

WETTBEWERBE

BAUKUNST UND SCHWESTERKUNSTE

HERAUSGEBER: PROFESSOR ERICH BLUNCK UND REG.-BAUMEISTER FRITZ EISELEN

Alle Rechte vorbehalten. — Für nicht verlangte Beiträge keine Gewähr.

60. JAHRGANG

BERLIN, DEN 15. DEZEMBER 1926

Nr. 25

Der Wettbewerb für eine Hochbrücke über den Hafen von Kopenhagen.

Von Dipl.-Ing. Franz R. Habicht, Berlin. (Schluß aus Nr. 24.)



u den Ausführungen über den Entwurf mit dem Kennwort „Beslutsomhed“, zu dem die Abb. 11—14 und 17—19 in Nr. 24 teils vorausgeschickt worden sind, ist noch ergänzend Folgendes zu bemerken: Die beiden Ritzel der Klappe (Abb. 17—19, S. 171 in Nr. 24) sind so angeordnet, daß die in der lotrechten Längsebene liegenden oberen Teilkreispunkte in der theoretischen Verbindungslinie der Aufhängepunkte für das Gegengewicht sich befinden. Infolge dieser Anordnung schneidet die Richtung der von den Zahnstangen ausgeübten Kräfte der Verbindungslinie der Aufhängegelenke, d. h. die Zahnstangenkräfte wirken auf die verlängerten Hauptträger der Klappen in der gleichen Weise als wenn die Zahnstangen an den Gelenkpunkten direkt angreifen würden. Der Antrieb der Zahnstangenritzel erfolgt durch ein auf dem Gegengewicht angeordnetes Windwerk, das durch einen Elektromotor mit 54 PS bei 720 Umdrehungen i. d. Min. angetrieben wird. Hierbei werden die Klappen bei Windstärken bis 15 kg/qm in 50 Sekunden geöffnet oder geschlossen; bei Windstärken über 15 kg/qm bis 75 kg/qm in 120 Sekunden. Die Verbindung der Motorwelle mit der schnelllaufenden Vorlegewelle erfolgt in der üblichen Weise.

Für den Fall, daß das elektrisch betriebene Windwerk versagen sollte, ist die Betätigung des Windwerkes von Hand vorgesehen. Diese soll durch einen abnehmbaren Tummelbaum von der Fahrbahn der Brückenpfeiler aus erfolgen, wobei 4 Mann die Brücke bei einem Winddruck bis zu 15 kg/qm in 45 Minuten, 8 Mann bei Winddruck bis zu 75 kg/qm in 90 Minuten öffnen bzw. schließen können.

Um bei geöffneter Brücke Überlastungen des Windwerkes durch Windstöße zu vermeiden, ist eine besondere Verriegelung der geöffneten Brücke in den Brückenpfeilern vorgesehen. Zur Verriegelung der geschlossenen Brücke sind in der Nähe der Klappbrückenhauptträger Riegel angeordnet, die durch Zahnstangen bewegt werden und so kräftig gehalten sind, daß sie die durch den Verkehr hervorgerufenen Scherkräfte mit Sicherheit von der einen Hälfte auf die andere übertragen können.

2. Vorschlag. (Langer'scher Balken.) Im Gegensatz zum Vorigen ist hier nur eine feste Außenöffnung von 88 m Stützweite vorhanden, die durch einen versteiften Stabbogen (Langer'scher Balken) überbrückt wird. Derselbe besteht aus einem doppelwandigen Versteifungsträger von der Art wie die Hauptträger beim Hauptvorschlag und einem darüber befindlichen parabelförmigen Druckgurt. Die Versteifungsträger sind mit einer Stehblechhöhe von $3,30 \text{ m}$ auf die ganze Stützweite mit parallelen Gurten durch-

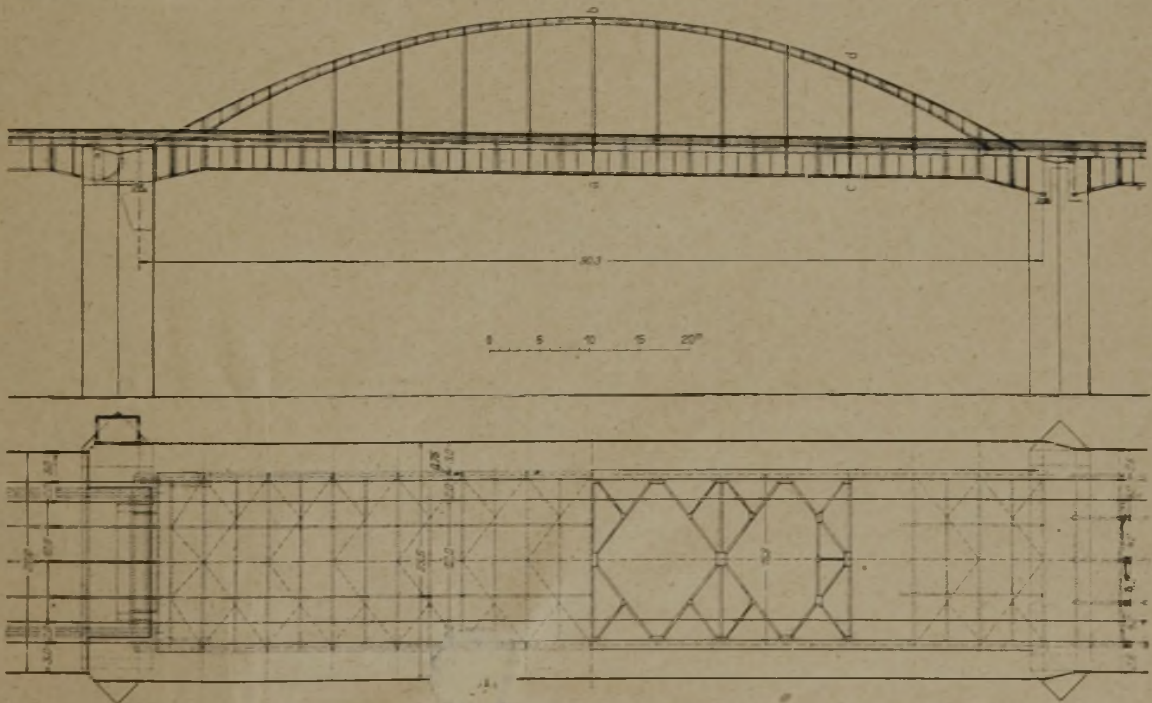


Abb. 20. Angekaufter Entwurf: „A. a.“. Bogen der Hochbrücke über den Hafen. (1 : 750.)

geführt, wobei die Oberkante der Träger in Brüstungshöhe liegt. Der Abstand der Tragwände des Versteifungsträgers beträgt hier nur 0,65 m. Wie beim vorhergehenden Vorschlage ist auch hier nur eine Windverspannung im Untergurt der Versteifungsträger vorhanden. Von der Anordnung eines durchgehenden oberen Verbandes wurde aus Schönheitsgründen Abstand genommen. Die Druckgurte sind oberhalb der Fahrbahn zweimal durch einfache Riegel gegeneinander abgesteift. Die Konstruktion der übrigen Teile schließt sich dem Hauptvorschlage an.

sich stützt. Die Durchbildung der Kette erfolgt in bekannter Weise als Lamellenkette mit Augenstäben.

Die Fahrbahn der festen Brücke ist in gleicher Weise wie bei Vorschlag I und II ausgebildet worden; auf der Hubbrücke wird zur Gewichtsersparnis Holzbohlenbelag verwandt, der auf die Breite der Fahrbahn noch mit einem Hanfgurtbelag versehen wird.

Das Gewicht der Hubbrücke ist durch Gegengewichte aus Gußeisen ausgeglichen, die zwischen den Rahmenpfosten laufen.

Die Aufhängung der

Hubbrücke ist so vorgesehen, daß an den vier Eckpunkten je 12 Seile von 40 mm Durchmesser angreifen, die über die auf den Querrahmen der Pylone gelagerten Seilscheiben zu dem Gegengewicht führen. Die 12 Seile jedes Eckpunktes sind durch ein System von Ausgleichhebeln verbunden, so daß jedes Seil gleichmäßig an der Belastung teilnimmt. Die Bewegung der Brücke erfolgt durch zwei Windwerke, von denen sich eines oberhalb in dem Querrahmen der Pylone befindet. Zur Sicherung der Brücke für den Fall eines Seilbruches sind vier Bremsen angeordnet, die auf die Führungsrollen einwirken und die Brücke stoßfrei zum Stehen bringen sollen. Die übrige maschinelle Ausrüstung ist die übliche. Die Bedienung des Antriebwerkes geschieht von einem Führerhaus aus, das sich in dem Querrahmen der Pylone befindet und durch eine in den Pylonen selbst angeordnete Treppe zugänglich ist. —

Die Gründung der Brücke ist bei sämtlichen drei Vorschlägen in der gleichen Weise ausgebildet, und zwar sind die beiden Klappenpfeiler unmittelbar auf die Kalkklippen fundiert, während die Zwischenpfeiler und Endpfeiler nur bis auf 1 m unter den alten Meeresgrund geführt werden. Die Ausführung der Gründung der beiden Klappenpfeiler ist dabei so gedacht, daß ein auf dem Lande hergestellter Eisenbetonsenkkasten schwimmend an seinen zukünftigen Standort geschleppt wird. Dort wird er mittels Wasserballast versenkt, nachdem der über dem Feldern lagernde Boden vorher

weggebaggert ist. Nachdem dann unter Wasser soviel Beton eingebracht worden ist, daß der Auftrieb des Pfeilers aufgehoben ist, wird er leer gepumpt und der Rest der Arbeit im Trockenen ausgeführt. Für die Zwischen- und Endpfeiler ist die Gründung so vorgesehen, daß zunächst eine Spundwand um die Baugrube herum gerammt wird und dann innerhalb derselben der Boden bis zu der erforderlichen Tiefe ausgegraben wird. Die Baugrube sollte danach leer gepumpt werden und alle Pfeiler im Trockenen hergestellt und zwar gegossen werden.

Als Kosten werden von den Verfassern angegeben: für den Hauptvorschlag mit Blechträgern über dem Hafen und dem Bahngelände etwa 20,6 Mill. Kr., für den ersten Abänderungsvorschlag mit Bogenträgern

Abb. 21. Halbe Querschnitte zu Abb. 20a, S. 173. (1 : 200.)

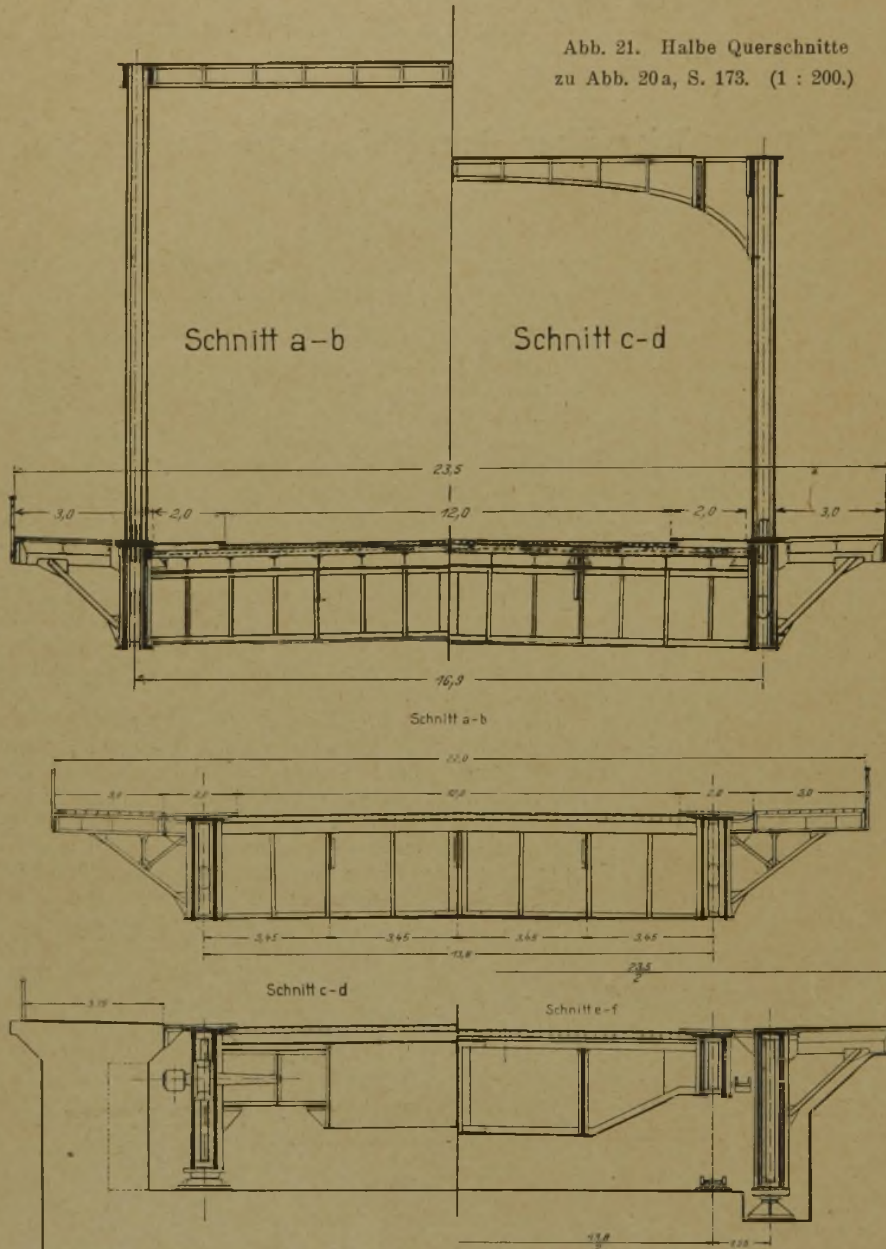


Abb. 22 u. 23. Querschnitte zu Abb. 24 a. S. 175. (1 : 200.)

3. Vorschlag. Für diesen Entwurf ist die bewegliche Öffnung als Hubbrücke ausgebildet. Als Traggerüst der Hubbrücke dient ein fest auf den Pfeilern eingespannter Rahmen von dem Ausmaß der verlangten Durchfahrtsöffnung. Über diesen Rahmen spannt sich eine am Land innerhalb der Widerlagerbauten verankerte Kette, an welcher Versteifungsträger für die festen Außenöffnungen aufgehängt sind. Die Durchbildung der letzteren ist dieselbe wie bei oben beschriebenen doppelwandigen Blechträgern, und auch die Hauptträger der Hubbrücke selbst weisen dieselben Abmessungen auf wie die Versteifungsträger. Die Kette ist durch den Riegel des Hubrahmens hindurchgeführt, auf den sie bei ihrem Übergang in die Wagerechte auf schrägliegenden beweglichen Lagern

über dem Hafen und dem Bahngelände etwa 20,3 Millionen Kr., für den zweiten Änderungsvorschlag mit Hängebrücke über dem Hafen und Eisenblechträgern über dem Bahngelände rd. 20,1 Mill. Kr. Da in diesen Summen jedoch die Kosten für Rampenanlagen in größerem Umfange als bei den übrigen Projekten enthalten sind, können die angegebenen Summen zwecks Vergleich mit den übrigen Projekten um je rd. 6 Millionen Kr. herabgesetzt werden.

Das Preisgericht hat, wie schon erwähnt, den Entwurf mit einem zweiten Preis ausgezeichnet. Es erkennt in seinem Urteil an, daß alle drei Alternativvorschläge in ästhetischer Hinsicht besonders gefällige Lösungen für die Hafenbrücke bieten. Dies ist offenbar ganz besonders bei dem Hauptvorschlage der Fall, bei dem die einfache, gerade, rein konstruktive Linie der Hafenbrücke das Auge ganz besonders wohlthuend berührt. Jedoch bemängelt das Preisgericht, und wie uns

lässigen Steigung den bedeutenden Höhenunterschied zu überbieten. Tatsächlich ist in diesem Vorschlage die Länge der Rampen beinahe doppelt so groß als in den übrigen Vorschlägen. Um diese große Fläche der Rampen irgendwie nutzbar zu verwerten, schlagen die Verfasser die Anordnung von Speichern unterhalb der Rampen vor. Nach ihrer Berechnung kann hierdurch eine Speicherfläche von rund 108 000 qm gewonnen werden. Wenn man bedenkt, daß die zur Zeit in Kopenhagen verfügbare Gesamtspeicherfläche nur 250 000 qm beträgt, so ist es zweifelhaft, ob in absehbarer Zeit ein so großer Speicherraum, wie in dem Projekt vorgesehen, nutzbringend verwertet werden kann. Das Preisgericht hat aus diesen Gründen davon absehen müssen, das Projekt in seiner Gesamtheit als Grundlage für die Ausführung der Brücke in Vorschlag zu bringen. —

Ankauf zu 2000 Kr. Kennwort: „Alfa“.

Verfasser: Ingenieurfirma Monberg & Thorsen, Kopenhagen. Flender A.-G. für Brückenbau, Benrath, Prof. Karl Wach, Kunstakademie, Düsseldorf.
(Hierzu die Abb. 20 bis 26, S. 173 bis 175.)

Die Linienführung dieses Entwurfes und die An-

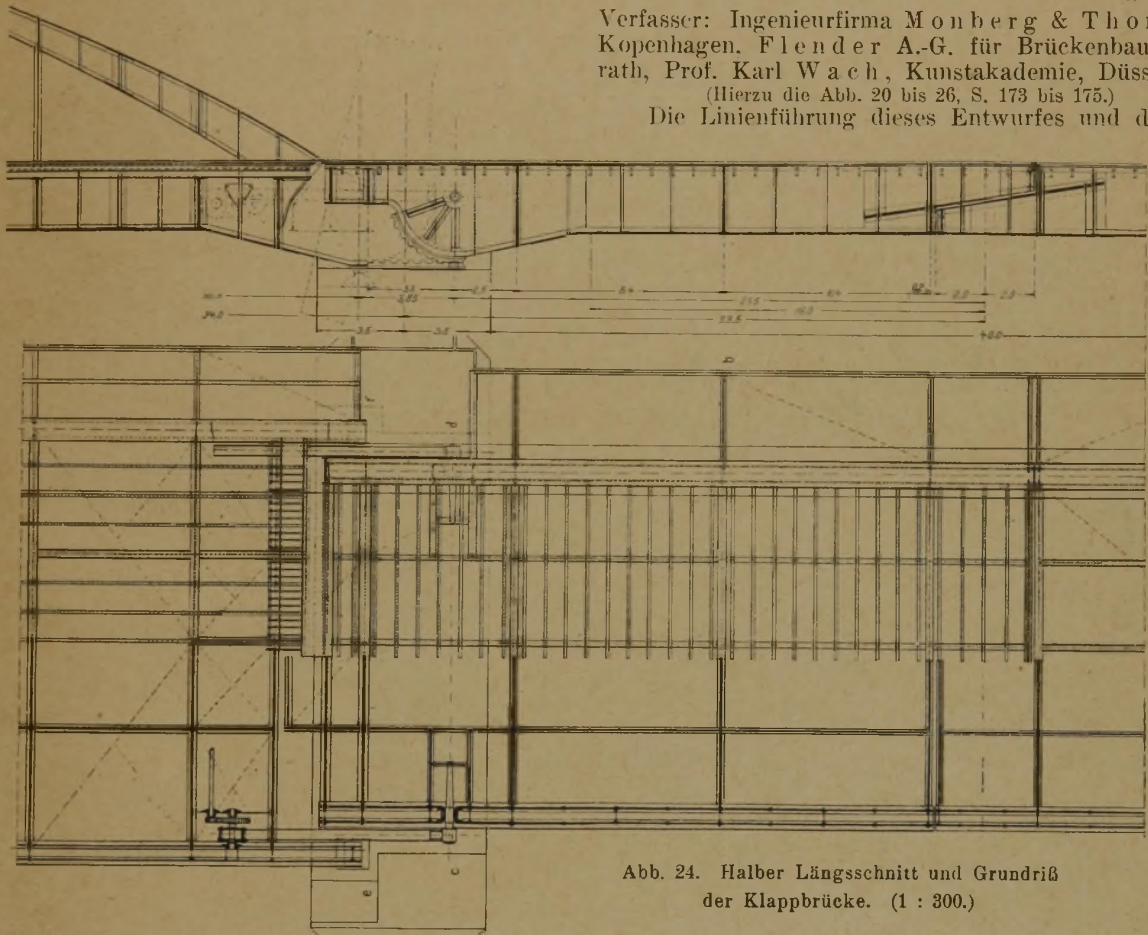


Abb. 24. Halber Längsschnitt und Grundriß der Klappbrücke. (1 : 300.)

scheint mit Recht, die nicht unbedeutliche Verschiebung der Gesamtanlage nach Süden zu. Die für diese Verschiebung von den Verfassern angegebenen Gründe, namentlich die Erreichung eines freien Kais für den Gaswerkhafen, hätten eine derartig große Verlegung nicht gefordert. Auch die Vermeidung einer Krümmung in der Brückenlinie dürfte nur im Hinblick auf die bessere Übersicht von einem gewissen, wenn auch nicht allzu großen Vorteil sein. Für die monumentale Ausgestaltung des Hafensbildes jedoch dürfte die symmetrische Ausbildung der gesamten Brückenanlage nicht von ausschlaggebender Bedeutung sein, da bei der großen Ausdehnung der ganzen Brücke ein Gesamteindruck derselben nur in einer solchen Entfernung erhalten werden kann, in der eine mehr oder minder große Unsymmetrie nicht sehr auffallen dürfte. Besonders ungünstig ist aber bei diesem Projekt, daß die Rampen bereits von einem Punkt in unmittelbarer Nähe der Kais von der Brücke abzweigen. Da in diesem Punkte die Brücke eine verhältnismäßig große Höhe über den Kais hat, ist eine große Länge der Rampen erforderlich, um ohne Überschreitung der zu-

ordnung der Rampen ist im wesentlichen dieselbe, wie sie von der Stadt der Ausschreibung beigegeben war. Ein besonderer Unterschied ist nur im Anfang der Brücke zu erkennen, wo die Verfasser Wert darauf legten, die Dybbelsbro dem Verkehr zu erhalten. Dies bedingte, daß der Anfang der Brücke etwas weiter westlich gelegt wurde. Der Hauptvorteil dieser Verschiebung liegt darin, daß der neue Verkehrsweg von vornherein von dem zu den Hafenanlagen am westlichen Ufer des Hafens gehenden Verkehr freigehalten wird. Die Verbindung mit dem Hafengelände wird durch Aufzüge hergestellt. Sowohl bei der Ausgestaltung der Brückenpfeiler wie auch der ganzen Brücke haben die Verfasser besonderen Wert auf eine einfache und klare architektonische Ausbildung gelegt. Sie schlagen deshalb für alle drei von ihnen eingereichte Entwürfe vollwandige Querschnitte vor. Die Entwürfe unterscheiden sich nur durch die Ausbildung der eigentl. Hafenbrücke. Diese ist bei dem Entwurf „Flugt“ als Hängebrücke, bei dem Entwurf „Rollo“ als Zweigelenbogen mit sehr hohen Pfeilern ausgebildet, während der zum Ankauf empfohlene Entwurf „Alfa“ einen voll-

wandigen Blechträger, der durch einen Stabbogen verstärkt ist, vorsieht (Abb. 20 bis 22). Da dieser Entwurf in ästhet. Beziehung wesentl. Vorzüge aufweist und aus diesem Grunde auch vom Preisgericht zum Ankauf empfohlen worden ist, möge hier die Beschreibung dieses Entwurfes genügen.

Die Hauptträger der Hafenbrücke, deren Stützweite 90,3 m beträgt, liegen unterhalb der Fahrbahn, so daß sich für die gesamte Brücke hier ein durchlaufendes Band ergibt. Sie sind als doppelwandige, unten offene Kastenträger ausgebildet und tragen durch Vermittlung von ebenfalls vollwandigen Quer- und Längsträgern die Fahrbahn, die entsprechend den Vorschriften des Programmes ausgebildet ist. Hierbei sind die Fußwege beiderseits außerhalb der Hauptträger angeordnet. Der zur Entlastung dieser Träger vorgesehene ebenfalls doppelwandige und unten offene Bogenträger erhebt sich über die ganze Brückenlänge über die Fahrbahn und erhält seine Belastung durch Vermittlung von Hängestangen, die jeweils an den Punkten, wo Querträger liegen, angreifen.

Zwischen die beiden großen Seitenöffnungen ist die bewegliche Öffnung eingesetzt, die als zweiflügelige Scherzer-Klappbrücke mit Verriegelung in der Mitte ausgebildet ist (Abb. 23 bis 26). Die Verriegelung besteht bei jedem Hauptträger aus einem oberen und einem unteren Riegel und ist so stark ausgebildet, daß die betreffenden Scherkräfte und Biegemomente mit Sicherheit übertragen werden können. In geschlossenem Zustande bilden daher die Hauptträger der Klappbrücke einen Balken auf zwei Stützen, eine Anordnung, wie sie öfter sowohl vorgeschlagen als auch bereits ausgeführt worden ist. Als Fahrbahnabdeckung der beweglichen Brücke schlagen die Verfasser eine solche von 13 cm starken Bohlen mit darübergelegten 3 cm starken geteerten und besandeten Hanfseilen vor. Die längslaufenden Bohlen legen sich auf Querträger in etwa 0,85 m Abstand, die ihrerseits durch Längsträger unterstützt sind. Die Radfahr- und Fußwege erhalten ebenfalls eine Abdeckung aus Bohlen.

Der Rollenkranz liegt in der Ebene der doppelwandigen Hauptträger. Der Ausgleich durch die Gegengewichte ist so vorgesehen, daß der Schwerpunkt der gesamten Brücke in die Achse der Rollsegmente fällt. Die Bewegung der Klappe erfolgt durch in den Achsen der Rollsegmente angreifende Zahnstangen, die von einem auf der festen Brücke gelagerten Zahnradvorgelege bewegt werden. Der Antrieb mit einem Elektromotor von 44 KW, Bremsen usw. ist im ersten Feld der festen Brücke untergebracht, die Maschinenkammer, in der sich die Antriebwerke befinden, ist durch eine Klappe in der Fahrbahn der festen Brücke zugänglich. Um bei Versagen des elektrischen Stromes die Klappe noch bewegen zu können, ist ein Handantrieb durch Tummelbaum, der durch vier Mann bedient wird, vorgesehen. Die Betätigung der Verriegelung in der Brückenmitte erfolgt ebenso wie die der Schranken durch je einen besond. Motor.

An die beiden großen Öffnungen der Hafenerüberbrückung schließen sich beiderseits die Rampenbrücken an. Die konstruktive Ausbildung der Fahrbahn ist bei diesen dieselbe, wie bei der Hauptbrücke, jedoch sind als Hauptträger für die ganze Breite der Brücke je fünf Zweigelenkrahmen mit überkragenden Enden angeordnet. Die Stützweite dieser Zweigelenkrahmen ist verschieden, und zwar allmähl. steigend mit der Höhe der Rampen von etwa 18 bis 45 m. Zwischen je zwei als Zweigelenkrahmen ausgebildete Öffnungen ist dabei jedesmal eine Öffnung eingeschaltet, bei der ein Schwebeträger zwischen den beiden auskragenden Enden der Zweigelenkrahmen eingehängt ist. Die Rahmenstützen, von denen, wie bereits gesagt, jedesmal fünf Stück quer zur Brückenachse nebeneinander stehen, sind durch eine Fachwerkkonstruktion mit portalartigem Unterteil zur Aufnahme von Seitenkräften verbunden. Auf die Wiedergabe von Abbildungen für die Rampen müssen wir verzichten.

Während über die Gründung nähere Vorschläge

nicht gemacht werden, behandeln die Verfasser ausführlich die Art der Aufstellung der Brücke, wobei sie von dem Gesichtspunkte ausgehen, Rüstungen nach Möglichkeit zu vermeiden. Sie schlagen daher bei der Montage der Rampenbrücken vor, nur die Stützen der Zweigelenkrahmen innerhalb eines besonderen Gerüsts zusammen zu bauen, und zwar einschließlich der oberen Rahmenecken bis zum ersten Blechstoß. Nachdem so zwei Stützen eines Rahmens mit ihren Anschlußstücken fertiggestellt sind, soll der Riegel hochgezogen und beiderseits angenietet werden. Alsdann können die beiden Gerüste entfernt und an anderer Stelle wieder verwendet werden. Zwischen die Kragarme zweier benachbarter Rahmen werden dann die Schwebeträger in einfachster Weise mittels eines Kranes eingehängt.

Bei der großen Höhe der Hafenbrücke halten die Verfasser mit Recht den Bau von einer festen Rüstung aus für unzweckmäßig. Sie schlagen daher vor, die Montage der großen Überbauten an einer anderen zweckmäßig gelegenen Stelle vorzunehmen und darauf jeden Überbau für sich schwimmend einzubringen. Wenn man zu diesem Zwecke das Eisengewicht soweit wie möglich beschränkt, d. h. alle überflüssigen Teile, wie die Gchwege, die Belageisen des Fahrweges und die Zwischenlängsträger zunächst nicht einbaut, so kommt für das Einschwimmen ein Eisengewicht von rund 700 t in Frage. Hierzu würden zwei Pontons von je 500 t Tragfähigkeit ausreichend sein. Bei diesem Bauvorgang würden die beiden gleichen Überbauten nacheinander auf dem gleichen Gerüst montiert werden können und die Einschränkung des Hafenverkehrs nur beim Einschwimmen für eine kurze Zeit und jedesmal nur für eine Hälfte der Hafendurchfahrt in Frage kommen. Auch die Montage der Klappbrücke schlagen die Verfasser auf dieselbe Weise vor.

Die Gesamtkosten des Entwurfes „Alfa“ werden mit 10,8 Mill. Kr. angegeben. Das Gesamtbild des Projektes zeigt eine außerordentlich gut durchgearbeitete Lösung. Vor allem befriedigt auch in ästhetischer Hinsicht der vom Preisgericht angekaufte Entwurf „Alfa“. Die Verfasser haben eine klare, einfache jedoch sehr ansprechende Lösung gefunden.

Außer den in vorstehend besprochenen, mit Preisen ausgezeichneten Entwürfen, enthalten auch die übrigen eingereichten Projekte zum Teil sehr interessante Einzelheiten. Jedoch ist es leider bei dem beschränkten zur Verfügung stehenden Raum nicht möglich, auf jeden einzelnen dieser Entwürfe einzugehen. Betrachtet man das Gesamtergebnis des Wettbewerbs, so fällt einem, was zunächst die äußere Form der Entwürfe betrifft, auf, daß die äußere Gestaltung der einzelnen Entwürfe sich im wesentlichen in den hergebrachten und bewährten Formen bewegt. Innerhalb dieser Form ist jedoch das Bestreben nach größtmöglicher Einfachheit und Sachlichkeit unverkennbar. War bei den früheren Wettbewerben dies Bestreben besonders bei den aus Deutschland stammenden Entwürfen zu beobachten, so muß man feststellen, daß auch das Ausland jetzt dem gleichen Gedankenkreis zuneigt.

Was die technischen Einzelheiten angeht, so ist besonders bemerkenswert die weitgehende Verwendung hochwertiger Baustoffe, die sowohl für den Eisenbau wie auch für den Eisenbetonbau neue konstruktive Möglichkeiten erschlossen haben. Auch die mit Preisen ausgezeichneten Entwürfe sehen sämtlich die Verwendung dieser hochwertigen Baustoffe vor.

Die Tatsache, daß von den vier mit Preisen ausgezeichneten Entwürfen nicht weniger als drei von Deutschland stammen, kennzeichnet dabei zur Genüge den hohen Stand, den die deutsche Brückenbaukunst einnimmt. —

Inhalt: Der Wettbewerb für eine Hochbrücke über den Hafen von Kopenhagen. (Schluß). —

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H. in Berlin.
Für die Redaktion verantwortlich: Fritz Eiselen in Berlin.
Druck: W. Buxenstein, Berlin SW 48.

