen des öfteren und genauer zu zählen. Erwünscht wäre auch noch eine Zusammenstellung über die am stärksten belasteten Straßen in den einzelnen Ländern und Provinzen in dem Heft gewesen, wie sie sich in Veröffentlichungen des Bearbeiters der Zählungen, Ministerialrat Dr.-Ing. Speck, befinden. Man sieht aber den Blättern an, daß diese Arbeit mit großer Hingebung und Zähigkeit behandelt ist. Die Blätter können vom Sächsischen Finanzministerium zum Preise von 30 R.-M. bezogen werden. N.

Alle Rechte vorbehalten.

Seilauzug für ein Schiffshebewerk.

Studie von Prof. Dr.-Ing. ehr. O. Krell, Berlin-Dahlem.

II.

(Entgegnung auf die Zuschrift in der „Bautechnik“ 1927, Heft 45.)

Die Ausführlichkeit, mit der Herr Ministerialrat H. Burkowitz vom Reichsverkehrsministerium zu meinem Aufsatz in Heft 44 der „Bautechnik“ 1927 Stellung genommen hat, veranlaßt mich zu einer nochmaligen ausführlichen Äußerung, zumal der Gegenstand wohl auch in größerem Kreise auf Interesse rechnen darf.

Aus den Ausführungen des Herrn Burkowitz in Heft 45 der „Bautechnik“ zu meinem Aufsatz habe ich zu meinem lebhaften Bedauern ersehen, daß er sich von mir persönlich angegriffen fühlt, und zwar besonders durch meine Bemerkungen über den Stilbegriff. Mir lag nichts ferner als ein solcher Angriff, zu dem mir niemand Veranlassung gegeben hat. Vielleicht gelingt es mir zu zeigen, wie gerade der einzelne Mitarbeiter an einem großen Ganzen nur für den Raum, in dem er seine Aufgabe zugewiesen erhält, verantwortlich sein kann, wodurch sein Wirken bezogen auf das Ganze den Charakter des Persönlichen verliert.

Die Anfänge des Hebewerkentwurfs gehen weiter als zwanzig Jahre zurück, und ungezählte verschiedene Vorschläge sind aufgetaucht und auf ganz verschiedene Persönlichkeiten als Beurteiler bei den Behörden gestoßen. So hat die Angelegenheit „Schiffshebewerk Niederfinow“, ich möchte sagen, eine eigene selbständige Existenz gegründet und sowohl bei der Behörde als auch in der Industrie Generationen überdauert als „individuelles Lebewesen“ mit eigener Entwicklung. Jeder, der sich mit der alten Frage von neuem zu befassen hatte, fand sie in einem ganz bestimmten Zustande vor, wie eine gewordene Persönlichkeit, die man nicht nach Belieben modeln kann, weil sie nicht loszureißen ist von dem, was war. So galten noch vor 15 oder 20 Jahren die vielen Seile als in hohem Grade bedenklich und wurden als Gefährdung für den Betrieb argwöhnisch betrachtet. Auf diesen Argwohn führe ich es zurück, daß in dem jetzt vorliegenden Entwurfe der Regierung, gewissermaßen als nicht mehr zu umgehendes Zugeständnis an die zähen Vorkämpfer der Seile, diese nur für die Auswuchtung des Troges zugelassen wurden, daß man aber um so ängstlicher darüber wachte, den hingegebenen kleinen Finger nicht allzubald zur ganzen Hand werden zu lassen.

Die Hebewerkfrage hatte zu jeder Zeit ihr anderes Milieu, in dem geschriebene und ungeschriebene Glaubenssätze galten, die anzutasten als Ketzerei betrachtet wurde. Andererseits stand sie dauernd so im Vordergrund des technischen Interesses, daß jeder zu jeder Zeit seinen persönlichen Standpunkt dazu einnahm. Gerade bei der Zwangsläufigkeit des Verwaltungsapparates der Behörden fand jeder Nachfolger einen gewissen unabänderlichen Bestand von Fragen vor, auf dem er weiterbauen mußte, weil ihm verwaltungstechnische Schwierigkeiten die Möglichkeit benahmen, sich ein anderes Fundament zu schaffen. Daher reicht auch die persönliche Verantwortlichkeit bei so langlebigen Fragen, wie dem Schiffshebewerk, nicht sehr weit. Und auf dem technischen Gebiet ist es das gleiche. Hatte man sich einmal auf die Beschränkung der Funktion der Seile, auf die Auswuchtung des Troges festgelegt, so stellt der Regierungsentwurf ein konstruktiv vollkommen folgerichtig entwickeltes Ergebnis dar. Ich stehe sogar nicht an, die Einzelkonstruktionen, Drehriegel und nachgiebiges Ritzel, mit ihren von den Bewegungen des Troges unabhängigen Führungen und sonstigen erfinderischen Einzelheiten im Rahmen der lokalen Aufgabe als voll gelungene, unübertreffbare Lösungen zu bezeichnen, denen gegenüber ihre Konstrukteure mit Recht Befriedigung empfinden. Not macht eben erfinderisch. Wenn ich dieselben Konstruktionen aber im Rahmen des gesamten Bauwerkes betrachte, empfinde ich sie als Stillosigkeiten und würde dies auch tun, wenn ich selbst auf dem gleichen Wege der zwangsläufigen Entwicklung auf sie gekommen wäre.

Vielleicht trägt auch noch folgende Erwägung zur Klärung des heiklen Themas „Stilbegriff“ etwas bei. Da auch mein Vorschlag natürlich nur ein Kompromiß ist, muß auch er Stilwidrigkeiten bergen, denn diese machen eben eine Konstruktion zum Kompromiß. Man könnte da z. B. schreiben: „Es ist stillos, die kleinen zur Bewegung eines ausgewuchteten Troges erforderlichen Kräfte auf Vorgelege wirken zu lassen, die wegen ihrer klöbigen Abmessungen zum Betriebe mit mehreren hundert Pferdestärken ausreichen würden.“ Stillos, aber notwendig! so wie die von mir für den Regierungsentwurf aufgezählten Stillosigkeiten auch notwendig sind — notwendig als Folge der Beschränkung der Seile auf die Auswuchtung des Troges. Wenn aber bei einem Kompromiß allmählich allzu viele Stillosigkeiten „notwendig“ werden, dann ist es Zeit, die Grundlagen zu revidieren. Vielleicht findet jemand an meinem Vorschlage noch weitere Stillosigkeiten. Sind sie notwendig, so finde ich mich mit ihnen ab, ohne gekränkt zu sein. Sind sie nicht notwendig, dann werden sie beseitigt.

Diese robusten Schneckenvorgelege zeigen uns deutlich, wie sich Stillosigkeiten stets auch praktisch fühlbar machen. Hier durch den

geringen Wirkungsgrad. Es wäre aber falsch, nicht sehenden Auges diesen Nachteil mit in Kauf zu nehmen und eine Verbesserung des Wirkungsgrades¹⁾ anzustreben, denn abgesehen davon, daß bei der Größenordnung der zur Bewegung eines ausgewuchteten Troges erforderlichen Energie auch der geringe Wirkungsgrad keine Rolle von Bedeutung spielen kann, tauscht man gegen diesen Nachteil den ausschlaggebend wichtigen Vorteil ein, durch die selbstsperrenden Vorgelege in jedem Augenblicke des Betriebes die gewaltigen Massen fest in der Hand zu haben und von der Furcht vor unkontrollierbaren Beschleunigungen befreit zu sein. Kann man sich solche „Stillosigkeiten“ nicht gefallen lassen?

Ich hoffe die Verwaltung davon überzeugt zu haben, daß mit der Aufzählung der von mir empfundenen Stillosigkeiten, die, bis auf eine, ebenso viele konstruktive Notwendigkeiten darstellen, nicht ein einziger persönlicher Angriff beabsichtigt gewesen ist. Diese Aufzählung sollte vielmehr nur eine möglichst gedrängte Charakterisierung des in jahrzehntelanger historisch-technischer Bearbeitung entstandenen Entwurfes darstellen.

Viele von den Punkten, die Herr Burkowitz anführt, um meine Angriffe gegen den Regierungsentwurf zu entkräften, stehen anscheinend unter dem Einfluß der Erregung über meinen vermeintlichen persönlichen Angriff. So kommt dadurch Herr Burkowitz gleich an der Spitze seiner Erwiderung auf meinen Aufsatz dazu, mit Kanonen nach Sperlingen zu schießen.

Die Weglassung des Wörtchens „die“ in dem Ellerbeck'schen Satze „Es erscheint zweckmäßig, den Drahtseilen nur die eine Funktion der Verbindung zwischen Trog und Gegengewichten zu übertragen“, ist nämlich ein einfacher Schreib- oder Druckfehler, ebenso wie z. B. der, den Herr Burkowitz seinerseits übersehen hat, daß im Original das diesem „die“ nachfolgende Wörtchen „eine“ im Sperrdruck steht. Das „die“ kann auch unmöglich den Leser an die 18 Seiten vorher stehende Anderton-Anlage haben erinnern wollen, sondern ist ein Hinweis auf die unmittelbar folgende nähere Umschreibung der Funktion „der Verbindung zwischen Trog und Gegengewichten“. Bei der Deutung, die Herr Burkowitz einem Schreibfehler gibt, hätte ihm nicht entgehen dürfen, daß ich denselben Satz auf Seite 637 rechts unten richtig mit dem Wörtchen „die“ anführe.

Ich war nie im Zweifel, was die Behörde meinte, wenn sie von den „Funktionen“ der Seile sprach, nämlich dieselben, wie sie bei dem Hebewerk Anderton unter Punkt 1 bis 4 aufgezählt sind. Es muß mir aber unbenommen bleiben, den Begriff Funktion auch anders zu umgrenzen, wenn ich dies nur genügend klar zum Ausdruck bringe, und daran hat es, wie ich hoffe, nicht gefehlt.

Herr Burkowitz weist auf die unscheinbare Größenordnung dieser Belastungsänderungen der Seile hin. Mit vollem Recht. Daher habe ich auch nie verstanden, weshalb man sich so scheut, den Seilen mehrere Funktionen zuzumuten. Ich hätte nicht gedacht, daß ein Techniker diese schematisch zeichnerische Übertreibung als „Irreführung“ ansehen könnte. Jede Annäherung an die wahren Verhältnisse hätte immer noch Übertreibung bleiben müssen, weil der richtige Maßstab zeichnerisch unausführbar ist, und dann wäre die Gefahr der Irreführung erst eingetreten und viel größer gewesen als bei meiner als solche sofort erkennbaren Karikatur.

Auch dieser Vorwurf der Irreführung verfehlt sein Ziel. Es war notwendig, auf diese Verhältnisse einmal mit Mitteln hinzuweisen, durch die die Aufmerksamkeit des Lesers aufgerüttelt wird. Das ist mir anscheinend auch gelungen. Bisher sind diese Zusammenhänge meist übersehen oder in ihrer Bedeutung nicht voll gewürdigt worden. Trotz ihrer relativen Kleinheit aber sind diese verschiedenen Kräfte noch immer groß genug, um bei den Schwingungserscheinungen unliebsam mitzuwirken.

Wenn es Herrn Burkowitz unbequem ist zuzugeben, daß bei meiner Anordnung die Seile von allen diesen zusätzlichen Belastungen des Loebelschen Antriebes beansprucht bleiben, so ist das sehr begreiflich, zumal man doch gerade meinem Vorschlag vorwirft, daß er den Seilen mehr Aufgaben zuweise als der Entwurf der Verwaltung. Auch die von mir konstruktiv-stilistisch beanstandete Tatsache, daß hier Kräfte „spazieren geführt“ werden, wird durch den Hinweis auf die Kleinheit dieser Kräfte nicht aus der Welt geschafft.

Herr Ellerbeck bezeichnet es in seinem Vortrag als „zweckmäßig“, den Seilen nur die eine Funktion der Verbindung zwischen Trog und Gegengewichten zu geben, und stellt fest, daß im Gegensatz zu Anderton bei Niederfinow die Seile nur eine Aufgabe haben sollen (!), die Verbindung des Troges mit den Gegengewichten. Der behördliche Entwurf will diesen Standpunkt in die Tat umsetzen, mein Vorschlag wird im Hinblick darauf, daß er gegen diese Einstellung verstößt, zurückgewiesen — und trotzdem erklärt Herr Burkowitz, es sei bei der Behörde

¹⁾ Aus einer solchen Überlegung ist die Idee des Drehriegels geboren.

„von solcher Vorschrift nichts bekannt“. Die Tatsache besteht, daß die Behörde auch heute noch die Seile von den Funktionen des Antriebes und der Sperrung ausgeschlossen sehen will und meinen Vorschlag ablehnt, der die Seile zu allem, wozu sie ihrem Wesen nach sich eignen, ausnutzen will.

Es ist lohnend, die auseinanderstrebende Entwicklung dieser beiden konstruktiven Wege nebeneinanderzustellen. Die nebenstehende Tabelle spricht wohl im einzelnen für sich. Ich wollte durch sie zur Anschauung bringen, wie einheitlich auf der linken Seite sich alle „Funktionen“ im Regelbetrieb und Katastrophenfall zusammenfassen lassen und wie sich auf der rechten Seite die an der Wurzel eingeleitete Zerstückelung der „Funktionen“ bis in die Ausläufer der Konstruktion verfolgen läßt. Wenn beide Ausarbeitungen konstruktiv folgerichtige Entwicklungen sind — und davon bin ich überzeugt —, so müssen alle sich ergebenden Verschiedenheiten des ganzen Baues ihren Grund nur in der Verschiedenheit der Ausgangspunkte, d. h. in der Verschiedenheit der Ausnutzung der Seile haben.

Die in meinem Aufsatz versuchte Gegenüberstellung hat neben der von mir immer behaupteten großen praktischen Bedeutung auch einen hohen lehrhaften Wert in der Erkenntnis, daß sich grundlegende Entschlüsse bis in die äußersten Ausläufer des endgültigen konstruktiven Gebildes hinein auswirken.

Noch einige Punkte, die in den Bemerkungen des Herrn Burkowitz berichtigt werden müssen! So handelt es sich bei dem Diagramm Abb. 42 des Ellerbeckschen Vortrages nicht um ein „offensichtliches Versehen“ von mir, ich habe nur leider unterlassen, darauf besonders hinzuweisen, daß ich das Schaubild nur als schematisches Beispiel einer abklingenden elastischen Entspannung nach ruckweisem Anspringen, wie es später beim Antrieb von der Trogseite her im wesentlichen eintreten wird, verstanden wissen will. Aus dem Text hätte man dies ohne weiteres entnehmen können, denn ich spreche dort deutlich von der Vorspannung des Troges und der Seile, und daß in diesem Sinne weder in Eberswalde noch in Dahlem von einem Trog die Rede sein kann, ist selbstverständlich. In Dahlem gibt es überhaupt keinen Trog, und das Trogstück in Eberswalde schwingt nicht genug in sich.

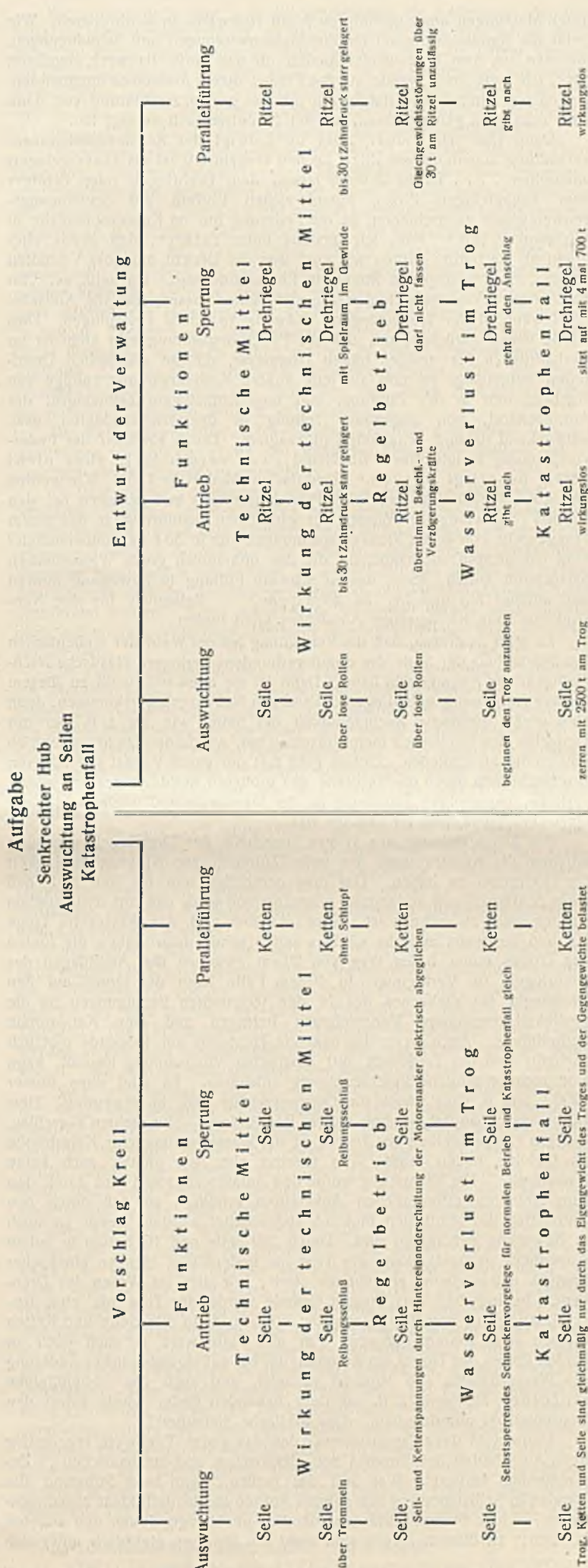
Darin hat Herr Burkowitz aber Recht, daß die Versuchsanordnung mechanisch viel ähnlicher meinem Antrieb ist als dem des fertigen Bauwerks. Deshalb begrüße ich es dankbar, daß Herr Burkowitz die beiden neuen Schaubilder bringt, in denen man für meinen Antrieb genau bestätigt findet, was ich von ihm behauptet habe, nämlich, daß er keinerlei Tendenz zu Schwingungen zeigt. Bei Leonardschaltung wird sogar der Einfluß des Meßfederstabes fast vollkommen zum Verschwinden gebracht, und bei Beseitigung auch dieser Federung könnte auf eine ideal verlaufende Schaulinie mit Sicherheit gerechnet werden. Nicht so für den Antrieb von der Trogseite her. Hier läßt sich das Bild nicht ebenso als Bestätigung der bei Leonardschaltung später eintretenden wirklichen Verhältnisse betrachten, weil eben der eigenartige elastische Einfluß des Troges selbst fehlt, der natürlich durch den Meßfederstab nicht befriedigend nachzuahmen ist. Hier setzt die Wirkung meiner Seilfunktionen ein, die Herr Burkowitz so gern vernachlässigen möchte. So klein sie sind, so können sie nach meiner Überzeugung doch bei den Schwingungsverhältnissen zwischen Trog und Aufhängung eine unvorhergesehene Rolle spielen.

Durch diese wertvolle Hilfe hat der in meinem Aufsatz (Heft 44, S. 634) in Sperrdruck gebrachte Satz für meinen Antrieb bereits die Stütze des Versuches gefunden und kann somit in vollem Umfange bestehen bleiben, wogegen sich meine Behauptung über den Antrieb von der Trogseite her allerdings erst an dem ausgeführten Bauwerk als richtig oder falsch erweisen lassen wird.

Im Hinblick auf mein vermeintliches „Versehen“ bemerkt Herr Burkowitz: „Herrn Krell sind auf Wunsch Ergebnisse der Versuche bereitwillig zur Verfügung gestellt worden; er hätte sich also über diese Dinge unterrichten und die Ursache für die Schwingungserscheinungen in dem von Ellerbeck veröffentlichten Diagramm leicht finden können.“ Nun, die mir „auf Wunsch bereitwillig zur Verfügung gestellten Ergebnisse der Versuche“ bestanden in der Angabe der elastischen Verlängerung der acht in Dahlem untersuchten Versuchseile, die in der Ellerbeckschen Tabelle fehlten. Das war alles! Wie ich daraus „also die Ursachen für die Schwingungserscheinungen in dem Ellerbeckschen Diagramm hätte leicht finden können“, verstehe ich nicht recht. Ich brauchte es auch nicht, denn ich war durch den Ellerbeckschen Vortrag bereits durchaus genügend unterrichtet. Die Burkowitzsche Darstellung gibt zu Mißverständnissen Anlaß, denn wie ich höre, hat sie bei einigen Lesern bereits den Eindruck hinterlassen, als hätte ich ein ganzes Aktenstück bekommen.

Die heikle Patentfrage wäre meiner Ansicht nach am besten gar nicht angeschnitten worden, zumal es sich für mich verbietet, wegen meiner früheren Zugehörigkeit zu dem Konzern der DEMAG darauf einzugehen.

Die Eberswalder Versuche am Teilmodell in 1:5 mit den Modellschleppversuchen für den Schiffbau zu vergleichen ist unzulässig. Die Schleppversuche greifen einen einzigen Punkt für die Untersuchung heraus, den Widerstand der Schiffsform; vor allem aber war hier die Möglichkeit gegeben, fortlaufend in jahrzehntelanger Übung die Reduktionsformeln



durch Messungen am ausgeführten Schiff rückwärts zu kontrollieren. Wie heißt die Reduktionsformel für die Massenwirkungen und Schwingungen, die man aus dem Eberswalder Modell für das große Bauwerk abgeleitet hat? Ich habe doch gerade auf das Fehlen dieses Maßstabes hingewiesen. Liegen erst einmal die Erfahrungen mit der großen Ausführung vor, dann wird man ganz genau wissen, wo der Modellversuch versagt hat.

Dann lese ich weiter: „Das im Entwurf der Reichswasserstraßenverwaltung angenommene Ritzel für den Trogantrieb ist als starr gelagert anzusehen. . . . Es ist deshalb falsch, dem Drehriegel, oder richtiger dem nachgiebigen Ritzel irgendwelchen Einfluß auf Schwingungserscheinungen zuzuschreiben, da die Federung nur im Katastrophenfalle in Wirksamkeit tritt.“ Nun, ich verstehe unter „starr“, daß etwas eher bricht als nachgibt. Hören wir nun, was der Bericht über das Verhalten dieses „starr“ gelagerten Ritzels in Eberswalde sagt. Da heißt es: „Im Verlauf der Versuchsfahrten stellte sich ferner heraus, daß die Antriebsritzel während der Trogbewegung ständig federnd ausschlugen. Dies wurde darauf zurückgeführt, daß die Federvorspannung sehr klein ist im Verhältnis zu der riesigen trägen Trogmasse, die an elastischen Drahtseilen aufgehängt ist und auf jede äußere Krafteinwirkung zufolge von Unebenheiten in der Führung, von ungleichmäßigem Zahneingriff der Antriebsritzel, von ungenauer Teilung in der Triebstockleiter usw. schwankend (!) und schaukelnd (!) reagiert. Durch Erhöhen der Federvorspannung konnte dieser Übelstand zwar vermindert, aber nicht völlig beseitigt werden.“ Und das am Modell in 1:5!! Wie werden sich diese Verhältnisse trotz aller Präzisionsarbeit²⁾ erst gestalten bei den 125mal (!) gewaltigeren Massen der wirklichen Ausführung, in der einem Troggewicht von 4200 t Ritzelvorspannungen von je 30 t gegenüberstehen? Sind das nicht Kinderhändchen, die das unheimlich große Wasserbecken balancieren sollen, wenn dessen schwere Füllung in Bewegung kommt und anfängt hin und her zu schwappen? — Behaglich für den Konstrukteur kann ich derartige Aussichten nicht finden.

Es wird bestritten, daß die Verwaltung bei der Wahl der siebenfachen Bruchsicherheit der Seile die damit verbundene geringere elastische Nachgiebigkeit im Auge gehabt habe. Dann ist sie eben unbewußt zu diesem für ihre Anordnung unbedingt notwendigen Nebenvorteil gekommen, denn eine große elastische Nachgiebigkeit der Seile, wie sie z. B. bei nur vierfacher Bruchsicherheit mein Vorschlag hat, würde den Drehriegelbetrieb vollständig ausschließen. Zudem geht fast der ganze Vorteil der höheren Bruchsicherheit durch die Nachteile des größeren Seildurchmessers wieder verloren, der größere Stauchung an der Innenseite und ungleichmäßigere Querschnittsbelastung im Gefolge hat.

Bei Schragstellung des Troges innerhalb der Drehriegelbegrenzung scheinen die Konstrukteure das volle Zutrauen zur Widerstandsfähigkeit der Drehriegel zu haben. Das mag berechtigt sein für den Fall, daß diese Schragstellung so langsam eingenommen wird, daß mit dynamischen Kräften nicht zu rechnen ist. Schwankt aber z. B. das Wasser im Troge hin und her (ganz in Ruhe wird es selten sein), dann haben die Enden des Troges einen freien Weg von 20 cm zwischen den Anschlägen des Drehriegels zur Verfügung. In diesem Falle kann der Druck auf den Drehriegel ein Vielfaches des in den technischen Bedingungen für die Festigkeitsberechnung Vorgesehenen betragen und eine Katastrophe herbeiführen. Auch wenn das hakende Hindernis am Trogende plötzlich nachgibt und der Trog sich mit elastischer Vorspannung losreißt, kann eine recht erhebliche Beschleunigung entstehen. Es sind eben immer 4200 t und u. Umst. noch die Gegengewichte usw. in Bewegung. Herr Burkwitz behauptet — ohne nähere Begründung — für meinen Vorschlag, daß ein Hängenbleiben des Troges an der Wasserhaltung eine Katastrophe im Gefolge haben müßte. Es passiert aber gar nichts, auch keine Katastrophe. Die Klemmung würde den Anfahrwiderstand und damit den zum Anfahren erforderlichen Ankerstrom erhöhen, so daß durch den Automaten die sämtlichen Motoren abgeschaltet würden, bevor sie noch in Bewegung gekommen sind. Durch 280 Seile und 16 Ketten in jedem Augenblick gezügelt, kann der Trog nie bedenkliche Mengen kinetischer Energie aufspeichern, er geht nie „frei“, wie dies im Wesen des Drehriegels bedingt ist. Aus diesem Grunde würde der Trog nie eine Beschleunigung von Belang erhalten können, denn alle Seile und Ketten bleiben stets stramm gezogen. Für alle Fälle wäre ja auch noch an beiden Enden des Troges ein Automat, der bei außergewöhnlicher Änderung des Wasserstandes alle Motoren stillsetzt, und auch das Stehenbleiben einzelner Motoren, z. B. an dem hakenden Ende, würde sofort den Betriebsstrom unterbrechen. Also dreifache Sicherheit!

Dann wird davon gesprochen, „daß das ganze Triebwerk regelmäßig beim Ausschalten des Stromes den elektrischen und mechanischen (!) Zusammenhalt verliert“. Was soll das heißen, wenn beim Stillstand alle Winden in Selbstsperrung den ganzen Antrieb mechanisch ideal zusammenhalten? „Jede Bremse wirkt dann nämlich unabhängig (!) von den anderen für sich;“ zu diesem Zweck sind wohl die Bremsen elektrisch unter sich

und mit den Motorankern hintereinandergeschaltet?! „jede mit anderem Bremsweg und mit anderem Auslauf, da Luftpuffer, Bremsklotzabnutzung und Reibung eine unkontrollierbare, leicht verhängnisvoll werdende Rolle spielen. Es würde vorkommen, daß ein Windenblock schon festgebremst ist, während andere noch nachgeben können.“ Auch nicht eine einzige Behauptung davon ist richtig! Hier fehlt der Einblick in die Schaltung vollständig. Ich will im folgenden versuchen, das Anfahren und Stillsetzen des Troges noch einmal klarzumachen.

Soll der Trog in Bewegung gesetzt werden, und die Betriebsstromstärke betrüge beispielsweise 50 Ampère, dann werden bei dem ganz allmählichen Anwachsen des Stromes durch die Primärspannungsregulierung die Bremsen auf den Schneckenwellen der selbstsperrenden Vorgelege schon etwa bei 15 oder 20 Ampère³⁾ gelöst, während die Motoren noch stehen; dann wird der Strom weiter gesteigert, bis bei etwa 50 Ampère die Reibung der Ruhe überwunden wird und sich die sämtlichen Motoren in Bewegung setzen, alle mit dem gleichen Drehmoment, d. h. den Seilgruppen und Ketten gleiche Spannung erteilend. Beim Stillsetzen des Troges ist der Vorgang umgekehrt. Die Leonardschaltung läßt die Geschwindigkeit der Motoren ganz allmählich bis auf die geringsten Umdrehungszahlen und dann auf Null herunterbringen; da gibt es keinen Nachlauf, weil zuletzt kein Schwungmoment mehr vorhanden ist. Die Motoren werden also wieder mit etwa 50 Ampère stehenbleiben, immer die Seile in der gleichmäßigen Spannung haltend. Die Bremsen stehen noch offen. Bei weiterer Herunterregulierung der Stromstärke fallen die Bremsen dann bei 20 oder 15 Ampère wieder ein, die Selbstsperrung des Vorgeleges sichernd. Dabei ist es ohne Belang, ob die Bremsen alle gleichzeitig einfallen oder nacheinander, denn die Motoren stehen sicher, bevor die Bremsen in Tätigkeit treten.

Wenn mir Herr Burkwitz nicht glaubt, daß alle diese Vorgänge sich mit vollkommener Betriebssicherheit und so, wie von mir dargestellt, abspielen, weil er der Elektrotechnik nicht das ausreichende Vertrauen entgegenbringen kann, so wäre es besser, dies ohne Rückhalt auszusprechen, statt sich katastrophale Fälle auszumalen, deren „Folgen gar nicht auszuenden und für eine Betriebsverwaltung untragbar sind“.

Der Elektrotechniker verfügt ohne Zweifel über ausreichende Mittel und Erfahrungen, um bei sorgfältiger Durcharbeitung meines „Vorschlages“ bis zum Entwurf ein Bauwerk anzubieten, das dem Entwurfe mit dem Drehriegel und nachgiebigem Ritzel an Betriebssicherheit überlegen ist.

Noch weiter auf elektrische Fragen in einer bautechnischen Zeitschrift einzugehen, muß ich mir versagen; nur noch ein Mißverständnis darf nicht ungeklärt bleiben. Herr Burkwitz behauptet, ich hätte Maximal- und Minimalausschalter als Lückenbüßer bezeichnet. Das trifft nicht zu. Im Gegenteil, gerade da bin ich Gegner der Relais und Automaten, wo sie nur Lückenbüßer sind. In vielen Fällen aber sind sie unentbehrlich und leisten dem Elektrotechniker wertvolle Dienste. So wird man auch beim Hebewerk an vielen Stellen auf diese wichtigen Helfer nicht verzichten können. Ich habe nur davon gesprochen, daß „die Rolle eines Lückenbüßers gerade in diesem Falle nicht der Entwicklungsstufe, auf der die Elektrotechnik heute steht, entspricht“; und daß ich es daher auch „als ein modernes Kennzeichen meines Vorschlages betrachte, daß dabei der Elektrotechniker in völliger Gleichberechtigung zu Worte kommen soll“.

Als Sündenbock für alles soll ich den Drehriegel nach Patent 380377 hingestellt haben. So unschuldig an den acht Stilligkeiten, daß man ihm diesen Namen beilegen könnte, ist er gar nicht, ich möchte ihn vielmehr die Stammutter von allen diesen ganz folgerichtig entwickelten und ihre Abstammung nicht verleugnenden „notwendigen“ Konstruktionen nennen. Die Urahnin jedenfalls ist der Entschluß, den Seilen nur die eine Aufgabe der Auswuchtung zu übertragen, denn dieser Entschluß mußte als erstes Kind den konzentrierten Antrieb, sei es mit Spindeln, Zahnstockleitern oder Ketten, zeitigen. Damit kamen die Schwierigkeiten mit den Spindeln, sowie der Wunsch, den schlechten Wirkungsgrad der Selbstsperrung zu vermeiden.

Die Auseinandersetzung über den Stilbegriff aufgreifend, schreibt Herr Burkwitz: „Daß der Trog im Katastrophenfalle wie eine Brücke auf vier Auflager abgesetzt wird, soll stillos sein?“ Habe ich denn das behauptet? In meinem Aufsatz heißt es: „Es ist stillos, einen Trog durch Aufhängung an 256 Seilen wie ein rohes Ei zu behandeln, um ihn im Katastrophenfalle nur an vier Punkten mit einer konzentrierten Kraft von je 700 t zu packen und im übrigen biegender Kräfte von 2500 t Übergewicht an ihm wuchten zu lassen.“

Das ist doch etwas anderes. Im übrigen habe ich versucht, den angezogenen Vergleich mit einer Brücke durch die nachstehenden Abb. 1 u. 2 zu erläutern, nur muß ich, soweit der Vergleich hinken sollte, Herrn Burkwitz die Verantwortung dafür überlassen. Zunächst ist sicher, daß der Trog nur mit einer Hängebrücke verglichen werden kann. Die Fahrbahn sei gleichmäßig mit 2500 t Schnee (S—S) belastet. Die vielen

²⁾ Denn außer den Ausführungsungenauigkeiten gibt es noch andere Schwingungserreger, z. B. die in Bewegung befindliche Trogfüllung.

³⁾ Man hat es in der Hand, die zweckmäßigste Stromstärke zu wählen.

Seile lassen biegender Kräfte von Belang nicht auf die Fahrbahn kommen. Nun schmilzt der Schnee. In meinem Falle (Abb. 1) ändert sich nichts, als daß die Seile um 2500 t weniger auf Zug beansprucht werden. Im Falle Burkowitz (Abb. 2) wird die Fahrbahn in den Punkten *a* und *b* gewaltsam festgehalten, die Seile werden aktiv (!) und zerren mit 2500 t nach oben an der Fahrbahn, die sich nach der punktierten Linie deformieren will. Die Lösung Abb. 2 empfinde ich als stilllos, weil hier der Trog das eine Mal im Regelbetrieb als Hängebrücke, das andere Mal im Katastrophenfalle als Balkenbrücke beansprucht wird. Die von Abb. 1 als stilgerecht, weil in beiden Fällen die Beanspruchung des Troges einheitlich als Hängebrücke die gleiche bleibt. Daß in dem Entwurfe der Verwaltung der Trog nur in den Punkten *a* und *b* gefaßt werden kann, um nicht die Biegemomente noch größer zu machen, beseitigt die Stilllosigkeit nicht, sondern rechtfertigt sie nur als notwendige Folge des Antriebes Loebell im Rahmen dieses Kompromisses.

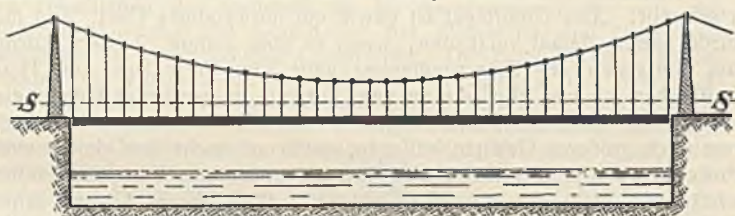


Abb. 1.

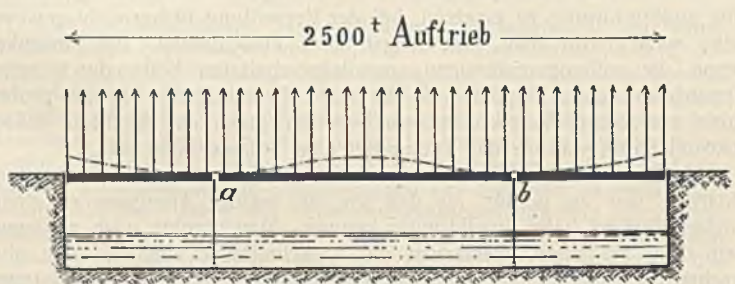


Abb. 2.

Des weiteren sagt Herr Burkowitz: „Man braucht einen gut ausgewogenen Trog nicht gerade an den Enden zu fassen, um ihn parallel zu führen. Wenn man ihn also an den Stellen führt, wo er im Katastrophenfalle abgesetzt wird, statt besondere Führungen zu bauen, ist das stilllos?“ Ganz abgesehen davon, daß es Herrn Burkowitz schwerlich gelingen wird, bei dem nach Patent 380 377 angetriebenen Trog noch „besondere Führungen zu bauen“, fordert man zuverlässige Parallelführungen eben gerade für den Fall, wenn der Trog nicht „gut ausgewogen“ ist, und in diesem Falle ist es stilllos, den außer Gleichgewicht geratenen Trog anderswo zu fassen als an seinen äußersten Enden. Auch hier ist der Regierungsentwurf gezwungen, die Parallelführung an die nachgiebigen (!) Ritzel zu legen. Das entschuldigt die Stilllosigkeit, beseitigt sie aber nicht.

Den dritten Fall der parallelgeschalteten Seile behandle ich an anderer Stelle. Er ist der schlimmste, insofern als seine Stilllosigkeit nach meiner Überzeugung nicht einmal notwendig ist.

Die Pendelstützen! Ich empfinde es als stilllos, diesen unheimlich stark beanspruchten Organen „von vornherein den Charakter doppelgebrochener Säulen zu geben“. So sagte ich, und um meinem Empfinden recht deutlichen, unzweifelhaften Ausdruck zu verleihen, entwerfe ich eine — „Charakterzeichnung“. Nun stellt Herr Burkowitz an dieser Zeichnung die Maße und Verhältnisse richtig und weist sonst noch nach, daß diese Zeichnung eine Karikatur sei. Hat man ihr denn das nicht ohne weiteres schon angesehen?! Ich sehe in solchen zeichnerischen Übertreibungen ein meistens zuverlässig wirkendes, erlaubtes Mittel, sich für bestimmte Dinge die sonst fehlende Aufmerksamkeit zu erzwingen. Wo habe ich übrigens „Befürchtungen“ ausgesprochen? Warum werden mir solche in den Mund gelegt? Nur um diese unausgesprochenen Befürchtungen für „haltlos“ erklären zu können?

Die Aufklärung, die Herr Burkowitz wegen der Verwendung der unrichtigen Zeichnung für meinen Vorschlag im Ellerbeck'schen Vortrag gibt, befriedigt mich nicht, er hätte mich bei meinem Irrtum, es handle sich um ein Versehen, lassen sollen. Ich ziehe keinen Augenblick in Zweifel, daß Herr Ellerbeck hier optima fide gehandelt hat, aber es wird auch mir niemand verübeln, wenn ich Wert darauf lege, daß alles, was über meinen Vorschlag in die Öffentlichkeit gebracht wird, auch richtig ist. Zudem hat mich letzten Endes die unrichtige Zeichnung und die nach meinem Empfinden unbefriedigende Begründung der Ablehnung meines Vorschlages im Ellerbeck'schen Vortrage zu der Besprechung des Regierungsentwurfes veranlaßt.

Nun zu den reibungsschlüssigen Seilen, die Herr Burkowitz in neun in Frageform gehaltenen Behauptungen behandelt. Er schließt: „Soviel Fragen, soviel fehlende Antworten.“ Ich bin um die Antworten nicht verlegen.

Wenn Herr Burkowitz z. B. Schwierigkeiten im Aufbringen der fünf Seile auf die Trommel erblickt, so halte ich mich gern dazu bereit, diese Arbeit zu übernehmen, wenn es vielleicht doch noch zu einem Versuch mit einer Doppelwinde kommen sollte. Es ist ein Kinderspiel mit meinen 30-mm-Seilen, und auch die Seilspannungen will ich ihm gern mit Dynamometern vormessen. Allein die Prozedur hier zu beschreiben, würde den Rahmen und den Zweck dieses Aufsatzes zu sehr überschreiten.

Die grundsätzliche Meinungsverschiedenheit, auf der die von Herrn Burkowitz erhobenen Zweifel beruhen, besteht darin, daß er den Spannungsausgleich zwischen den Seilen auf der einen und der anderen Seite der reibungsschlüssigen Trommel nicht zugibt, während ich ihn im Beharrungszustande (d. h. nachdem die Winden und Seile eingelaufen sind) als vorhanden betrachte. Ich verweise hier auf das in meinem Aufsätze („Die Bautechnik“ 1926, Heft 17) veröffentlichte Sachverständigengutachten über meinen Selltrieb, in dem der Satz enthalten ist: „Es ist grundsätzlich auch möglich, das Hebewerk mit $4\frac{1}{2}$ facher Umschlingung der Trommeln zu bauen. Lediglich der Belastungsausgleich für die Seile würde dann etwas langsamer vor sich gehen als bei $3\frac{1}{2}$ facher Umschlingung...“ Vorläufig, d. h. bis ein Versuch das Gegenteil beweist, fallen mit diesem Sachverständigengutachten alle Bedenken des Herrn Burkowitz betreffs der reibungsschlüssigen Seile in sich zusammen.

Die Reibungswertziffer schwankt bei ein und demselben reibungsschlüssigen (!) Antrieb nicht „in weitesten Grenzen“, sondern ist als praktisch gleichbleibend zu betrachten.

Es liegt keine Veranlassung vor, die in Dahlem an gleitenden, nicht reibungsschlüssigen, steifen Seilen von geringer Querschnittsbelastung ermittelte niedrigste Reibungswertziffer 0,0903 als irgendwie für meinen reibungsschlüssigen Antrieb in Frage kommend anzunehmen. Die Dahlemer Versuche überhaupt in irgend einer Weise zu Schlüssen auf die bei meinem Antrieb ganz anderen Verhältnisse heranziehen zu wollen, kann höchstens irreführend wirken. Wenn daher diese Versuche „gerade auch im Hinblick auf meinen Vorschlag angestellt worden sind“, so weiß ich dafür keinen Dank.

Die Gegengewichte können den Trog nicht „schiefziehen“, ohne daß die Motoren laufen, wegen der selbstsperrenden Vorgelege und auch wegen der Ketten an den Enden; oder soll etwa für den Katastrophenfall die Reibungsschlüssigkeit, die sonst „sich jedem Spannungsausgleich der Seile widersetzt“, auf einmal aufgehoben sein? Und wenn Herr Burkowitz trotzdem wissen will, „wie ein schiefgezogener Trog wieder gerade gerichtet werden soll“, so kann ich ihm nur antworten: So wie die Siemens-Schuckert-Werke ihm das auf ihrem Prüffeld seinerzeit vorgeführt haben! Und wenn er dann noch weiter fragt: „Wie werden die einzelnen Windwerke gegeneinander abgeglichen?“ so sehe ich, daß es mir versagt geblieben ist, die von mir vorgeschlagene Schaltung in ihrem Kernpunkte allgemein verständlich darzustellen. Und dabei ist es doch gerade diese Schaltung, der Herr Burkowitz etwas weiter oben uneingeschränktes Lob und Anerkennung spendet!

Und ferner: „Was für die Seile gilt, gilt für die Ketten nicht minder.“ Sehr richtig! Besonders werden durch die anerkannt feinfühligte Schaltung die Kettengruppen ebenso gespannt gehalten wie die Seilgruppen; ob und wie sie sich längen, hat keinen Einfluß auf ihren Anteil an der Tragkraft. Die Unterschiede in der Längung der Ketten einer Gruppe werden ausreichend ausgeglichen durch federnde Befestigung an beiden Enden. Wo sind da Unklarheiten oder Schwierigkeiten?

Noch ungünstiger steht es mit den gegen die Parallelschaltung der Seile vorgebrachten Einwendungen. Herr Burkowitz sagt hierzu: „Ich bedaure die Betriebsverwaltung, die einmal einen solchen Windensatz zu betreuen hätte, bei dem bald hier, bald da ein Seil schlaff wird, ein anderes sich über Gebühr strafft oder gar einreißt und ausgewechselt werden muß, denn daß die Seile alle gleichmäßig tragen und sich brüderlich in die schwere Last teilen, ist wohl ein frommer Wunsch.“ So viele Behauptungen, so viele Irrtümer! Es wird niemals ein einzelnes Seil schlaff, weil es das nicht kann; es strafft sich niemals ein einzelnes Seil „über Gebühr“ und reißt, weil es das nicht kann. Die Seile sollen gar nicht alle gleichmäßig tragen, sondern ein jedes nach wirklichem Vermögen, nach Selbsteinschätzung gewissermaßen, die in diesem Falle unbedenklich ist, weil sie von dem unbetrügbaren Naturgeschehen kontrolliert wird, sie sollen gar nicht sich brüderlich in die schwere Last teilen, sondern kameradschaftlich, denn Brüder machen gleiche Teile, bei Kameraden hilft dem Schwächeren der Starke. Es ist kein „frommer Wunsch“ von mir, daß parallelgeschaltete Seile sich so verhalten, wie ich annehme, sondern in Amerika bereits erfüllte Wirklichkeit. Ich muß mich hier darauf beschränken, auf meine unten angeführten vier Veröffentlichungen,*) in denen ich diesen Gegenstand ausführlich behandle, hinzuweisen, die Herr Burkowitz bei seinen Behauptungen unberücksichtigt gelassen hat, obwohl

*) „Die Bautechnik“ 1925, S. 492; 1926, S. 245.

„VDE“, Fachberichte der XXXI. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Wiesbaden 1926, S. 45 u. 46.

„Die Bautechnik“ 1927, S. 631.

ich in meiner letzten Veröffentlichung noch einmal auf Grund ganz neuer Gesichtspunkte mit einer Zeichnung den Versuch gemacht hatte, technisch meinen Standpunkt eingehend zu begründen. Ich möchte übrigens bemerken, daß ich nur noch an einer einzigen anderen Stelle auf ähnliche zähe Ablehnung in diesem Punkte gestoßen bin wie bei der Verwaltung; bei allen anderen und insbesondere auch anerkannten Sachverständigen wurde mir eine fast selbstverständliche Zustimmung zuteil.

So sagte z. B. ein erfahrener Hebezeugkonstrukteur: „Ich verstehe überhaupt nicht, was man für Wesens um die reibungsschlüssigen Seile und ihre Parallelschaltung macht. So etwas baut man einfach, und dann geht's, und kein Hahn kräht weiter danach.“

Gibt mir die Zukunft Recht — und es kann immerhin nichts schaden, wenn Herr Burkowitz auch damit rechnet —, so ist die von mir in diesem Fall als Stillosigkeit bezeichnete Anwendung von Ausgleichhebeln und Spanschlössern nicht einmal notwendig und hat dann nicht einmal diese einzige Rechtfertigung für sich, wie die übrigen sieben von mir benannten Stillosigkeiten.

Herr Burkowitz spricht von „gewissen Schwierigkeiten“, die auch mir bei der Anpassung und Eingliederung der Maschinenanlage an ein Eisenbetonwerk erwachsen würden. In dieser Hinsicht habe ich keinerlei Befürchtungen, denn unabhängiger von dem Betonbauwerk kann keine Anordnung sein als die von mir vorgeschlagene. Ich könnte hier nur wiederholen, was ich hierzu in Heft 44 der „Bautechnik“ bereits ausgeführt habe. Mehr kann der Maschinenbauer nicht tun, als dem Hochbauingenieur und Architekten zu erklären, er habe ihnen nicht die geringste Auflage zu machen, die über das Maß des Üblichen und ohne weiteres Erfüllbaren hinausgeht.

Daher weiß ich auch nicht, was Herr Burkowitz meint, wenn er in diesem Zusammenhange sagt: „Warum denn nun aber gibt der Vorschlag Krell keine brauchbare Lösung des Problems?“

Befremdend muß es berühren, wenn Herr Burkowitz mit Bezug auf die gewährte ungenügende Ausarbeitungsfrist für fremde Vorschläge sagt: „Soweit er (der Unternehmer) aber ganz neue Gedanken anzubieten gedenkt, hat er lange genug Bedenkzeit gehabt.“ Ja, meiner Ansicht nach sogar viel zu lange! Hätte man ihm weniger Bedenkzeit und dafür reichlich bemessene Ausarbeitungszeit für einen Wettbewerb gegeben, so wäre weniger Zeit verloren worden. Die Industrie ist heute, in der Zeit der Rationalisierung, der Normung und der Fließarbeit, nicht in der Lage, aufs Ungewisse hin kostspielige und zeitraubende Entwürfe auszuarbeiten, zumal da nicht anzunehmen war, daß fremde Entwürfe der Verwaltung willkommen sein würden. Auch die mit Rücksicht auf die kurze Zeit unerfüllbar schweren Bedingungen, unter denen allein diese fremden Entwürfe zugelassen werden sollen, sind keineswegs ermunternd, und doch wäre es zweckmäßig gewesen, wenn die Verwaltung einen Wettbewerb rechtzeitig ausgeschrieben hätte, um sich dem Odium zu entziehen, dem jeder ausgesetzt ist, der in eigener Sache zu entscheiden hat. Die nach 1½ Monaten angeordnete Verschiebung des Einreichungstermins um dieselbe Spanne Zeit kommt nur den Kalkulationsarbeiten zugute, nicht aber neuen Entwürfen, die angesichts der schon ursprünglich zu kurzen Ausarbeitungszeit gar nicht erst in Angriff genommen worden waren.

Auch bezüglich der Verantwortung wird Herr Burkowitz mit seinem Standpunkte ziemlich vereinsamt bleiben. Durch die umfassenden Arbeiten der Behörde für den „ausführungsreifen“ Entwurf ist so viel Verantwortung vorweggenommen, daß ihre uneingeschränkte Überbürdung auf die Schultern des Ausführenden nicht zu billigen ist. Für einen Unternehmer, der diese Verantwortung nicht auf sich nehmen kann und auch keinen Gegenvorschlag zu machen weiß, hat Herr Burkowitz keinen anderen Rat als den, auf die Abgabe eines Angebotes zu verzichten. Ein schlechter Trost!

Die wenigen Zeilen, die Herr Burkowitz dem Kostenvergleich widmet, reden eine beredete Sprache. Es liegt ja auf der Hand, daß eine Gewichtsverminderung des Troges allein von 600 bis 700 t, die eine ebenso große Erleichterung der Gegengewichte zur Folge hat, im ganzen also 1200 bis 1400 t nicht mehr zu vernachlässigende Minderkosten liefern muß; ebenso hierdurch bedingt der wesentlich leichtere Unterbau für die Winden. Das Teuerste am ganzen Hebewerk aber wird die Präzisionsarbeit am Drehriegel mit seiner Mutterbackensäule, die ebenso peinlich zu behandelnden Zahnstockleitern für die Ritzel und die Montage dieser klobigen und doch auf $\pm 0,5$ mm gegeneinander einzujustierenden Gebilde sein. Herr Burkowitz bemerkt, die Kosten des ganzen maschinellen Teiles erreichten kaum die Höhe dessen, was ich einsparen will. Darüber möchte ich nicht streiten, wenn ich auch glaube, daß er nach Eingang der Kostenanschläge eine unliebsame Überraschung über deren Höhe erleben wird. Die Einsparungen sind ja aber auch nicht beschränkt auf den maschinellen Teil, sondern erstrecken sich, wie ich nachgewiesen zu haben glaube, fast auf alle Teile des Bauwerks, und zwar zum Vorteil meiner viel leichteren und — was sehr wichtig ist — in der Montage viel unempfindlicheren Anordnung.

Warum ich mich mit einer „Studie“, mit einem „Vorschlag“ bescheiden mußte, dürfte Herrn Burkowitz bekannt sein. Ich hatte nicht die großen Mittel der Behörde für Versuche zur Verfügung und kein Bureau mit vierzig Konstrukteuren, die meine Studie zum Entwurf in jahre-

langer Arbeit hätten entwickeln können, weshalb ich eingangs meiner letzten Abhandlung ausdrücklich darauf hingewiesen habe, daß ich meinen „Vorschlag“ nicht mit ebenso gewichtigen Argumenten stützen kann wie die Verwaltung. Hier fehlt mir zur wirksamen Verteidigung der Doppelwinde der Versuch, auf den ich keinesfalls verzichten würde, falls die Ausführung meines Vorschlages ins Feld der Möglichkeit gerückt erschiene, denn ob eine auch noch so feste Überzeugung sich letzten Endes nicht doch etwa nur als ein Vorurteil erweist, entscheidet in der Technik nur der Versuch. Wenn darum Herr Burkowitz im Hinblick auf die parallelen Seile fragt: „Was ist dann vorzuziehen? die ‚stilvolle‘ Vergewaltigung der eigenen Überzeugung oder der ‚stillose‘ Ausweg einer sicheren Konstruktion?“, so sage ich: Keines von beiden, sondern die Feststellung der richtigen Ansicht, indem man „den Dingen auf den Grund geht“ an Hand eines richtig angeordneten Versuchs.

Vollständig neu ist mir der Standpunkt des Herrn Burkowitz, wenn er schreibt: „Der Drehriegel ist gewiß ein notwendiges Übel, und man würde freudig darauf verzichten, wenn es eine andere, bessere Lösung zum Auffangen der Katastrophenlast gäbe. Im Vorschlage von Herrn Krell sehen ich und alle, die an dem Entwurf mitgearbeitet haben, eine Lösung des Problems leider nicht.“ Man könnte diesem Urteil ein wesentlich größeres Gewicht beilegen, wenn es nicht pro domo wäre. Ich kenne eine Reihe von Fachmännern, die in meinem Vorschlage selbstverständlich nicht die einzige, wohl aber eine bessere Lösung sehen, als in dem Entwurf mit Drehriegel und nachgiebigem Ritzel.

Sehr lebhaft kann jedenfalls das Verlangen, den Drehriegel durch eine andere Lösung zu ersetzen, bei der Verwaltung bisher nicht gewesen sein, sonst hätte man sich längst dazu entschlossen, die Bedenken gegen die reibungsschlüssigen, parallelgeschalteten Seile durch einen Versuch mit einer Doppelwinde auf ihre Berechtigung hin zu prüfen, zumal ein solcher Versuch nur einen verschwindenden Bruchteil dessen gekostet hätte, was für das Teilmodell usw. aufzuwenden war.

Die Aufmunterung der Industrie durch die Verwaltung zur werktätigen Mitarbeit war zu gering, als daß ich mit meiner Anregung zu einem solchen Versuch hätte durchdringen können. Man glaubte noch genügend Zeit dazu zu haben, wenn erst die Ausschreibung vorläge. Nun aber brachte die Ausschreibung die Überraschung der übermäßig abgekürzten Bearbeitungsfrist, wodurch die Absicht, einen derartigen Versuch zu machen, vollends vernichtet wurde.

Die Ansicht, daß bei einem Wettbewerb „grundlegende neue Gedanken kaum zu erwarten sind“, entbindet die Behörde nicht davon, diese Frage an die deutschen Ingenieure selbst zu richten. Nicht „das fertige Bauwerk wird zu erweisen haben, ob es das derzeitige Können der deutschen Ingenieure verkörpert“; ob dies der Fall, hängt einzig davon ab, wieweit den deutschen Ingenieuren ausnutzbare Gelegenheit geboten war, zu Wort zu kommen.

Herr Burkowitz weist darauf hin, daß mit dem Bau des Hebewerkes keine Zeit mehr zu verlieren sei und daß aus diesem Grunde schon die Ausschreibung zu einem Wettbewerb nicht mehr in Frage kommen könne. Wenn er aber trotzdem noch an mehreren Stellen die Erwartung ausspricht, daß auf Grund der jetzigen Ausschreibung die Industrie noch Vorschläge machen werde, so könnte dies sich nur verwirklichen, wenn Mittel und Wege gefunden würden, der Industrie die nötige Zeit zu den unerläßlichen Versuchen und zu der sorgfältigen Ausarbeitung eines Parallelentwurfes zu verschaffen.

Gerade wenn, wie es scheint, die Gründung Schwierigkeiten macht, muß doch jede Belastungsverminderung des Fundamentes von Bedeutung sein, und 1200 bis 1400 t, die weniger zu stützen sind, müßten meiner Ansicht nach den Wunsch, womöglich diesen Vorteil auszunutzen, rege werden lassen.

Bedenkt man, daß der maschinelle Teil erst nach Jahren aufgestellt werden kann, dann müßte es doch möglich sein, noch Bedenkzeit für die Entscheidung zu erübrigen. Ich denke, ein Fundament, das die Gewichte des jetzt zur Ausführung bestimmten Entwurfes tragen kann, wird auch geeignet sein, etwa geringere Gewichte aufzunehmen. Man brauchte also, wenn man sich entschlosse, zunächst gewissermaßen ein Universalfundament auszuführen, die schon begonnenen Gründungsarbeiten gar nicht zu unterbrechen oder zu verzögern, und könnte trotzdem Zeit gewinnen für eine ausreichende Entwurfsbearbeitung mit den einschlägigen Versuchen.

Ich spreche hier, das möchte ich bemerken, weder im Namen noch gar im Auftrage der Industrie. Aber ich glaube, daß meine hier vertretene Ansicht so selbstverständlich ist, daß die Gefahr für mich, desavouiert zu werden, nicht sehr groß ist.

Aber alles das wäre meiner Ansicht nach nur möglich, wenn die Industrie die Überzeugung haben könnte, daß solche Arbeiten auch wirklich im Sinne der Verwaltung sind. Denn von dem Vorschlag bis zum baureifen Entwurf ist noch ein unbequemer, mit Hindernissen besäter Weg, der in Ermangelung wohlwollenden Verstehens der Behörde sich dornenvoll gestalten müßte, auch wenn man des endgültigen Erfolges ganz sicher ist.

Die Behörde hat einen solchen Weg von außen unbehelligt in aller Ruhe gehen können; so vorbereitet müßte es ihr leicht möglich sein, die Hindernisse einebene zu helfen, die sich einem neuen Vorschlage entgegenstellen werden.

Vermischtes.

Der Neubau, Halbmonatsschrift für Baukunst, Wohnungs- und Siedlungswesen (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W8). Das am 24. Oktober ausgegebene Heft 20 (1 R.-M.) enthält u. a. folgende Beiträge: Dr.-Ing. Everling: Neuere Arbeiten. — Werkbundaustellung Stuttgart 1927. — Stadtbaurat Arendt: Die städtische Handelsschule zu Gelsenkirchen. — Die Deutsche Tagung für wirtschaftliches Bauen in Stuttgart. — Dr. med. Max Grünewald: Wohnung und Gesundheit.

Die wissenschaftlichen Grundlagen des Anstrichs. Den Hauptanteil an den Kosten des fertigen Anstrichs bilden heute fast durchweg noch die Löhne des Handwerks. Maßgebende Kreise des Malergewerbes verschließen sich aber nicht der Notwendigkeit, in wachsendem Maße auch hier Maschinenarbeit einzuführen. Man verlangt dringend die Mitwirkung der Ingenieure bei der Entwicklung mechanischer Streichverfahren und zugehöriger Einrichtungen. Sowohl für die wissenschaftlichen Grundlagen der Anstriche als für die zweckmäßigste und wirtschaftlichste Auswahl und Ausnutzung der Werkstoffe sind eingehende wissenschaftliche Untersuchungen notwendig. Der beim Verein deutscher Ingenieure vor einem Jahre gebildete Fachausschuß für Anstrichtechnik, in dem Fachleute der erzeugenden und verbrauchenden Industrie, des Handwerks und der Wissenschaft zusammenwirken, hat unter tatkräftiger Förderung der Großverbraucher (Eisenbahn, Marine, Heeresverwaltung u. a.) die Inangriffnahme dringender wissenschaftlicher Arbeiten gefördert. In verschiedenen Hochschul- und Privat-Instituten und in Laboratorien der Industrie werden jetzt physikalische, chemische und technologische Versuchsreihen ausgeführt. Man kann bei diesen Arbeiten vier Gruppen unterscheiden:

1. Anstrichstoffe auf Ölgrundlage. Das aufgestellte Programm sieht planmäßige Forschungen vor von einem solchen Umfang, daß für die Erledigung voraussichtlich einige Jahre Arbeit nötig sind. Zunächst handelt es sich hier um die Untersuchung der für Rostschutzfarben zweckmäßigsten Bindemittel. Weiter um die Wechselwirkung zwischen Körperfarben und Bindemitteln und ihren Einfluß auf die Haltbarkeit der verschiedenen Anstriche. Unter diese Gruppe fallen auch die Arbeiten, die darauf abzielen, die Lebensdauer von Überzuglacken aus Holzölen zu verlängern. Wesentlich ist die Klärung der Verwendungsunterschiede von Leinöl und Holzöl und deren Mischungen als Farbbindemittel. Wirtschaftlich von Bedeutung sind die Arbeiten über den Einfluß der Pigmente auf die technologischen Eigenschaften der Farbfilme aus Leinöl, Holzöl und deren Mischungen.

2. Anstrichstoffe auf Zellulosegrundlage. Die Zelluloselacke sind noch nicht sehr alt. Sie haben aber in Deutschland insofern große Bedeutung, als sie aus heimischen Rohstoffen hergestellt werden. Wichtig erscheinen daher die eingeleiteten Arbeiten über den Vergleich der Brauchbarkeit von Zellulose-Kombinationslacken mit den bisher gebräuchlichen Lacken.

3. Technologische Seite des Anstreichens. Das mechanische Streichen, also das Eindringen der Maschine, gewinnt gegenüber der Handarbeit immer mehr an Boden. Das Spritzgerät zum Aufbringen der Farbe ist im allgemeinen nach dem System der Blumenspritze entwickelt worden. Anfangs arbeitete man mit Preßluft, geht aber in der Entwicklung des Gerätes mit dem Luftdruck immer weiter herunter. Die Aufgabe besteht darin, den aus der Düse austretenden Farbstrahl möglichst vollständig und nebellos auf das zu streichende Arbeitsstück aufzubringen. Das Auftreten von Farnebeln ist daher zu verhindern, denn sie bedingen eine

Absaugeeinrichtung. Diese Absaugeeinrichtung wieder ist im Winter kostspielig, da sie mit der abgesaugten Luft auch die Wärme aus dem Arbeitsraum entfernt und da somit ständig die von außen eingeführte Luft neu erwärmt werden muß. Dieser Umstand steht der Anwendung eines Spritzgerätes im handwerklichen Kleinbetrieb entgegen. Daher sind planmäßige Versuche über die Wirkung des Farbenzerstäubers notwendig. Hierbei muß die hygienische Seite des Spritzens geklärt werden, insbesondere bei Verwendung bleihaltiger Farben.

4. Prüfverfahren für die fertigen Anstriche. Bisher sind verschiedene „Schnellprüfverfahren“ entwickelt worden, mit deren Hilfe man die Güte und Brauchbarkeit eines Anstrichstoffes in erheblich kürzerer Zeit als durch Lagerungsversuche im Freien feststellen kann. Es hat sich aber noch kein Verfahren durchgesetzt. Der Fachausschuß hat daher Untersuchungen über die Brauchbarkeit der bekannten Schnellprüfverfahren zur Beurteilung von Anstrichfilmen in verschiedener Weise eingeleitet. Es soll einmal die chemische Wirkung des Sonnenlichtes auf trockene Anstriche, das andere Mal auf wasserberieselte Anstriche geklärt werden. Weiter soll die Wirkung des Wechsels von Trockenheit und Feuchtigkeit und von Wärme und Kälte untersucht werden, und schließlich soll der Angriff der chemisch wirksamen Bestandteile von Rauchgasen auf Anstriche näher festgestellt werden.

Die Versuchsergebnisse sollen veröffentlicht werden.

Zur Entstehung des Achensee-Kraftwerkes. Zu dem Bericht über die Inbetriebnahme des Achensee-Kraftwerkes in der „Bautechnik“ 1927, Heft 44, S. 616, ist noch folgendes über die Vorgeschichte dieses Wasserkraftwerkes nachzutragen: Der Gedanke der Ausnutzung der Achenseekräfte findet sich — wie bereits erwähnt — zum ersten Male in der im Jahre 1900 erschienenen Studie von C. M. Menghius „Tirois Wasserkräfte und deren Verwertung“ (S. 21):

„Der Achensee stellt sich für das Inntal als ein natürliches kolossales Staubecken dar, das 400 m über demselben gelegen und nicht einmal ganz 5 km von demselben entfernt ist. Merkwürdigerweise scheint nun noch niemand daran gedacht zu haben, dieses Millionengeschenk der Natur, dem ganz kolossale Wasserkräfte abgewonnen werden können, irgendwie zu letzterem Zwecke auszunützen.“

Als Erster ließ dann der durch seine vielfachen Anregungen auf wasserwirtschaftlichem Gebiet bekannte preußische Major Fedor Maria von Donat, ohne Kenntnis der vorerwähnten Mitteilung von Menghius, durch die Bauunternehmung Josef Riehl in Innsbruck einen Entwurf ausarbeiten und reichte diesen am 5. Juni 1905 bei der Bezirkshauptmannschaft in Schwaz ein. Der ursprünglich vielfach bekämpfte Vorschlag begegnete bald weiterer Teilnahme, so bei den österreichischen Staatsbahnen, den österreichischen Siemens-Schuckert-Werken mit der Bauunternehmung Albert Buß in Graz u. a. Aber keinem dieser Bewerber gelang es vor dem Kriege, die Achenseekräfte auszubauen. Erst als sich nach dem Kriege die Erkenntnis von der Möglichkeit und Notwendigkeit der Verbilligung der Krafterzeugung durchzuziehen begann, gelang es der Stadt Innsbruck im Jahre 1919, den Achensee vom Benediktinerstift Fiecht käuflich zu erwerben und nach Ausarbeitung eines Entwurfes durch die Bauunternehmung Ziv.-Ing. K. Innererbauer und A. Mayer in Innsbruck die Verwertung dieser Wasserkraft zu verwirklichen. Infolge der unsicheren wirtschaftlichen Verhältnisse konnte jedoch erst im Jahre 1924 die Tiroler Wasserkraftwerke A.-G. gegründet werden. Mdt.

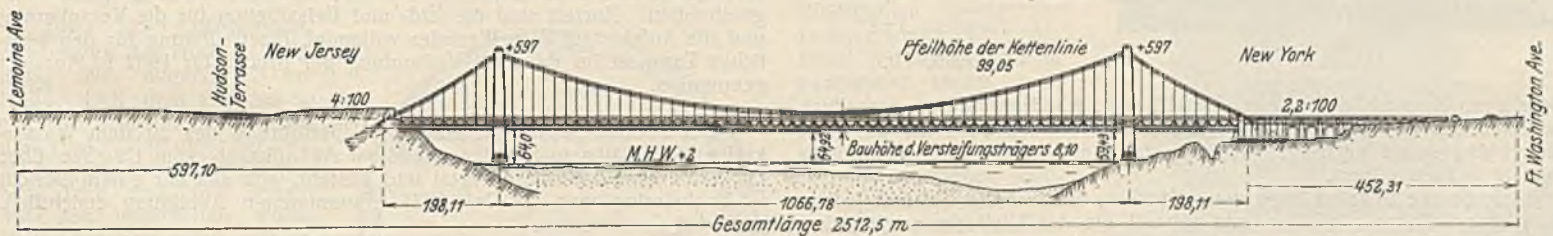


Abb. 1.

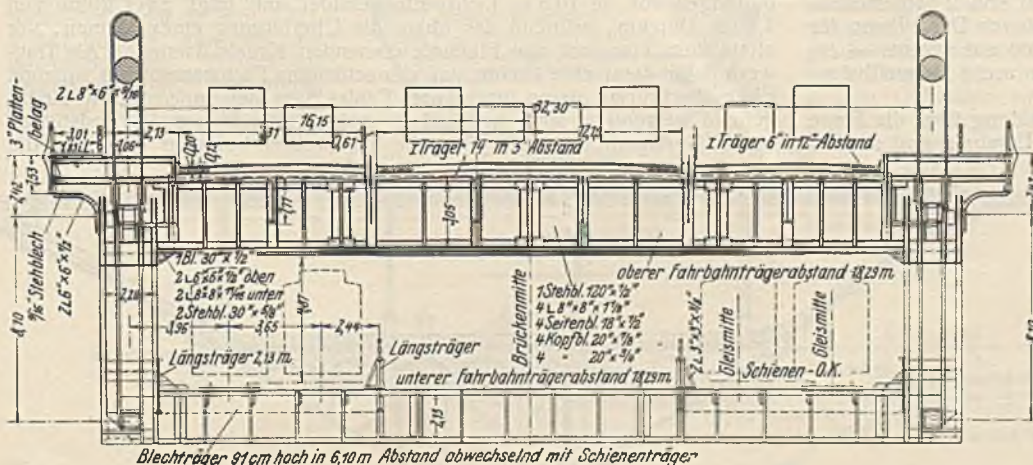


Abb. 2.

Die neue, 1066 m weitgespannte Hängebrücke über den Hudson. Mitte Mai d. J. hat man in New York mit den Arbeiten für das größte Brückenbauwerk der Welt begonnen, die Straßenbrücke über den Hudson zwischen Fort Washington Point im Norden der City von New York und dem Vorort Fort Lee auf dem New Jersey-Ufer. Sie wird als Hängebrücke ausgeführt (Abb. 1) und mit ihrer 1066 m weiten Hauptöffnung die Brücken von Quebec und zwischen Philadelphia—Camden mit 549 und 533 m um rund das Doppelte übertreffen. Nach einem Bericht in Eng. News-Rec. vom 11. August 1927 wird, ebenso wie die in „Bautechnik“ 1927, Heft 41 behandelte Bayonne-Brücke und die anderen von der New Yorker Hafenverwaltung gebauten Brücken, auch dieses wichtige Verkehrsbauprodukt aus Brückenrollen gebaut und unterhalten werden, wobei die Baukosten zunächst von den Staaten New Jersey und New York aufgebracht werden:

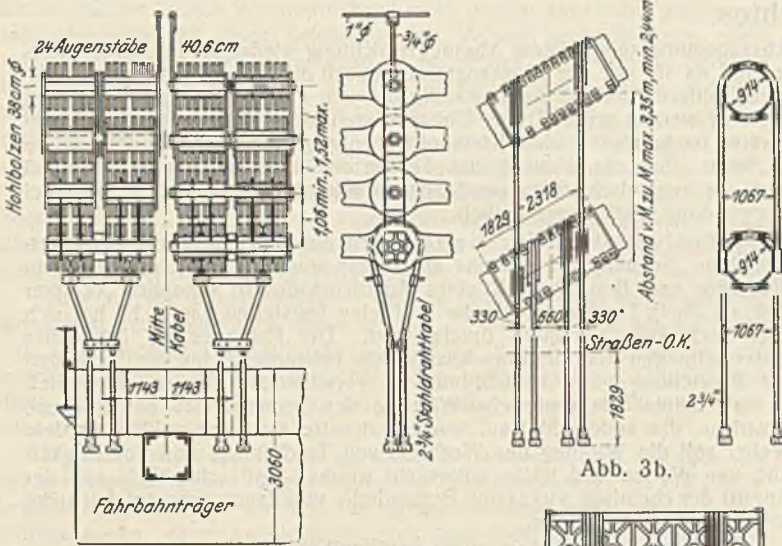
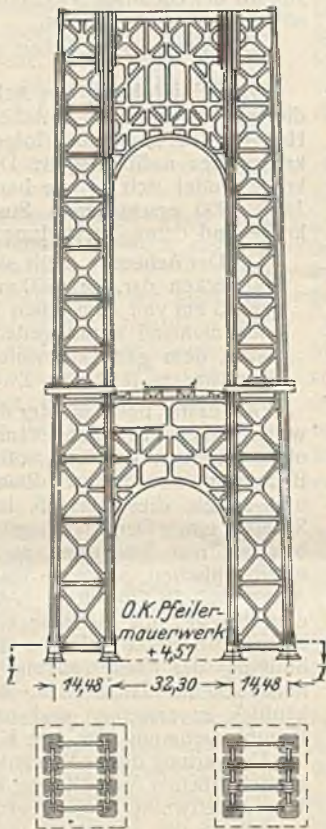


Abb. 3a.

Abb. 3b.



Grundriss I-I

Abb. 4b.

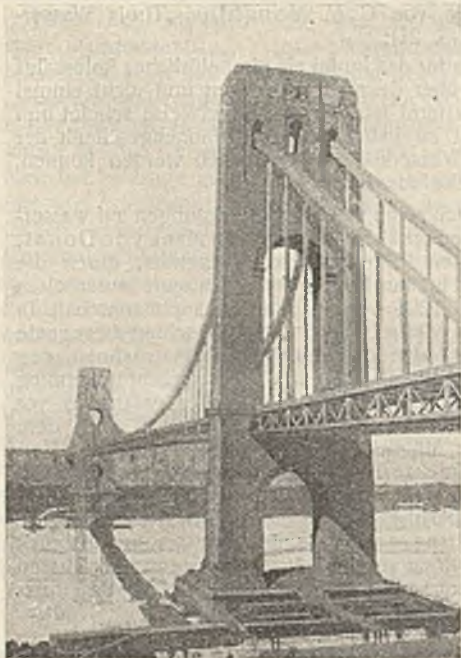


Abb. 4a.

schieden werden. — Wie Abb. 3b zeigt, sieht der zweite Entwurf zwei Stahldrahtkabel übereinander vor: Man hatte in Verbindung damit anfänglich daran gedacht, ebenso wie die Fahrbahn und die Versteifungsträger auch die Kabel — und die Türme — in zwei Abschnitten auszuführen. Das wird nach eingehenden Überlegungen für die beiden letzteren jedoch nur insofern geschehen, die als Ausschreibung die Möglichkeit der abschnittweisen Ausführungen zwar vorsehen will, aber mit der Maßgabe, daß vor der Inbetriebnahme Türme und Kabel in den endgültigen Abmessungen zu vollenden sind.

Die lotrechten Hängestäbe bestehen bei dem Drahtkabel wie bei der Augenstakette aus Drahtseilen. Einzelheiten sind aus Abb. 3a u. b ersichtlich. Für ihre Wahl war die Rücksicht auf möglichst große seitliche Beweglichkeit bestimmend: Die zu der großen Spannweite vergleichsweise schmale Brückentafel ist an sich seitlich sehr beweglich, die schweren Kabel sind im Verhältnis dazu gegen Windbeanspruchung ziemlich widerstandsfähig. Man will durch eine recht gelenkige Aufhängung also einen möglichst großen Teil des Winddrucks von der leichten Fahrbahn auf die Kabel übertragen.

Beim Entwurf der Türme spielten ästhetische Rücksichten, die naturgemäß auch sonst bei diesem Riesenbauwerk vielfach mitbestimmend waren, eine wichtige Rolle: der erste Entwurf hatte die Vereinigung von Eisenkonstruktion und Betonmauerwerk in der Weise vorgesehen, daß die erstere die Beanspruchungen des ersten Bauabschnittes aufnehmen sollte, das Betonmauerwerk aber diejenigen des zweiten. Die Absicht gewaltiger massiver — oder doch massiv wirkender — Türme bei einem reinen, im übrigen möglichst kühn und leicht gehaltenen Eisenbauwerk wurde stark angefochten, die Ansichten des Architekten haben sich jedoch durchgesetzt: Es gelangt der in Abb. 4a dargestellte Entwurf zur Ausführung; allerdings mit der Maßgabe, daß das Stein- und Betonmauerwerk nur zur Verkleidung des eisernen Turmfachwerkes (Abb. 4b) dient, jedoch keinerlei Lasten aufzunehmen hat.

Die Versteifungsträger, die bei den neuzeitlichen großen Hängebrücken so hohe Bedeutung haben — man denke z. B. an die bereits oben erwähnte Hängebrücke bei Florianopolis — spielen bei der Fort-Lee-Brücke eine erheblich geringere Rolle: Die große Spannweite sowie das deshalb sehr hohe Gewicht von Kette oder Kabel und der Hängelieder verleihen schon an sich dem Bauwerk einen hohen Grad von Steifigkeit, während ferner die mehr gleichmäßigeren Lasten des Straßen-Fuhrwerkverkehrs vergleichsweise geringe Beanspruchung ergeben. Man hat daraufhin die Versteifungsträger im Grunde für entbehrlich gehalten, für den Fall eines späteren Schnellbahnverkehrs jedoch nicht darauf verzichten wollen. In Verbindung mit dem in zwei Abschnitten auszuführenden Bau der zweigeschossigen Fahrbahn ist jetzt beschlossen, im ersten Bauabschnitt lediglich den Obergurt des Versteifungsträgers mit dem Windverband auszuführen, Füllstäbe und Untergurt nach der Inbetriebnahme im zweiten Bauabschnitt. Wie man aus Abb. 2 sieht, sind die Abmessungen des Versteifungsträgers sehr gering, die Höhe beträgt nur etwa 8,10 m und ist auf die ganze Spannweite gleich. Über den Pfeilern geht der Träger (vergl. Abb. 1) nicht durch.

Als Baustoff für die Turmsäulen (Abb. 4b) und die Haupttragteile der Fahrbahn ist Siliziumstahl, für die Füllstäbe und kleineren Einzelteile gewöhnlicher Baustahl bestimmt. Die Augenstaketten — falls sie zur Ausführung gelangen — sollen eine Bruchfestigkeit von mindestens 7380, eine Streckgrenze von mindestens 5275 kg/cm² haben und einschließlich der Nebenspannungen eine Beanspruchung von 3516 kg/cm² erhalten. Werden statt dessen Stahldrahtkabel ausgeführt, so sind die drei genannten Grenzwerte mit 15 466, 10 546 und 5765 kg/cm² vorgeschrieben. Zurzeit sind die Erd- und Felsarbeiten für die Verankerung und die Anfahrt auf dem Westufer vollendet, die Gründung für den westlichen Turm ist im Bau, die Vollendung der Brücke für 1932 in Aussicht genommen.

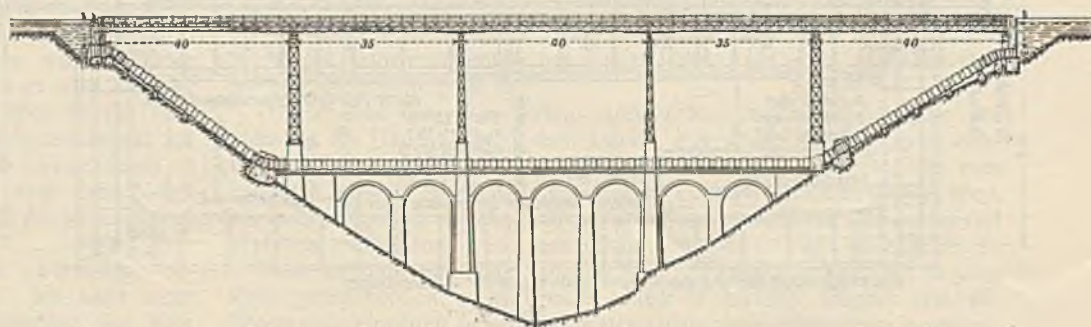
Ki.

Bereitgestellt sind dafür zunächst 75 Mill. S., doch hofft man diese Summen auf 55 bis 60 Mill. beschränken zu können dadurch, daß man die Brücke sofort nach Fertigstellung der einen — oberen — Fahrbahn teils in Betrieb nimmt.

Die Brücke liegt im Zuge neuer Straßen, die in naher Zukunft jedenfalls einen überaus starken und schnell um das Vielfache wachsenden Verkehr aufzunehmen haben werden. Genaue Annahmen dafür erscheinen heute kaum möglich, immerhin denkt man mit der in Abb. 2 dargestellten Fahrbahnordnung auszukommen, die auf einem oberen Deck Raum für acht Fuhrwerkreihen nebeneinander vorsieht, während ein unteres — im zweiten Bauabschnitt herzustellendes — vier bis sechs Schnellbahn-, Omnibus- oder Straßenbahnreihen dienen soll.

Eingehende Untersuchungen gingen der Entscheidung über die Frage der Ausbildung des Hängegliedes voraus: Als ihr Ergebnis sind sowohl Entwürfe mit Augenstaketten nach Art der für die Hängebrücke von Florianopolis ¹⁾ verwendeten als auch solche mit Stahldrahtkabeln ausgearbeitet. Die Augenstaketten sind Gegenstand mancher Kritik gewesen, haben aber den wichtigen Vorteil des etwa 2 1/2 größeren Gewichts, verbürgen also eine weit größere Steifigkeit des ganzen Bauwerks und erlauben damit eine Beschränkung in den Abmessungen des Versteifungsträgers.

Abb. 3a u. 3b zeigen Entwürfe mit Augenstaketten und mit Drahtkabeln. Für beide sollen Angebote eingeholt und nach dem Ergebnis der Ausschreibungen endgültig über die Wahl ent-



¹⁾ Über diese Brücke wird später berichtet werden.

beiden äußeren und die mittlere Öffnung, je 35 m für die beiden inneren Seitenfelder. Das Bauwerk liegt etwa 135 km von Madrid und ist das bemerkenswerteste aus einer großen Zahl von Anlagen, die bei der zerklüfteten und unregelmäßigen Gebirgsgegend für die Verbindung des genannten Kraftwerkes mit dem La Toba Staubecken erforderlich waren. Ki.

Normenfestigkeiten gewöhnlicher und hochwertiger Zemente. Durch Erlaß des Reichsverkehrsministers vom 15.10.1927 — W. 1. E. II. T. 3. 179 — sind mit Zustimmung der wirtschaftlichen Organisationen und wissenschaftlichen Fachvereine der deutschen Zementindustrie die in Abschnitt VII „Festigkeit“ der deutschen Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement, Eisenportlandzement und Hochofenzement enthaltenen Mindestfestigkeitswerte wie folgt erhöht und festgesetzt worden:

a) für gewöhnlichen langsambindenden Portland-, Eisenportland- und Hochofenzement:

	nach 7 Tagen (1 Tag in feuchter Luft, 6 Tage unter Wasser) kg/cm ²	nach 28 Tagen (1 Tag in feuchter Luft, 27 Tage unter Wasser) kg/cm ²	nach 28 Tagen (1 Tag in feuchter Luft, 6 Tage unter Wasser, 21 Tage in Luft von Zimmertemperatur = 15 bis 20 ° C) kg/cm ²
Druckfestigkeit . . .	180	275	350
Zugfestigkeit . . .	18	—	30

b) für hochwertigen Zement:

	nach 3 Tagen (1 Tag in feuchter Luft, 2 Tage unter Wasser) kg/cm ²	nach 28 Tagen (1 Tag in feuchter Luft, 6 Tage unter Wasser, 21 Tage in Luft) kg/cm ²
Druckfestigkeit . . .	250	500
Zugfestigkeit . . .	25	40

Bewerbung für die Laufbahn der bautechnischen Reichsbahnobersekretäre. Zum 1. Dezember 1927 und 1. Mai 1928 werden mehrere Dienstanfänger für die Laufbahn der bautechnischen Reichsbahnobersekretäre eingestellt werden. Annahmebedingungen: Lebensalter möglichst nicht über 28 Jahre (durch Geburtsurkunde nachzuweisen), Zeugnis der Reife für Obersekunda einer neunstufigen höheren oder der Reife einer sechsstufigen höheren Lehranstalt oder Zeugnis über die Aufnahmeprüfung für die erstgenannte Klasse, Zeugnis über erfolgreiche zweijährige Ausbildung in einem Bauhandwerk (namentlich Maurer-, Zimmerer-, Schlosserhandwerk), Reifezeugnis einer anerkannten Baugewerkschule (vorzugsweise der Tiefbauabteilung), Kenntnis der Einheitskurzschrift. Bewerbungen, denen die Zeugnisse in Urschrift oder beglaubigter Abschrift beiliegen müssen, nimmt das Reichsbahn-Zentralamt in Berlin SW 11, Hallesches Ufer 35/36, bis zum 15. November 1927 entgegen; es wird die Bewerber auf ihre Kosten (10 R.-M.) bahnärztlich untersuchen lassen (Paßbild erforderlich) und die für geeignet befundenen den einzelnen Reichsbahndirektionen des preussisch-hessischen Netzes zuteilen. Die Reichsbahndirektionen Dresden und Stuttgart nehmen die Bewerber unmittelbar — ohne Mitwirkung des Reichsbahn-Zentralamts — an. Über die Einstellung von Bewerbern für das ehemals bayerische Netz wird später entschieden. In den Bezirken Oldenburg, Kassel, Königsberg (Pr.) und Trier werden Bewerber einstweilen nicht eingestellt. Für die Bezirke Karlsruhe und Schwerin sind nur ganz wenig Bewerber vorgesehen.

Über die Lüftungseinrichtungen des Holland-Tunnels. Der ungefähr 3 km lange, nach dem Erbauer so genannte Holland-Tunnel unter dem Hudsonfluß dient der Verbindung zwischen den Städten New York und New Jersey. Mit den Vorarbeiten wurde 1919 begonnen, jetzt steht er, nach einem Berichte in Eng. News-Rec. vom 9. Juni 1927, S. 934 bis 939, kurz vor der Inbetriebnahme. Er ist als Zweiröhrentunnel ausgebildet und vor allem für sehr starken Kraftwagenverkehr berechnet.¹⁾

¹⁾ Vergl. „Die Bautechnik“ 1925, Heft 1, S. 12.

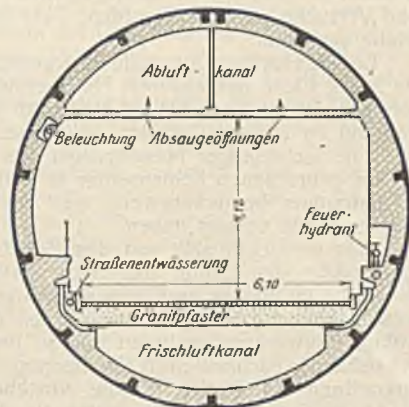


Abb. 1. Tunnelquerschnitt.

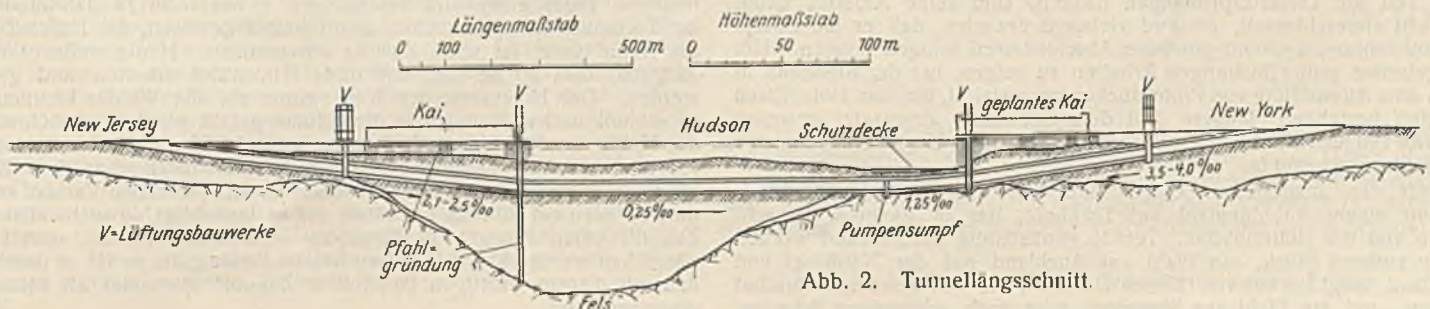


Abb. 2. Tunnelängsschnitt.

Dieser Kraftwagenverkehr bedingt durch seine schädlichen Abgase ungewöhnliche Maßnahmen zur Tunnellüftung, für die keinerlei Vorbilder da waren. Vor Feststellung des Entwurfquerschnitts wurden daher Untersuchungen angestellt durch die Bergbehörde (U. S. Bureau of Mines) auf deren Versuchsquerschlag in Pittsburg über die Menge der Abgase bei starkem Autoverkehr. Es ergaben sich bei Geschwindigkeiten bis 24 km/Std. und Steigungen bis zu 35‰, wie sie im Holland-Tunnel vorkommen, zwischen 16 und 80 l Kohlenoxydgas je Wagen und Minute, also in sehr weiten Grenzen schwankende Werte.

Gleichzeitig wurden an der Yale-Universität Versuche über die Wirkung der Gase auf den menschlichen Organismus angestellt; diese ergaben, daß außer Kohlenoxyd keine schädlichen Verbrennungsrückstände entstehen. Bei unvollkommener Verbrennung, z. B. von haltenden Kraftfahrzeugen, werden allerdings auch noch Abgase erzeugt, die zu Tränen reizen und Erbrechen verursachen können, aber keine eigentlichen Giftwirkungen haben. Das Kohlenoxyd dagegen ist schon bei mehr als 0,4‰ Beimengung und einstündiger Einwirkung lästig, bei 0,6‰ merklich schädlich und bei 0,8 bis 1,0‰ sehr gefährlich. Es wurde daher der zulässige Kohlenoxydgehalt auf 0,4‰ festgesetzt und danach der Tunnelquerschnitt und die Lüftungsanlagen entworfen.

Dabei wurde ein Verkehr von 1900 Kraftwagen in 1 Min. auf der 6,1 m breiten Tunnelstraße angenommen, und es ergab sich dafür der notwendige Frischluftbedarf zu 27,8 m³ in 1 Min. und auf 1 m steigende Strecke, 11,6 m³ in Gefällstrecken und 20,8 m³ in der Wagerechten, das sind für den nördlichen Tunnel 54 300, für den südlichen 52 100 m³/Min. und damit ein 42maliger Luftwechsel in der Stunde.

Gleichzeitig liefen Versuche über die Bewegungswiderstände der Luft und die danach erforderlichen Ventilatoren und Leitungsquerschnitte.

Nach diesen Erfahrungen wurde in der erwähnten Versuchsstrecke des Bureau of Mines zuerst ein Probebetrieb eingerichtet, der die für den Tunnel in Aussicht genommene Art der Belüftung aufwies, nämlich Zuführung von Frischluft an der Straßensohle und Abzug der verbrauchten Luft im Tunnelseitel.

Es zeigte sich, daß dieses Verfahren den größten Erfolg versprach. Zunächst hatte man an die für Tunnel bisher übliche Lüftung durch einen von einem Schacht bis zum nächsten längs durchstreichenden Luftstrom gedacht. Da nach den Versuchen jedoch ein sehr großer Luftbedarf ermittelt wurde, entschloß man sich nun zu der zwar teuren, aber viel wirkungsvolleren Art der Belüftung in der Tunnelquerrichtung. Der röhrenförmige Querschnitt des Unterwassertunnels, der erst zu 8,84 m Durchm. angenommen war, wurde auf 8,99 m, auf eine kurze, besonders ungünstige Strecke sogar auf 9,25 m Durchm. festgesetzt und nach Abb. 1 unterteilt.

In der Sohle befindet sich ein ungefähr mannshoher Frischluftkanal, alle 3 bis 4,5 m führen Öffnungen nach der Straße kurz oberhalb des Pflasters für die Zuführung der Luft, und in ebensolchen Abständen sind Öffnungen an der Decke des Verkehrstunnels angeordnet, durch die die verbrauchte Luft in den oberliegenden Abluftkanal abgesaugt wird.

Dieses System versprach vor allem eine ganz gleichmäßige Belüftung, während die bisher übliche „Längsbelüftung“ an den Enden des Wetterstromes eine sehr verschiedene Güte der Luft zur Folge hat, wie in jedem Kohlenbergwerk wahrzunehmen ist. Vor allem aber hat dieses Verfahren der „Querbelüftung“ den Vorteil, daß bei etwaigen Automobilbränden, mit denen ebenso wie auf den East-River-Brücken erfahrungsgemäß immer gerechnet werden muß, der Rauch auf die Brandstelle beschränkt bleibt, und dadurch bis zum Eintreffen der Feuerwehr eine Panik soweit als möglich vermieden wird.

Die Kompressoren für das Zuführen der frischen und das Absaugen der verbrauchten Luft sind über den nach Abb. 2 eingeschalteten Schächten in etwa 31 m hohen, turmartigen Gebäuden untergebracht. Insgesamt sind 84 Ventilatoren mit zusammen 6000 PS angeordnet, von denen aber



Abb. 3. Lüftungsbauwerke.

höchstens $\frac{2}{3}$ zusammenwirken, während der Rest als Reserve dient. Aber selbst wenn nur $\frac{1}{3}$ der Ventilatoren im Betrieb ist, genügt schon die Lüftung für den gewöhnlichen Verkehr nach den oben angegebenen Mindestforderungen. Die Anordnung ist also reichlich gewählt, ferner sind Apparate zur genauen dauernden Überwachung von einer Stelle aus, sowie außerdem zur möglichen Unabhängigkeit der Stromversorgung Anschlüsse an zwei verschiedene Versorgungsnetze angeordnet.

Die Druckhöhe des Luftstromes beträgt 15 bis 95 mm Wassersäule je nach der Streckenlänge. Die Frischluft tritt durch riesige Fenster in die Türme ein, während die verbrauchte Luft durch 6 m hohe schornsteinartige Aufsätze ausgestoßen wird, um eine Vermengung beider, also ein Wiedereinsaugen der verbrauchten Luft vollständig zu vermeiden (Abb. 3).

Vor der Inbetriebnahme sind noch Brandproben geplant, die auch über die Verhältnisse bei stärkster möglicher Rauchentwicklung Klarheit bringen sollen.

R. Fischer.

Die Werkstoff-Frage im Eisenbau erörterte Direktor Dr.-Ing. ehr. O. Erlinghagen, Rheinhausen, im einem Vortrage am 27. Oktober 1927 auf der Werkstofftagung in Berlin. Ausgehend von der Entwicklung in den Nachkriegsjahren, behandelte der Vortragende die Werkstofffrage im Eisenbau vornehmlich vom Gesichtspunkte des Bauingenieurs. Neben den Erfolgen des Deutschen Normenausschusses, der sich zusammen mit dem Verein deutscher Eisenhüttenleute um die Vereinheitlichung und Vereinfachung der mannigfachen Gütevorschriften bemüht hatte, laufen die Bestrebungen der Reichsbahn, die bei den Arbeiten des Normenausschusses ebenfalls mitgewirkt hatte, die Güte des Werkstoffes auch für den Eisenbau, besonders den Brückenbau, zu steigern, um Materialersparnisse zu erzielen. Es geschah dies durch die Einführung des Stahles St 48 mit den bekannten Güteziffern. Vor etwa zwei Jahren wurde dann durch die Reichsbahnverwaltung der Siliziumstahl im deutschen Brückenbau eingeführt. Die zulässige Grundspannung, die für den St 48 um 30% gegenüber dem St 37 erhöht worden war, wurde für den St Si auf 2100 kg/cm², d. s. 50% mehr als für den St 37, festgesetzt.

Augenblicklich wird jedoch für den deutschen Eisenhochbau überwiegend Handelsgüte St 00 und St 37 verwendet. Im deutschen Hochbau haben sich aus wirtschaftlichen Gründen der St 48 und der St Si kaum eingeführt. Die meisten Brücken der letzten vier Jahre, die von der Reichsbahn ausgeführt worden sind, bestehen aus St 48. Der Siliziumstahl wird seit Ende 1926 für größere Brückenbauten verwendet. Umfangreiche Erfahrungen stehen noch nicht zur Verfügung.

Auf Grund der Veröffentlichungen in deutschen und amerikanischen Zeitschriften und der Untersuchungen des Vereins deutscher Eisenhüttenleute und des Bureau of Standards in Washington wies der Vortragende nach, daß der im Bohardt-Ofen erschmolzene F-Stahl (Freund-Stahl) in der gleichen Güte im gewöhnlichen Siemens-Martin-Ofen hergestellt werden kann. (Vergl. „Die Bautechnik“ 1927, Heft 17, S. 247.)

Nach kurzer Beleuchtung der wirtschaftlichen Seite der Verwendung der obengenannten Stahlsorten wurden die Verhältnisse in Frankreich, England und Amerika gestreift. In diesen Ländern sind in der Nachkriegszeit bezüglich der Vorschriften für die Güte des Werkstoffes im Brückenbau kaum Änderungen eingetreten. Angeregt durch die Bestrebungen in Deutschland wird allerdings in Amerika jetzt die Verwendung des Siliziumstahles ebenfalls eifrig erörtert. Nach den neuesten Vorschriften der „American Society of Civil-Engineers“ stehen praktisch nur zwei Stahlsorten zur Verfügung:

1. sogenannter Baustahl (Structural Steel) mit 38,6 bis 45,7 kg/mm² Festigkeit und
2. für große Bauwerke Nickelstahl (Structural Nickel Steel) mit einem Nickelgehalt nicht unter 3,25% und 60 bis 70 kg/mm² Festigkeit.

Die neuen Bestrebungen in Deutschland sollten denselben Weg gehen, sich auf etwa zwei Sorten beschränken: nämlich auf Normalgüte St 37 für gewöhnliche Bauzwecke und auf einen Stahl mit etwa den gleichen Güteziffern wie für Siliziumstahl für schwere Hochbauten und Brücken großen und größten Umfangs. Es müßte aber den deutschen Hüttenwerken überlassen werden, durch welche Legierungszuschläge sie die für Siliziumstahl aufgestellten Güteziffern erreichen wollten.

Zum Schluß ging Dr.-Ing. Erlinghagen noch auf die Verwendung von gekupfertem Stahl im deutschen Eisenbau ein und verwies auf die amerikanischen und deutschen Versuche mit Stahl mit einem Kupferzusatz von 0,25%. Es scheint, als ob dieser gekupferte Stahl bald größere Verwendung im deutschen Eisenbau finden wird. (Vergl. „Die Bautechnik“ 1927, Heft 34, S. 477.)

Baustoffe im Seewasser. Die „Institution of Civil Engineers“ hat im Jahre 1916 einen Ausschuß eingesetzt, der den Einfluß des Seewassers auf Bauwerke verschiedener Art untersuchen sollte. Da es sich dabei zum großen Teil um Dauer-Erprobungen handelt, sind seine Arbeiten heute noch nicht abgeschlossen, es wird vielmehr erwartet, daß er sie erst in etwa fünf Jahren zu einem gewissen Abschluß wird bringen können. Um die Ergebnisse seiner bisherigen Arbeiten zu zeigen, hat der Ausschuß in London eine Ausstellung von Probestücken veranstaltet, die, aus Holz, Eisen und Beton bestehend, längere Zeit dem Seewasser ausgesetzt gewesen sind. Die Probestücke zeigen nach einem Bericht in Engineering manche interessante Erscheinung.

Unter den ausgestellten Gegenständen ist ein 35 × 35 cm starkes Holz von einem Anbindepfahl aus Teakholz, das in Rangoon in acht Monaten von der Bohrmuschel, Teredo, vollständig durchlöchert worden ist. Ein anderes Stück, ein Pfahl aus Auckland auf der Nordinsel von Neuseeland, zeigt Löcher von 15 mm Durchm., die von derselben Muschel herrühren, und ein Pfahl aus Singapore zeigt noch schlimmere Schäden.

In Perth in Australien sind sogar Pfähle aus Jarrah-Holz in elf Jahren von der Bohrmuschel zerstört worden, wie ein weiteres Probestück zeigt, an dem im übrigen die vom Wasser nicht benetzten Teile vollständig gesund sind. Ein anderes Probestück zeigt Löcher, deren Kreisform so vollkommen ist, daß man glauben könnte, die Löcher wären mit einem scharfen Bohrer hergestellt; das Stück stammt aus Devonport, es ist aber nicht ersichtlich, ob Devonport in Tasmanien oder Devonport auf der Halbinsel Cornwall gemeint ist; die Bohrmuschel ist zwar von Haus aus in tropischen Gewässern heimisch, sie ist aber auch in europäischen Häfen eingeschleppt worden und übt dort ihre zerstörende Tätigkeit aus. In europäischen Gewässern ist es aber hauptsächlich die Limnaria, die auf ähnliche Weise wie die Teredo das Holz zerfrißt. Ihre Löcher sind zwar kleiner, dafür aber um so zahlreicher. Geteertes Pitchpine-Holz und Eukalyptus-Holz sind in Heysham an der Westküste von England in weniger als neun Jahren unter den Angriffen der Limnaria zugrunde gegangen. Ausgestellt sind auch einige Bohrmuscheln, die eine Länge von 46 cm erreicht haben.

Die Ausstellung bestätigt die bekannte Tatsache, daß sich dauernd unter Wasser befindliches Holz geradezu unbegrenzt lange gesund erhält. Das gilt aber in vollem Umfang nur von Süßwasser, in dem man 100jährige Pfähle in vollständig gesundem Zustande gefunden hat, ja es soll noch viel ältere dauernd unter Wasser gebliebene Holzteile geben — genannt wird sogar ein Zeitraum von 1000 Jahren —, die sich vollständig unversehrt erhalten haben. Im Seewasser dagegen darf in gemäßigttem Klima kaum mit einer längeren Lebensdauer des Holzes als 10 bis 15 Jahre gerechnet werden, und in den Tropen geht es zuweilen schon in weniger als zwei Jahren zugrunde. Tränkung mit Kreosot hat nicht immer den gewünschten Erfolg, und der erwähnte Ausschuß erörtert die Möglichkeit, durch Zusatz von giftigen Stoffen zu besseren Ergebnissen zu gelangen. Versuche mit arsenhaltigen Flüssigkeiten versprechen Erfolg; die betreffenden Arsenverbindungen sind in Wasser unlöslich, lösen sich aber in Kreosot, Alkohol und Öl und können in dieser Lösung gut verwendet werden.

Außer dem Holz leidet aber bekanntlich auch Beton durch Seewasser. In London sind einige Brocken Portlandzementbeton mit Kalksteinschotter ausgestellt, die von Lithophagen zerstört worden sind. Diese versuchen durch den Beton an den Kalk heranzukommen. Auch Portlandstein, ein in England sehr beliebter Baustoff, der seinen Namen nach seinem Gewinnungsort, der Halbinsel Portland in Dorsetshire führt, hat im Seewasser gelitten. Andererseits hat sich gezeigt, daß sich Beton in einem Lager flüssiger Brennstoffe trotz dauernder Tränkung mit Öl gut gehalten hat. Von einer Mole in der Themse rühren Bewehrungsseisen her, die zeigen, daß Eisenbeton gegen Wasser empfindlich sein kann. Das Eisen ist durch Rost fast vollständig zerstört, und dessen treibende Kraft hat das Absplittern von Betonbrocken zur Folge gehabt, wodurch wiederum die Rostbildung gefördert worden ist. Der Ausschuß ist zu der Überzeugung gekommen, daß in Wasser eingetauchter Eisenbeton so entworfen werden mußte, daß das Eisen mindestens 5 cm tief in den Beton eingebettet ist.

Im Gegensatz zu der zerstörenden Wirkung des Seewassers und der darin lebenden Tiere kommt es aber auch vor, daß diese Einflüsse erhaltend wirken. Als man in Singapore einen eisernen Träger von den Austern befreite, die sich an ihm angesetzt hatten, zeigte sich, daß das Eisen rostfrei war, und ein ähnlicher Vorgang ist auch an anderer Stelle beobachtet worden.

Der Ausschuß untersucht auch die Widerstandsfähigkeit verschiedener Stahlsorten gegen Rost. Er hat gefunden, daß die bisher untersuchten Stahlsorten, auch wenn sie als nichtrostend bezeichnet werden, nicht vollständig rostfrei bleiben, daß aber einige dem gewöhnlichen Baustahl in dieser Beziehung weit überlegen sind. Auch mit schützenden Anstrichen sind Versuche angestellt worden; Teer hat sich dabei als ein guter Rostschutz erwiesen.

Ein eigenartiger Ausstellungsgegenstand ist ein eiserner Bolzen, der ein Stück Eiche mit anderem Holz verbunden hat. Da, wo er im Eichenholz saß, ist das Eisen bis auf die Hälfte seines Querschnitts weggefressen, während im übrigen Teil der volle Querschnitt im wesentlichen erhalten ist. Ein sechszölliger Messingnagel aus einem im Jahre 1805 erbauten, 1919 abgebrochenen Schleusentor in Leith war einwandfrei erhalten; das ist besonders bemerkenswert, weil hochzugfeste Kupferlegierungen an anderer Stelle versagt haben.

Man verspricht sich von den Forschungen des eingangs genannten Ausschusses den Erfolg, daß nach deren Ergebnissen die Baustoffe für Bauwerke im Wasser nach neuen, richtigeren Gesichtspunkten ausgewählt werden können; infolgedessen werden die Unterhaltungsarbeiten an derartigen Bauwerken verringert und so Ersparnisse erzielt werden können. Die bekannte Fachzeitschrift Engineering, deren Bericht über die Londoner Ausstellung als Quelle für die vorstehenden Andeutungen gedient hat, macht am Schluß dieses Berichtes die Bemerkung, die Erörterungen des Ausschusses ergriffen nur eine Seite der Frage, die den Techniker des heutigen Tages eingehend beschäftigen müsse. Im 19. Jahrhundert sei der Techniker im wesentlichen damit befaßt gewesen, die Hilfsmittel, die die Natur biete, für seine Zwecke auszunutzen. Heute stehe er vor der Aufgabe, dies so zu tun, daß diese Hilfsmittel erhalten und geschont werden. Der Holzvorrat der Welt nehme ab, die Wälder könnten nicht so schnell nachwachsen, wie die Bäume gefällt werden, die Gewinnung der Kohle werde immer schwieriger, was gleichbedeutend mit einer Verteuerung sei. Vorräte an Eisen seien zwar zurzeit noch reichlich vorhanden, aber schon weil ein englischer Fachmann den jährlichen Verlust an Eisen durch Rosten auf 20 Mill. t schätze, sei es berechtigt, in nicht allzu ferner Zukunft einen Mangel an Eisen zu befürchten. Da es, soweit heute übersehen werden kann, für Eisen keinen Ersatz gibt, so ist es unerlässlich, daß mit diesem wichtigen Baustoff in Zukunft sparsamer als bisher umgegangen wird.

Wkk.

Zuschriften an die Schriftleitung.

Die zulässigen Spannungen massiver Bogen. Da die Mitteilungen von Dr.-Ing. H. Leitz in der „Bautechnik“, Heft 37, S. 517 auf meine Ausführungen in Beton u. Eisen 1925, S. 188 Bezug nehmen, so möchte ich bemerken, daß sich meine damaligen Vorschläge eigentlich nur auf das Stadium bezogen haben, das beim Betonbogen nach seiner Ausschalung eintritt, wo die Mitwirkung der auf dem Bogen aufruhenden und ihn versteifenden Aufbauten noch nicht vorhanden ist und eine weltgehende Vorsicht schon deshalb notwendig erscheint, weil in dem jungen Beton Setzungen und ungleichmäßige Stauchungen in Verbindung mit den Vorgängen bei der Ausschalung eintreten.

Ich kann mich aber mit der von Dr.-Ing. Leitz vorgeschlagenen Verallgemeinerung um so weniger einverstanden erklären, als er sich dabei auf die bestehenden Vorschriften für den Säulenbau bezieht, wo das Schlankheitsverhältnis von $h/d = 15$ nur selten und $h/d = 25$ überhaupt nicht vorkommt. Der Gesetzgeber mußte daher für den Säulenbau seine Regeln ohne weiteres so abfassen, daß sie diesen praktischen Verhältnissen Rechnung tragen, weshalb wir in den Erläuterungen von Gehler den Hinweis finden, daß eine Überschreitung von $h/d = 25$ überhaupt nicht in Frage kommt. Die Übertragung dieser Regel auf den Bogenbrückenbau erachte ich für unzulässig. Wenn ich für eine Berücksichtigung des Schlankheitsverhältnisses auch auf diesem Gebiete eingetreten bin, so geschah es hauptsächlich deshalb, um uns Vorkommnisse wie in Flensburg zu ersparen. Es geht aber nicht an, aus diesen für den Säulenbau aus konstruktiven Gründen durchaus berechtigten Beschränkungen Folgerungen abzuleiten, die für den Bogenbau als nicht berechtigt anzusehen sind. Es würde dies eine unbegründete Beschränkung seiner Entwicklung bedeuten, wie sie durch tatsächliche Ausführungen mehrfach bereits als unrechtmäßig nachgewiesen ist. Insbesondere würde man zu derart niedrigen zulässigen Beanspruchungen gelangen, daß ihre Einhaltung zu ganz plumpen Bogenformen zwingen müßte und jede größere Spannweite im Bogenbau unmöglich gemacht würde.

Die deutschen Vorschriften 1925 bedeuten durch die Einreihung der zulässigen Beanspruchungen des Bogens in die Spalte a Tab. IV einen hervorragenden Fortschritt auf diesem Gebiete, und es geht nicht an, diesen durch so wenig begründete Bedenken in Frage zu stellen. Diese Einreihung ist berechtigt durch das günstige Verhältnis zwischen Nutzlast und Eigengewicht und die damit zusammenhängende geringe Stoßwirkung und durch die der Rechnung zugrunde liegenden ungünstigen Belastungsannahmen. Wenn auch bei diesen Bauwerken die angenommene einseitige Belastung auftreten kann, so ist doch deren Vervielfachung in Wirklichkeit niemals zu erwarten; diese Bauten haben demnach eine viel höhere Sicherheit, als die Rechnung ausweist. Diesem Umstande hat kürzlich das bayerische Flußbauamt in Augsburg bei Planung des kühnen Bogens über den Lech durch eine weitere Erhöhung der in der erwähnten Tabelle der Bestimmungen mit höchstens 70 kg/cm^2 angegebenen Zahl auf 80 kg/cm^2 Rechnung getragen, wobei alle Nebenwirkungen, die von Stößen und Knickung herrühren, bereits berücksichtigt sind.

Die Ausführungen des Herrn Dr.-Ing. Leitz geben Anlaß zu verschiedenen Einwänden. Der nächstliegende ist der Umstand, daß er die Stärke eines Zweigelenkbogens aus Stampfbeton zu $1/20 l$ vorschlägt, während er die kleinste Fugenstärke des Dreigelenkbogens $= 1/16,5 l$ fordert. Es ergibt sich der Widerspruch, daß die Konstruktion, die an der knickempfindlichsten Stelle $1/20 l$ Stärke haben soll, im zweiten Falle mit einer Stärke $= 0$ auskommt.

Ich hatte kürzlich Gelegenheit, eine Art „Rekord für Schlankheit“ beim Bau einer Brücke in Purgstall in Oberösterreich aufzustellen. Diese in der Abbildung wiedergegebene Brücke ist ein Zweigelenkbogen aus umschnürtem Beton nach meinem System der Umschnürung mit nur geringer Längsbewehrung aus gewöhnlichem Rundstahl. Die Anwendung von Gelenken erklärt sich in diesem Falle durch die teilweise Anordnung der Fundamente auf schwebenden Pfählen. Für derartige Bauten gibt Leitz als geringste zulässige Fugenstärke für einen Zweigelenkbogen $1/50 l$ an. Da die Spannweite des Eisenbetonbogens 35 m beträgt, so müßte die geringste Höhe 70 cm sein. Die Entfernung zwischen dem Rande der Umschnürungen ist in diesem Fall sogar etwas weniger als 70 cm , die äußeren Abmessungen der Bogenrippen 75 cm . Wir sehen in dem Bilde eine Ausführung, die die aufgestellte Grenze unterschreitet. Es sind dort nicht nur die geringsten Fugenstärken angewendet, sondern, was wohl das wichtigste ist, auch die üblichen zulässigen Betonbeanspruchungen ohne jede Abminderung eingehalten worden. Das Bauwerk dient einer nebensächlichen Bezirkstraße und ist mit ungemein geringen Kosten, wenn auch mit aller nötigen Sorgfalt von den Ferro-Betonit-Werken A.-G. in Linz ausgeführt und kürzlich dem Verkehr übergeben worden.

Wenn man auf dem Bauplatz eine Würfel Festigkeit des Betons von $W_{b28} = 250 \text{ kg/cm}^2$ erreicht und gleichmäßig feststellt, so beträgt die Eigenfestigkeit des verwendeten Betons 200 kg/cm^2 , es muß daher eine zulässige Beanspruchung von 100 kg/cm^2 ebenso berechtigt sein, wie bei der Stahlbewehrung, wo man bei einer Fließgrenze von 2400 kg/cm^2 die zulässige Inanspruchnahme von 1200 kg/cm^2 zugrunde legt, wenn auch die Fließgrenze oft wesentlich geringer ist. In diesem Falle ist aber eine Druckspannung von 70 kg/cm^2 zulässig, um so mehr, als der Stahl sich nur (bei $n = 15$) mit 1000 kg/cm^2 ausnutzen läßt und so an den Gebrauch eines hochwertigen Stahles mit einer Fließgrenze von 3800 kg/cm^2 und von Gußeisen mit 6000 kg/cm^2 für die Druckbewehrung nicht gedacht werden kann, obwohl es möglich ist, diese Festigkeiten mit Hilfe von Umschnürung tatsächlich zur Wirksamkeit zu bringen, und so Schlankheiten Hand in Hand mit großen Sicherheiten zu erzielen, wie sie selbst der Eisenbau nicht herzustellen imstande ist.



Trotz aller Wertschätzung der Ausführungen des Herrn Dr.-Ing. Leitz möchte ich doch sagen, daß er den wissenschaftlichen Wert von „Bestimmungen“ unrichtig einschätzt. Jede Vorschrift ist weit entfernt davon, Dogmen wiederzugeben, sie enthält vielmehr für den besonderen Zweck gerechtfertigte Faustregeln, die nur in bestimmten Grenzen richtig sind. Diese m. E. zu weit gehende Wertschätzung von Vorschriften durch den Verfasser mit Bezug auf die Knickregeln geht insbesondere auch aus seinem Zitat der beim Beton notwendigen Bewehrungen hervor. Die Angabe, daß die Bewehrung wenigstens $0,5$ und nicht über 3% betragen dürfe, ist das beste Beispiel derartiger Faustregeln, deren Übertragung auf Gebiete, für die sie nicht bestimmt sind, zu bedauerlichen Fehlgriffen führen muß. Finden wir doch diese Forderung sogar auf den Balken übertragen, und bildet sie dort ein Hindernis für die Verwendung des Stahls, soweit Amter in Frage kommen, wenn dabei die Bewehrung unter $0,5\%$ herabsinkt. Ein Betonbogen, der an den Stellen, wo Zugspannungen auftreten, bewehrt ist, ist nicht mehr als Betonbogen anzusehen. Es ist falsch, die Forderung aufzustellen, daß der ganze Betonbogen wenigstens mit $0,5\%$ bewehrt sein soll. Über die Unrichtigkeit der anderen Grenzziffer 3% bei umschnürtem Beton habe ich mich bereits an anderer Stelle ausgesprochen; die betreffende Bestimmung der deutschen Vorschriften ist bei deren Übernahme durch Österreich gestrichen worden. Der größte Mißbrauch auf diesem Gebiete wird aber mit der Zahl $n = 15$ getrieben, was deshalb hervorgehoben sei, weil nach den Ausführungen des Herrn Dr.-Ing. Leitz die verlangte niedrige Beanspruchung des Betons mit einer ganz geringen Ausnutzung des Eisens Hand in Hand gehen würde.

So sehr ich es begrüße, daß die Ausführungen des Herrn Dr.-Ing. H. Leitz weiteren Kreisen die Notwendigkeit der Berücksichtigung des Schlankheitsverhältnisses beim Bogen vor Augen führt, so darf dies doch nicht einseitig nur zum Nachteil des Eisenbetonbaues geschehen. Dies ist um so wichtiger, als die in dem Aufsatz von Leitz berücksichtigten eingespannten Bogen in Deutschland so gut wie keine Verwendung gefunden haben. Manches von dem hier Gesagten habe ich bereits in meinen Ausführungen über den Einsturz in Flensburg angedeutet. Ich fühle mich jedoch veranlaßt, einiges hier noch klarer hervorzuheben, weil ich mich mit allen aus meinen Anregungen gezogenen Schlußfolgerungen nicht einverstanden erklären kann. Dr. Fritz Emperger.

Entgegnung.

Herr Dr. F. Emperger glaubt im vorstehenden auf den Widerspruch zwischen Zwei- und Dreigelenkbogen aufmerksam machen zu müssen, wonach der erstere an seiner knickempfindlichsten Stelle eine gewisse Mindeststärke erfordere, während der letztere dort mit der Stärke Null auskomme. Dieser scheinbare Widerspruch beruht aber auf einer unzutreffenden Anschauung von der Form der Knicklinie des Bogens; dieser knickt nämlich nicht nach einer Seite aus wie ein Stab — dies ist wegen

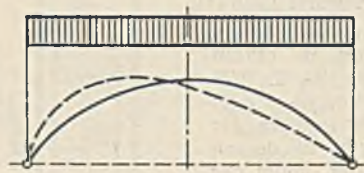


Abb. 1.

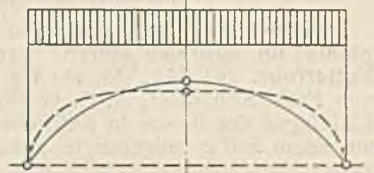


Abb. 2.

der Unverschieblichkeit der Widerlager nicht möglich —, sondern beim Zweigelenkbogen in einer Wellenlinie, die auf der einen Hälfte oberhalb, auf der andern unterhalb der ursprünglichen Bogenachse und Stützlinie verläuft, wobei sich im Scheitel ein Wendepunkt ausbildet (Abb. 1). Beim Dreigelenkbogen ist die Formänderung symmetrisch und hat im Scheitel einen

1) Heft 11 der Berichte des Österr. Eisenbetonausschusses.

Knick. Die knickempfindlichsten Stellen sind die Bogenviertel und nicht die Bogenscheitel (s. Abb. 2). Die Normalkräfte, die nach wie vor etwa in der Stützlinie verlaufen, erhalten durch die Formänderung vergrößerte Hebelarme und verursachen ein Fortschreiten der Formänderung bis zum Bruch, falls nicht genügende Steifigkeit vorhanden ist, genau wie bei andern Knickvorgängen auch. (Phot. Abbildungen der Modellversuche siehe R. Mayer, „Die Knickfestigkeit“, S. 144 ff.)

Für einen erheblichen Unterschied in der Behandlung von Säulen und Bogen kann ich auch jetzt noch keine Gründe finden. In den Schweizerischen Eisenbetonvorschriften z. B. beziehen sich die Knickformeln ausdrücklich auf Stützen und Druckglieder, wozu auch ein Bogen sicher rechnet. Wie die Stütze durch Normalkraft und etwaige Momente an den Enden beansprucht wird, so auch der Bogen, wobei die Momente von unsymmetrischer Belastung, Abweichungen der Stützlinie von der Bogenmittellinie infolge von Ungenauigkeiten in den rechnerischen Grundlagen und der Montierung, Ausweichen der Widerlager und Setzungen herrühren. Dabei wird bei den Säulen die günstige Wirkung der meist vorhandenen Einspannung nicht berücksichtigt, während die angegebenen Bogenknicklängen den Auflagerbedingungen Rechnung tragen. Daher haben alle Einzelbestimmungen der Säulenvorschriften auch für den Bogen unter Einführung der entsprechenden Knicklänge ihre Berechtigung.

Leider mußte in meinem Aufsatz wegen Raummangels ein Absatz wegbrechen, der sich für die Anwendung der Knickformel von Mörsch aussprach; nach ihr ist $\omega = 0,8(1 + 0,0001 l^2)$, d. h. etwas kleiner als nach den Vorschriften. Sie deckt sich mit den Versuchen, die mit Säulen bis zu einem Schlankheitsverhältnis = 28, d. h. $l = 97$ angestellt worden sind, und erlaubt, die Grenzen weiter zu stecken.

Bei der Brücke über den Lech bei Augsburg war die Beachtung der amtlichen Bestimmungen in den ersten Wettbewerbsunterlagen vorgeschrieben, sie mußten demnach berücksichtigt werden.

Herr Dr. F. Emperger streift mehrmals die Frage der Sicherheit, die einen der Kernpunkte bildet. Eine n -fache Sicherheit bedeutet noch lange nicht, daß der Bogen die n -fache Verkehrslast aushält; andere nicht zu vermeidende Umstände, wie die obengenannten Abweichungen der Mittellinie usw. sollen ebenfalls darin berücksichtigt sein und können die Grenze der Bruchlast wesentlich herabsetzen; bei den reinen Betonbogen machen die mit Erhöhung der Verkehrslast eintretenden Zugspannungen zusammen mit den sonstigen Nebenumständen die n -fache Sicherheit leicht zu einer Täuschung. Ob es berechtigt ist, im Beton- und Eisenbau dieselben Sicherheitsgrade anzuwenden, wie Emperger verlangt, hängt von einer Reihe von Umständen ab. Die fabrikmäßige und mit allen Mitteln der Wissenschaft überwachte Herstellung der Eisenteile ergibt eine hohe Gewähr für die geforderten Festigkeitseigenschaften, die sich übrigens vor dem Einbau durch Prüfung leicht feststellen lassen. Dazu kommt noch die Zugfestigkeit und die große Bruchdehnung, die bekanntlich sehr wertvoll gegenüber Schwingungserscheinungen und Nebenspannungen ist. Die Verhältnisse beim Beton liegen, was die Ausführung auf der Baustelle und die Nachprüfung anbetrifft, wohl etwas schwieriger und der Mangel an Zugfestigkeit spielt z. B. bei reinen oder schwach bewehrten Betonbogen eine erhebliche Rolle.

Für die Bemessung und die zulässigen Spannungen der reinen und schwach bewehrten Betonbogen gibt die Knickgefahr den Ausschlag; Knickformeln hierfür sind außer den Anhaltspunkten der amtlichen Vorschriften in den Betontaschenbüchern nicht zu finden; ich habe schon früher angedeutet, daß ich ebenfalls diese Bestimmungen für sehr weitgehend halte. Hier ist eine Lücke, die vielleicht in der Neubearbeitung der Brückenbauvorschriften ausgefüllt wird.

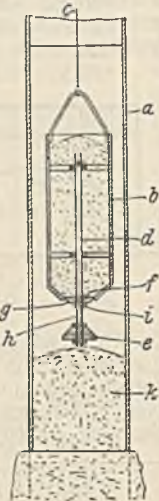
Es ist naturgemäß, daß, nachdem die Verwendung hochwertiger Werkstoffe die so begrüßenswerte Erhöhung der zulässigen Beanspruchung gebracht hat, die Knickgefahr eine wichtige Rolle zu spielen beginnt und berücksichtigt werden muß; insbesondere da das Elastizitätsmaß sich dabei nicht wesentlich geändert hat. Hierauf hinzuweisen und die Auswirkung der bis jetzt dafür vorhandenen Bestimmungen zu zeigen, war der Zweck meiner Zeilen.

Wir schließen hiermit die Aussprache. Die Schriftleitung.

Patentschau.

Bearbeitet von Regierungsrat Donath.

Vorrichtung zur Herstellung eines Betonpfahls im Erdreich durch Stampfen in einem Futterrohr. (Kl. 84 c, Nr. 445 373 vom 20. 6. 1925 von Franz Schlüter, A.-G. in Dortmund.) — Zum Einbringen des Betons in das Futterrohr a dient der an einem Seil c aufgehängte Behälter b , in dessen Achse eine Stange d geführt ist, an der unten der Stampfer e angebracht ist. Der Stampfer e ist mit dem für die Auslauföffnung g vorgesehenen Verschuß f des Betonbehälters b so verbunden, daß sich der Auslauf für den Beton beim Aufstoßen des Stampfers öffnet. Der Verschuß f ist auf einer Schraubenspindel h verschiebbar befestigt und wird durch eine Mutter i festgehalten. Beim Öffnen des Auslaufes wird eine bestimmte Menge Beton abgegeben, die beim nächsten Niedergang des Stampfers festgestampft wird.



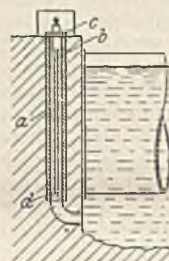
Eiserne Spundwand mit eingebauten Hohlpfählen. (Kl. 84 c, Nr. 443 556 vom 14. 3. 1925 von Karl Pahl in Heidelberg.) — Die Spundwand wird aus zwei einfachen, leicht walzbaren Spundbohlen gebildet, deren Querschnitt dem der laufenden Spundwand entspricht; die Bohlen laufen in Verbindungshaken aus, mit deren Hilfe die beiden Teile der Hohlpileiler miteinander und mit den einteiligen Pfählen durch eingeschobene Riegel verhakht sind. Man benötigt nur ein einziges Formeisen für Hohlpfahl und laufende Wand. Die Hohlpileiler für die Kästen können aus zwei Vorprofilen des Spundwand eisens gebildet sein. Die aus den beiden Formeisen b bestehenden Hohlprofile a werden untereinander durch Schloßriegel d verbunden, während zur Verbindung der laufenden Spundwand c mit den Hohlpfählen die Schloßriegel e dienen.

Verfahren zum Verlegen von Dückern und ähnlichen Rohrleitungen. (Kl. 84 a, Nr. 442 641 vom 27. 7. 1924 von Josef Drücke in Essen.) — Um die bisherige zeitraubende und kostspielige Verlegung von Rohrleitungen durch Gerüste zu vermeiden, werden die Dücker e an einem über lose und feste Rollen (c und f) geführten durchlaufenden Zugmittel b



aufgehängt und durch Nachlassen oder Anziehen eines oder beider Enden des Zugmittels bewegt. Das durchlaufende Seil ergibt einen selbsttätigen Ausgleich der durch die losen Rollen übertragenen Zugkräfte. Die festen Rollen sind an festen Stützen g oder schwimmenden Jochen angeordnet. Die Seilenden führen zu Winden a und d .

Elektrische Turbinen- und Wehrbeheizung. (Kl. 84 a, Nr. 446 266 vom 29. 9. 1925 von Siemens Elektrowärme G. m. b. H. in Sörnnewitz b. Meissen.) — Die bisherige Widerstandsheizung zum Schutz vor dem Einfrieren bietet Schwierigkeiten; man verwendet daher für die zu schützenden Teile die bekannte Elektrodenheizung, bei der das Wasser oder eine andere Flüssigkeit als Heizwiderstand dient, dem der Strom mittels Elektroden zugeführt wird; das Wasser des Wasserlaufes selbst kann unmittelbar als Heizwiderstand dienen. Zur Beheizung des Wehres wird in die Dichtungswand ein Eisenrohr a eingelassen, das mit dem Wasser des Wasserlaufes verbunden sein kann. Die in dieses Rohr eintauchende Elektrode b ist gegen Berührung mit dem Rohr a durch die Isolierung c und durch eine sternförmige Isolierung d im Rohr geschützt und gleichzeitig in der Rohrmitte gehalten. Den Heizwiderstand bildet das Wasser zwischen Elektrode b und der Gegenelektrode a . Um das Vereisen der Führungsschienen für die Wehrtüren zu verhüten, hat das Rohr a für die Elektrode b einen parallel zur Führungsschiene g liegenden Schlitz, durch den das Wasser gegen die Dichtungsfuge des Wehres austritt und so das Einfrieren verhindert.



Den Heizwiderstand bildet das Wasser zwischen Elektrode b und der Gegenelektrode a . Um das Vereisen der Führungsschienen für die Wehrtüren zu verhüten, hat das Rohr a für die Elektrode b einen parallel zur Führungsschiene g liegenden Schlitz, durch den das Wasser gegen die Dichtungsfuge des Wehres austritt und so das Einfrieren verhindert.

Personalnachrichten.

Preußen. Dem Regierungs- und Baurat (W.) Leopold, beurlaubt zum Reichsverkehrsministerium, ist eine Regierungs- und Baurat-Beförderungsstelle verliehen worden.

Versetzt: die Regierungsbaureate (W.) Stahl von Schwiecheldt an das Wasserbauamt I in Kassel, Erich Müller vom Kanalbauamt in Oebisfelde an das Kanalbauamt in Merseburg; — der Regierungs- und Baurat Dr.-Ing. Lange vom Wasserbauamt I in Kassel an das Polizeipräsidium — Verwaltung der Berliner Wasserstraßen — in Berlin.

Überwiesen unter Wiederaufnahme in den Staatsdienst: die Regierungsbaumeister (W.) Hugo Schmitz dem Neubauamt Kanalabstieg in Magdeburg und Adolf Hahn dem Wasserbauamt in Glückstadt.

Die Staatsprüfung haben bestanden: die Regierungsbaumeister Herbert Sousalla, Dr.-Ing. Otto Fischer, Fritz Starkowski (Wasser- und Straßenbau) und Max Jacobshagen (Eisenbahn- und Straßenbau).

In den dauernden Ruhestand versetzt: der Oberregierungs- und -baurat Degener bei der Rheinstrombauverwaltung in Koblenz.

INHALT: Maschineller Klappbetrieb. — Strömungsverhältnisse bei einem Klappenwehr. — Der Hafen von Marlenburg. — Statistische Angaben über die deutsche Verkehrszählung vom 1. Oktober 1924 bis 30. September 1925. — Seilauzug für ein Schiffshebewerk. — Vermischtes: Inhalt von Der Neubau, Halbmonatsschrift für Baukunst, Wohnungs- und Siedlungswesen. — Wissenschaftliche Grundlagen des Anstrichs. — Zur Entstehung des Achensee-Kraftwerkes. — Neue 1066 m weitgespannte Hängebrücke über den Hudson. — Riofrio-Aquädukt. — Normenfestigkeiten gewöhnlicher und hochwertiger Zemente. — Bewerbung für die Laufbahn der bautechnischen Reichsbahnobersekretäre. — Lüftungseinrichtungen des Holland-Tunnels. — Werkstoff-Frage im Eisenbau. — Baustoffe im Seewasser. — Zuschriften an die Schriftleitung. — Patentschau. — Personalnachrichten.

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