

DIE BAUTECHNIK

11. Jahrgang

BERLIN, 2. Juni 1933

Heft 23

Einbau eines versteiften Stab Bogens zwischen bestehende Widerlager unter Verwendung einer alten darüberliegenden Fahrbahn.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Dipl.-Ing. K. Schreiner, Dresden.

Die eisernen Brücken auf der Strecke Zittau—Nikrisch sind im Jahre 1875 aus Schweißbleisen hergestellt worden. Mehrere Brücken müssen ausgewechselt werden, damit künftig auch schwerere Maschinen die Strecke befahren können. Mit Rücksicht auf die Tragfähigkeit der alten Brücken sind zur Zeit nur Lastenzüge zugelassen, wie sie für „J-Brücken“ (80 % von G) in Frage kommen. Die Strecke ist eingeleisig, die Brückenwiderlager sind meist aber schon für einen benachbarten Überbau im zweiten Gleise ausgebaut worden.



Abb. 1. Ansicht der alten Brücke.

Drei große Überbauten waren als Schwedlerträger mit untenliegender Fahrbahn und Flacheisen diagonalen gebaut worden. 1900 wurden die Flacheisenstreben schon durch Aufnieten von Beiwinkeln verstärkt, 1926 war zur Erhöhung der Knicksicherheit der Pfosten ein Zwischengurt eingezogen worden (Abb. 1). Die Brücken waren bzw. sind noch in sehr gutem Zustande und kaum vom Rost angegriffen, so daß deswegen keinerlei Anlaß zu ihrer Verstärkung oder Auswechslung gegeben war.

Folgende Gründe waren aber für einen Um- bzw. Neubau maßgebend:

1. Schon für den G-Lastenzug ergaben sich zu hohe Spannungen in den Gurten, den Wandstäben und ihren Anschlüssen, den Querträgern, den Längsträgern und den Verbänden (Flacheisenstreben im Untergurt).

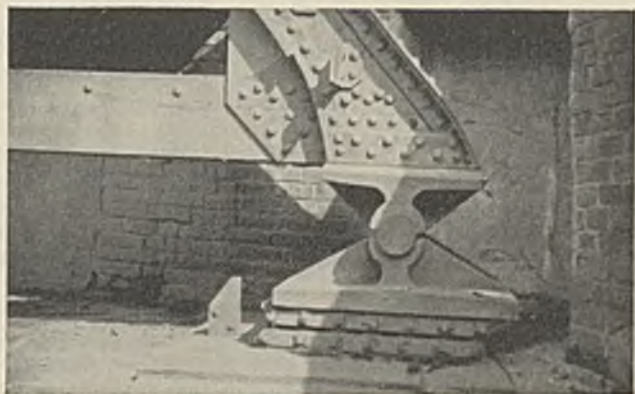
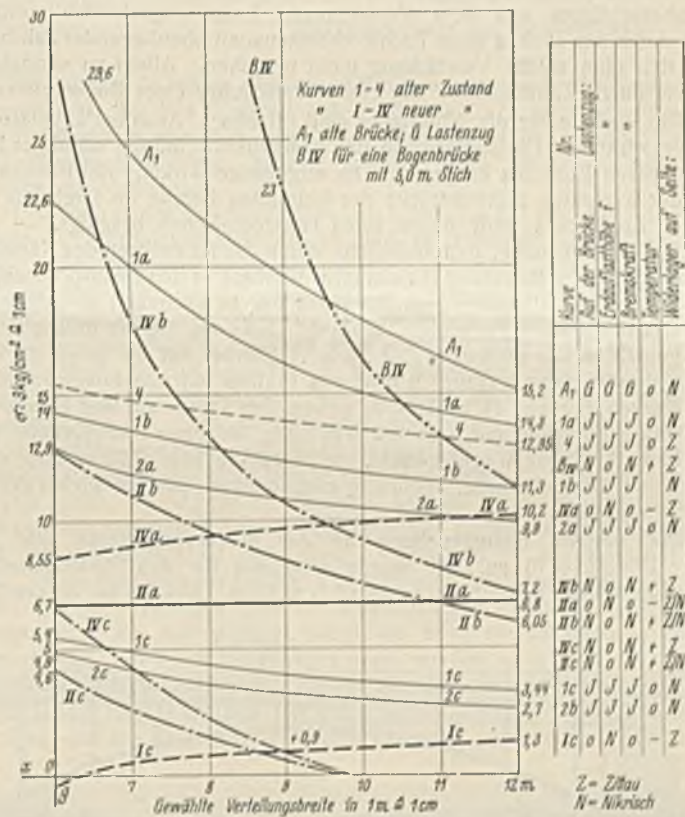


Abb. 2. Bewegliches Lager der alten Brücke.

2. Eine allgemeine Verbesserung der Gleislage auf der ganzen Strecke sah auf diesen Brücken Gleisbogen mit Halbmessern von ≈ 1000 m vor. Der alte Brückenquerschnitt hat aber nur eine lichte Breite von 4 m, was ja schon für das Gleis in der Geraden sehr wenig ist, eine Gleiskrümmung aber unmöglich macht.

3. Bei zwei dieser Brücken treten hohe Spannungen in den Widerlagern — Mauern wie auch Baugrund — auf, besonders aber unter Berücksichtigung hoher Brems- und Anfahrkräfte, wie sie bei den schweren Lastenzügen zu erwarten wären. Deswegen kamen auch zunächst diese beiden Brücken für einen Umbau in Betracht, der für die eine im vorigen Jahre durchgeführt wurde und im folgenden beschrieben werden soll.

Die alte Brücke hat eine Stützweite von etwa 46 m. S.-O. liegt rd. 15 m über dem Wasserspiegel der Neiße. Die Widerlagmauer auf Zittauer Seite ist rd. 17 m hoch und auf Klesboden gegründet (s. Abb. 6). Auf Nikrischer Seite ist das rd. 15 m hohe Mauerwerk auf Fels hochgeführt. Hier wurden auch durch das feste Lager alle Bremskräfte aufgenommen. Wie man besonders gut aus Abb. 15 auf S. 295 erkennen kann, hängen beide Mauern nach vorn über. (Der Überhang der 17 und 15 m hohen Mauern beträgt 45 und 30 cm.) — Aus den alten Brücken-



Nummer der Kurven für	Mauer in Wehghöhe		Mauer über dem Baugrund		Baugrund	
	Druck	Zug	Druck	Zug	Fels	Kles
Vorderkante	2a IIa	IIc	1b IVa	IVc	1a (A ₁)	4 IVa
Hinterkante	IIb	2b		1c 1c		IV b (B _{IV})

Abb. 3. Spannungsdiagramm für Baugrund und Mauerwerk.

akten und Bauzeichnungen ist nicht zu erkennen, von wann an der Überhang besteht. Eine Bewegung im Mauerwerk ist bei den seit etwa 1900 zu verfolgenden wiederholten Messungen nicht beobachtet worden. Der allgemein gute Zustand der Mauern aus Bruchstein (Granitstein in sehr gutem Kalkmörtel) ohne nennenswerte Risse läßt auch kaum darauf schließen. Die Stellung des beweglichen Lagers (Abb. 2) muß hingegen zu der Ansicht führen, daß sich die Mauern nach vorn geneigt haben; aber auch hier wurde in den letzten Jahren keine nennenswerte Änderung festgestellt.

Die oben 12 m langen Mauern haben an beiden Seiten lange und breite Flügelmauern, so daß das ganze Mauerwerk auf dem Baugrund

eine gesamte Länge von 45 m hat, was für die Beanspruchung von Mauerwerk und Baugrund natürlich von großer Bedeutung ist. Der Berechnung wurden normale Verhältnisse zugrunde gelegt: Gleitwinkel $\rho = 35^\circ$, Reibungswinkel $\delta = 27^\circ$, spez. Gewicht der Hinterfüllung $\gamma = 1,8 \text{ t/m}^3$.

In den Kurven Nr. 1 bis 4 der Abb. 3 sind die Spannungen für den alten Zustand dargestellt. Sie wurden mit den obigen Annahmen für angenommene Verteilungsbreiten von 6 bis 12 m für das Gleis errechnet. Die Belastung durch die Brücke, die Bremskraft, die dem Lastenzug entsprechende Auflasthöhe für den Erddruck sind dabei gleichmäßig auf die gewählte Belastungsbreite verteilt worden. Die Kurven lassen erkennen, daß selbst bei einer Verteilungsbreite von 12 m noch mit $11,3 \text{ kg/cm}^2$ Pressung im Mauerwerk und $12,9 \text{ kg/cm}^2$ für den Kiesbaugrund gerechnet werden mußte (Kurve 4 und 1b Abb. 3). Die entsprechende Zugspannung an der Mauerhinterkante beträgt $5,4$ bzw. $3,4 \text{ kg/cm}^2$ (Kurve 1c Abb. 3). — Selbst wenn angenommen wird, daß in Wirklichkeit günstigere Verhältnisse bei der Hinterschüttung vorliegen, so waren die Spannungen doch so hoch, daß es auf jeden Fall vermieden werden mußte, durch schwerere Auflasten und größere Bremskräfte die Beanspruchung auch nur um wenig zu erhöhen (vgl. Kurve A_1 für den alten Zustand und G-Lastenzug).

Wahl des Trägersystems.

Wollte man nun beim Umbau der Brücke das Balkensystem beibehalten, so war eine Verstärkung der Widerlagmauern nicht zu vermeiden. Das wäre vor allem deswegen kostspielig gewesen, da nur an der Mauerrückwand eine Möglichkeit hierfür bestand. Auch in Weghöhe ist das Mauerwerk noch hoch beansprucht (s. Kurven 2a und 2b Abb. 3). Eine Verbreiterung der Mauer an der Vorderseite wäre hier von den Wegeberechtigten und dem Wasserbauamt kaum zugestanden worden. Auch durch den Einbau eines Fachwerkbalkens mit oberliegender Fahrbahn ließ sich eine solche Verstärkung nicht umgehen. Allein zu vermeiden war sie durch Zuhilfenahme des Horizontalschubes einer Bogenbrücke.

Die Vorteile für die Widerlager sind offenbar. Auch bei unbelasteter Brücke wirkt der Horizontalschub der Konstruktion infolge ständiger Last dem aktiven Erddruck entgegen. Die ungünstige Wirkung der Bremskraft und der lotrechten Stützdrücke der belasteten Brücke im Drehsinn des aktiven Erddruckes wird durch ihren Horizontalschub beseitigt. — Als Nachteil ist zu nennen, daß andererseits durch das Anwachsen des Kämpferdruckes durch die Belastung ein stärkerer Wechsel in den Beanspruchungen eintritt, der nun allerdings von der Höhe des in Rechnung zu setzenden passiven Erddruckes abhängt. Bei dieser Belastung ist der größte Druck naturgemäß an der Rückwand der Mauer. Hierbei hat die gewählte Verteilungsbreite einen wesentlich größeren Einfluß auf die Beanspruchung. Die Kurven B_{IV} und $IV b$ (Abb. 3) geben den Druck auf den Kiesboden an für Bogenbrücken mit 5 m und 6 m Stützweite, bei einer Kämpferhöhe von 4 m bzw. 3 m über Wegoberkante, gleich $8,75 \text{ m}$ bzw. $7,75 \text{ m}$ über dem Baugrund. Hierbei wurde, ungünstig angenommen, passiver gleich aktiver Erddruck gesetzt.

Die höchste Beanspruchung an der Mauervorderkante gibt die Kurve $IV a$ (Abb. 3) an. Sie wurde errechnet für den Horizontalschub der ausgeführten Bogenbrücke mit rd. 6 m Stützweite. Aus ihr ist zu ersehen,



Abb. 5. Ansicht der Brücke nach dem Umbau.

daß gegenüber dem alten Zustande die größte Druckspannung im Mauerwerk bei Annahme einer Verteilungsbreite von 6 m von $14,3 \text{ kg/cm}^2$ auf $8,55 \text{ kg/cm}^2$ und der Bodendruck von $15,4 \text{ kg/cm}^2$ auf $8,55 \text{ kg/cm}^2$ sinkt.

Das Ergebnis der Untersuchungen kann man dahin zusammenfassen, daß im vorliegenden Falle ein hoher Horizontalschub aus ständiger Last und ein möglichst niedriger durch die Verkehrsbelastung wünschenswert ist. Daher wäre ein System am vorteilhaftesten gewesen, das infolge ständiger Last wohl einen möglichst großen Horizontalschub aufweist, dann aber etwa durch das nachträgliche Einziehen spannungsloser Stäbe in seiner statischen Wirkung dahin abgeändert wird, daß der durch die Verkehrslast erzeugte Kämpferdruck niedriger wird, als er bei dem Ausgangssystem ohne diese Stäbe gewesen wäre. Als ein solches System käme z. B. ein Fachwerk-Zweigenbogen mit waagrechttem Obergurt in Betracht, der zunächst ohne Streben, nur mit Pfosten, Obergurt und Bogengurt als eine Art versteifter Stabbogen zu montieren wäre. Leider haben die dahingehenden Untersuchungen zu keinem praktischen Ergebnis geführt; besonders ungünstig ist hierbei der Einfluß der Temperatur.

Nahe lag ferner der Gedanke, den alten Schwedlerträger als Versteifungsträger zu einem darunter zu errichtenden Stabbogen zu benutzen (Abb. 4); doch wäre auf diesem Wege die oben unter Punkt 2 (S. 291) geforderte größere lichte Breite für den Brückenquerschnitt nicht erreicht worden. — Gegen all diese Pläne sprachen nicht weniger ästhetische Bedenken. Ein besonders gutes Aussehen war für ein in so reizvoller Gegend gelegenes Bauwerk Haupterfordernis. Deshalb begnügte man sich auch mit Rücksicht auf Widerlager und Baugrund mit einem System, das unter den oben aufgeführten ungünstigsten Belastungsannahmen (N-Lastenzug usw.) kleinere Absolutwerte für alle Spannungen ergab, als sie beim alten Zustande der Brücke und den zur Zeit verkehrenden Lastenzügen auftraten.

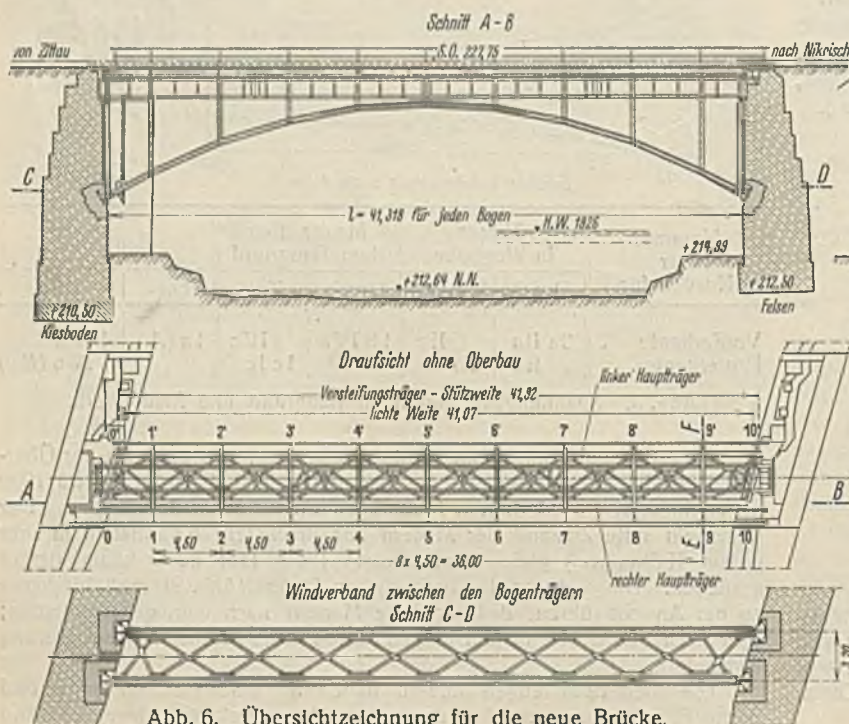


Abb. 6. Übersichtzeichnung für die neue Brücke.

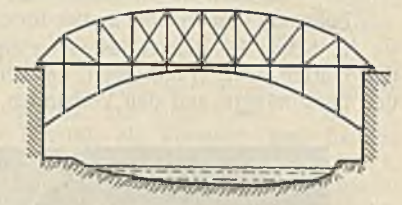


Abb. 4. Die alte Brücke als Versteifungsträger.

Es kamen nunmehr drei Systeme in Betracht, der Fachwerk-Zweigenbogen mit waagrechttem Obergurt, der Vollwand-Zweigenbogen und der versteifte Stabbogen. Die Eisenkonstruktion des Fachwerk-Zweigenbogens hätte das geringste Gewicht gehabt. Nachteilig war der hohe Horizontalschub infolge Temperatur, der mit 30 t etwa die Hälfte des Schubes infolge ständiger Last ausmacht. Ferner hatten die Bogenbrücken ohne Streben ein gefälligeres Aussehen. Der Anblick des Zweigenk-Vollwandbogens würde wohl dem Bild des versteiften Stabbogens nicht nachstehen. Der letztere bot aber wesentliche Vorteile bei der Montage, was aus der folgenden Beschreibung des Bauvorganges ohne weiteres hervorgeht.

Die Brücke nach dem Umbau zeigen Abb. 5 u. 6. Die neuen Hauptträger wurden unter der alten Brücke montiert und tragen das alte Fahrhängerippe. Die Kämpferweite

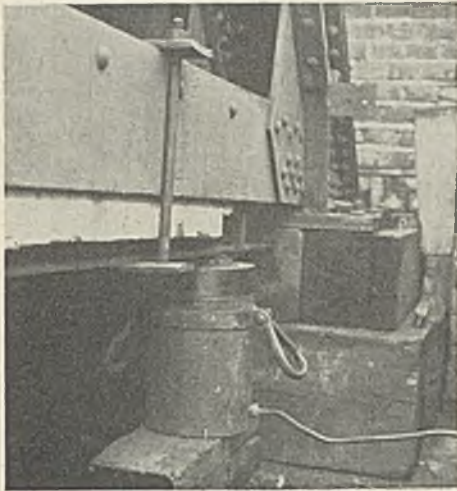


Abb. 7.
Druckwasserpresse unter dem alten Untergurt.

beträgt 41,32 m, der Abstand der Hauptträger 3,20 m. Als Baustoff für die Neukonstruktion ist St 37 verwendet worden, ebenso für alle Verstärkungsteile.

Bauvorgang.

Zunächst wurde in einer nächtlichen Betriebspause innerhalb von 2 1/2 Stunden der alte Träger angehoben und, nachdem die alten Lagerkörper entfernt waren, auf Klotzlager abgesetzt (Abb. 7). Für das Gleis, das gleichzeitig gehoben und unterstopft wurde, war nun die Höhenlage der neuen S.-O. erreicht. — Da die Verlegung der anschließenden Gleisen mehr Zeit erforderte, konnte erst in der zweiten Nacht der Überbau wenige cm seitlich verschwenkt werden, bis nun auch die alte Brückenachse mit der neuen zusammenfiel, die durch die oben erwähnte Verbesserung der Gleislage für die ganze Strecke gegeben war.

Nunmehr begannen die Arbeiten an den Widerlagern. Zuerst wurden die Mauereinschnitte für die Enden der Verstiefungsträger und den dazu gehörigen Endquerverband ausgebrochen. Der obere Mauerabschluß wurde hier durch eine Betonbank gebildet, die unter der Mitte des zukünftigen Endquerverbandes eine Aussparung zur Aufnahme eines IP 22 erhielt, an dessen hervorstehendes Ende das Windlager unter dem Untergurt des Querverbandes die seitlichen Kräfte abgibt. Nur während der Montage wurde der Verstiefungsträger auf diesen Bänken abgefangen. Ursprünglich bestand die Absicht, die Enden des Verstiefungsträgers hier beweglich zu lagern. Da jedoch nicht nur der Auflagerdruck, sondern auch ein Ankerzug von etwa 40 t aufzunehmen war, wurde der Gedanke fallengelassen. Bei einem versteiften Stabbogen, dessen Widerlagmauern von Grund aus neu hergestellt werden und wo das Einbringen der Ankerseile leicht möglich ist, wird eine derartige Lagerung vorteilhaft sein. Im vorliegenden Falle aber hätte man das alte Mauerwerk beträchtlich tief ausbrechen müssen, was nicht nur kostspielig, sondern auch gefährlich gewesen wäre, da der Zustand des Mauerwerkes im Gegensatz zum unteren Teil in dieser Höhe wenig befriedigte und unmittelbar neben den Ausbruchstellen die alte Brücke auf den Klotzlager ruhte. Die langen Endpfosten waren somit nicht zu vermeiden. Das war auch leider deswegen unvorteilhaft, weil man in den überhängenden Mauern ihrerwegen besondere Schlitz ausarbeiten mußte, die nach Herstellung der Eisenbetonbänke für die Kämpferlager in Angriff genommen wurden (Abb. 10 u. 17).

Die Kämpferlager befinden sich alle in verschiedener Höhe. Dadurch ist erreicht worden, daß selbst bei den im Grundriß schrägen Widerlagern die benachbarten Stabbogen in jedem Brückenquerschnitt gleich hoch liegen. Hierdurch wurden windschiefe Verbände vermieden. Wie besonders der Schnitt c—d (Abb. 6) zeigt, wurden durch den Ausbruch für die Eisenbetonbänke der Bogenlager die Mauern wesentlich geschwächt. Es war deshalb eine Abfangung notwendig, die während des Bauzustandes durch hölzerne Bockgerüste bewirkt wurde (Abb. 8). Außerdem wurde zur Vorsicht eine Bank erst fertiggestellt und dann mit den Arbeiten für die benachbarte begonnen. — Der Ausbruch unter dem Holzgerüst war schwierig und zeitraubend. Sobald er entsprechend weit fortgeschritten war, wurde das in Abb. 9 dargestellte Rahmengestell mit Pfosten aus □ 16 und dem aus zwei I-Eisen gebildeten Riegel als bleibende Abfanggerüst für das darüberliegende Mauerwerk an der Vorderkante aufgestellt.

Nach diesen Arbeiten an den Widerlagern stellte die Eisenbaufirma die Zulagerüstung im Neißebett auf (Abb. 10). Die Unterkante des Rüstbodens lag über der Hochwasserlinie. Außerdem war das Mittelstück noch so eingerichtet worden, daß es bei Hochwassergefahr rasch entfernt

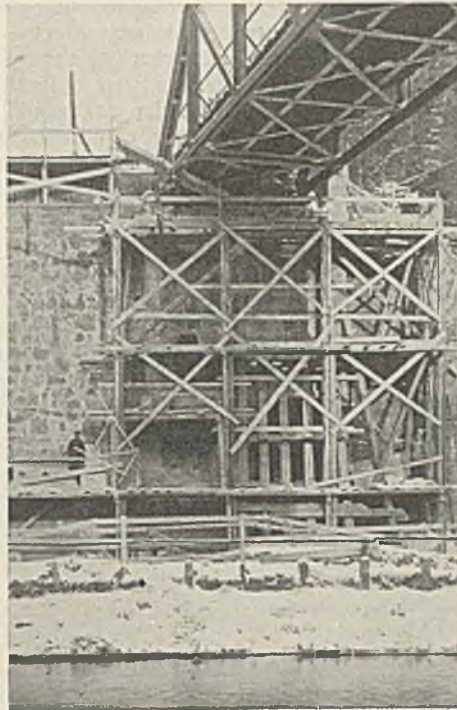


Abb. 8. Absteifung der Mauer während des Ausbruches.

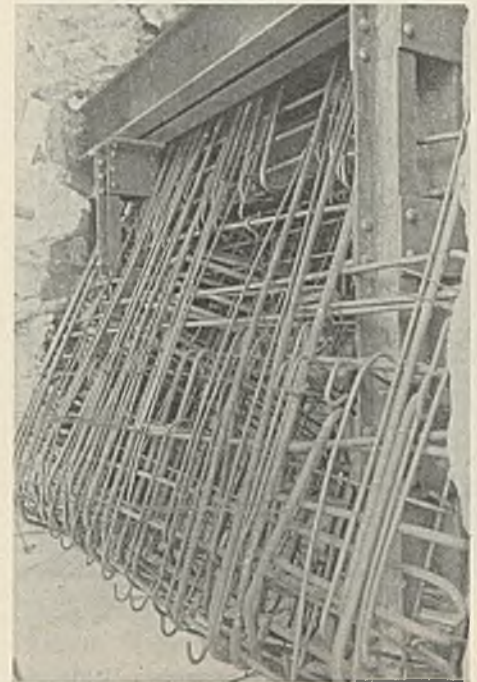


Abb. 9. Eisenkorb unter der Kämpferbank.

werden konnte. — Neben dem einen Brückenende wurde ein dreibeiniger Schwenkmast für 10 t Tragkraft aufgestellt (Abb. 17), mit dem Rüstungs- und Brückenteile von dem Eisenbahnwagen abgeladen und rd. 12 m ins Tal abgelassen wurden. Hierfür standen zwei elektrisch betriebene Winden zur Verfügung.

Der Querschnitt des neuen Verstiefungsträgers hat ein 1400 mm hohes Stegblech, Gurtwinkel 160 · 160 · 15 und im Obergurt drei Gurtplatten 360 · 12, im Untergurt hingegen drei Platten 360 · 15. Der Untergurt ist Verbandsgurt und wurde deshalb stärker bemessen. Für die Bemessung war übrigens die 1600 kg/cm²-Grenze für Haupt- und Zusatzkräfte maßgebend, wovon noch zu sprechen sein wird. — Jeder Blechträger wurde in vier nahezu gleich langen Teilen in der Werkstatt fertiggestellt, auf der Baustelle angeliefert, mit dem Schwenkmast abgeladen und dann abgelassen (Abb. 17). Auf der Zulagerüstung wurden die Stöße in den Viertelpunkten verlascht und zusammengenietet, so daß jeder Träger in zwei Hälften unter der alten Brücke zum Hochziehen bereitstand (Abb. 10). — Der größte Vorteil für die Montage bestand darin, daß man die alte Brücke dazu verwenden konnte, um Teile der neuen an ihr hochzuziehen und zwischenzeitlich zu befestigen. Vorteilhaft ist es dann natürlich auch, wenn die Neukonstruktion aus mehreren leichteren Teilen besteht, wie z. B. im vorliegenden Falle aus Stabbogen und Verstiefungsträger, von denen jedes für sich weniger wiegt als etwa ein schwerer Vollwandbogenträger. Ein Verstiefungsträger wiegt mit 580 kg/m noch etwa 100 kg weniger als die halbe ständige Last der alten Brücke. — Die beiden Hälften eines jeden Trägers wurden nunmehr nacheinander mit Seilzügen hochgezogen, die am biegefesten alten Obergurt befestigt waren (Abb. 10).

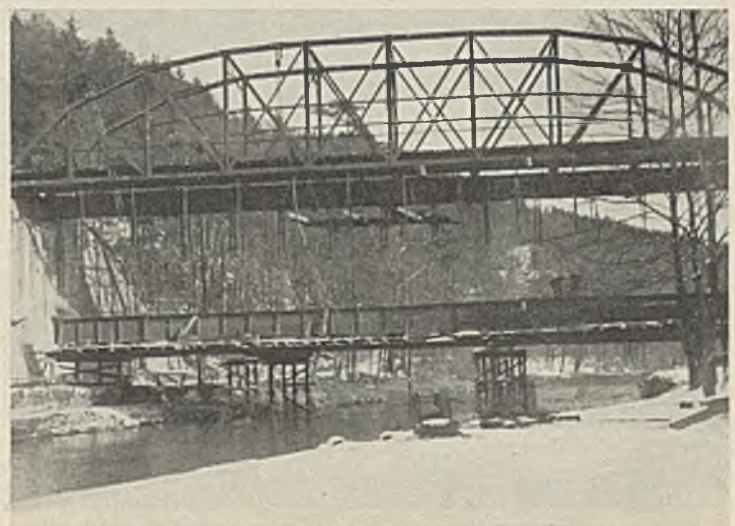


Abb. 10. Montage des Verstiefungsträgers.



Abb. 11. Traversenaufhängung für den Versteifungsträger.

Ein Schrägzug (auf dem Bilde links) ermöglichte es, das Ende jeder Hälfte gleich in die richtige Längslage über den Mauern zu bringen, wo es mit Klotzlagern auf der obenerwähnten Betonbank abgefangen wurde. An jedem zweiten Querträger wurden die Teile des darunterliegenden Versteifungsträgers mit Traversen aus C-Eisen und Schraubenbolzen aufgehängt (Abb. 11 u. 12). — Waren die zusammengehörigen Hälften auf die beschriebene Weise hochgezogen, gelagert und an den Querträgern befestigt worden, so wurde die Stoßstelle sofort verlascht und vernietet, wofür noch eine leichte Hangerüstung am alten Träger vorgesehen war (Abb. 10 u. 12).

Das Hochziehen einer solchen Hälfte und die Befestigung konnte in einer anderthalbstündigen Betriebspause ausgeführt werden. Es war ein Vorteil der gewählten Befestigungsart, daß durch die Schraubvorrichtung die Höhenlage des Versteifungsträgers in Abständen von 9 m auf Millimeter genau geregelt werden konnte, was vor allem bei der Ausrichtung des Bogens von großer Bedeutung gewesen ist.

Nachdem so erst der rechte und dann der linke Versteifungsträger aufgestellt war, wurden die Querverbände und der obere Windverband eingebracht (Abb. 12). — Im endgültigen Zustand der Brücke wird Seitenstoß und Winddruck auf das Verkehrsband und das Fahrbahngerippe in jedem Querträgerauflagerpunkt an den Versteifungsträgerobergurt abgegeben und hier unmittelbar durch den senkrechten Querverband nach dem Windverband im Untergurt weitergeführt (s. auch Abb. 6). Dieser Verband leitet alle waagerechten Kräfte nach der Mitte der Endquerverbände, wo sie durch die besonderen Windlager aufgenommen werden. Der Verband ist somit ein waagrecht liegender Träger auf zwei Stützen. Er wurde zwischen den Untergurten der Träger angeordnet, um erstens die Strebenwinkel übereck (\perp) ansetzen zu können, was im Obergurt wegen der darüberliegenden Altkonstruktion nicht möglich war; zweitens sollte dieser Verband als Hauptwindverband eine Lage in mittlerer Höhe des Systems erhalten. — Das Windlager unter dem Endquerverband zeigt Abb. 13. Die hier aufzunehmende größte H -Kraft quer zur Brückenachse beträgt 25 t. Sie beansprucht den Verbandsuntergurt zunächst durch ein Biegemoment in der Verbandsebene; da diese aber schräg zur Brückenachse steht, tritt noch ein Torsionsmoment senkrecht dazu auf. Deswegen mußte der Untergurt besonders stark bemessen werden. Ein Querschnitt mit dem erforderlichen Drillungsmoment war leicht aufzustellen. Die erforderliche Anzahl von Verbindungsnielen, die es ermöglichen, die Einzelteile des Querschnittes als Ganzes in Rechnung zu setzen, war

aber schwer unterzubringen; deswegen wurden noch besondere Schweißnähte angeordnet. — Der Lagerkörper aus Gußstahl ist mit acht Schrauben Durchm. 26 angeschlossen. Zwischen den unten angegossenen Backen kommt wie oben angegeben das IP 22 zur Anlage. In den Vorentwurfsarbeiten war auch in Betracht gezogen worden, die Enden der Versteifungsträger unmittelbar gegen Druckplatten am Kammermauerwerk seitlich, waagrecht zu lagern. — Auf den Endquerverbänden wurden später dann noch die Endlängsträger gelagert.

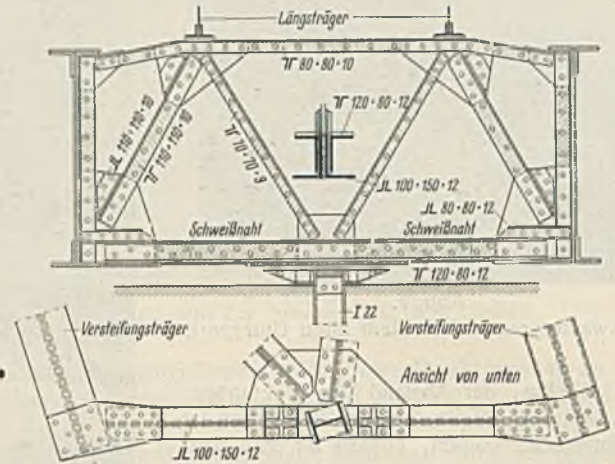


Abb. 13. Endquerverband mit Windlager.

Nunmehr waren die Versteifungsträger mit den zugehörigen Verbänden fix und fertig vernietet. Sie stellten in diesem Zustande eine Art Blechbalkenbrücke dar, die, ohne deswegen stärker bemessen zu sein, ihr Eigengewicht und obendrein das Gewicht der anzuhängenden Pfosten und Stabbogen tragen konnte. Diese Blechbalkenbrücke lag bereits in der Achse der zukünftigen Brücke; ihre Trägermitten hatten rd. 12 cm unter dem etwas angehobenen alten Fachwerkträger die endgültige Höhenlage inne. Auf den Widerlagern war sie jedoch, dem Durchhang entsprechend, 7 bis 8 cm höher unterklotzt worden und trug sich somit vollkommen frei, so daß alle Traversenbefestigungen an den Querträgern entlastet waren.

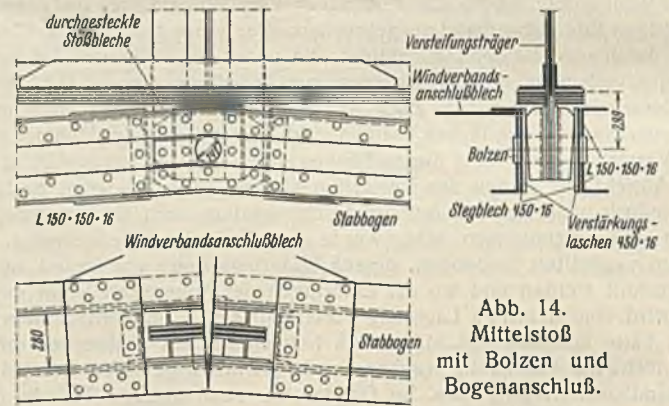


Abb. 14. Mittelstoß mit Bolzen und Bogenanschluß.

Die Stoßlaschen für das Stegblech der Mittelstöße der Träger kragen nach unten durch die geschlitzten Gurtplatten unter diese heraus (Abb. 14). In dem überkragenden Teil befindet sich das Loch für den Bolzen, durch den zunächst anstatt durch einen Pfosten der Versteifungsträger mit dem Stabbogen verbunden ist. Hier werden dann aber auch alle Brems- bzw. Anfahrkräfte aus den Versteifungsträgern über die Stabbogen nach den Kämpfern geleitet. Somit stellt die Bolzenverbindung für den oberen Teil das Festlager dar. Das ist auch für die Temperaturdehnung der Versteifungsträger günstig, die dadurch von der Brückenmitte nach den Enden zu wächst. — Ferner wird die Bremskraft auf diesem Wege gleichmäßig auf beide Widerlager verteilt und greift an ihnen so tief wie nur möglich an. Alle Endpfosten können als Pendelsäulen ausgebildet werden und erhalten durch keine waagerechte Kraft eine zusätzliche Biegebeanspruchung. An den Bolzen, der mit der Mitte des Versteifungsträgers bereits in der endgültigen Höhe lag, wurde nun das 9 m lange Mittelstück des Stabbogens aufgehängt.

Vorerst wurden aber die Unterteile der Kämpferlager auf ihre Bänke gesetzt und an den im Mauerwerk einbetonierten Eisen zwischenzeitlich befestigt. Für die Grundplatte der Lager war bei den schrägen Widerlagern der Kreisquerschnitt am günstigsten. Eine der Beanspruchung genügende rechteckige Platte wäre aus der Mauer hervorgetreten. — Der Lagerbolzen Durchm. 150 ist durch die Laschen am unteren Ende der Endpfosten (Abb. 15 u. 17) gesteckt und hat in der Mitte eine Nut, durch die Kräfte quer zur Brückenachse an eine entsprechende Rippe in den

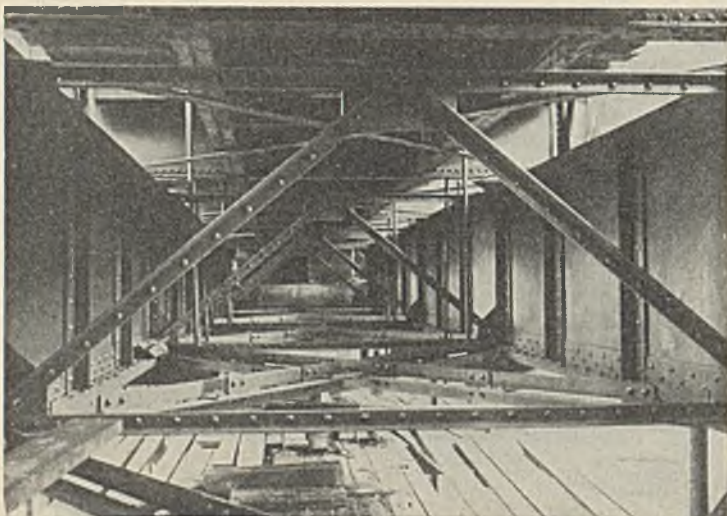


Abb. 12. Blick zwischen die Versteifungsträger unter der alten Brücke.

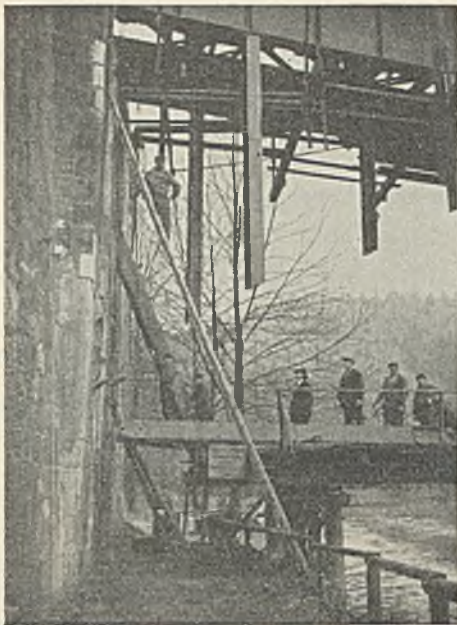


Abb. 15. Einbringen der Endpfosten.

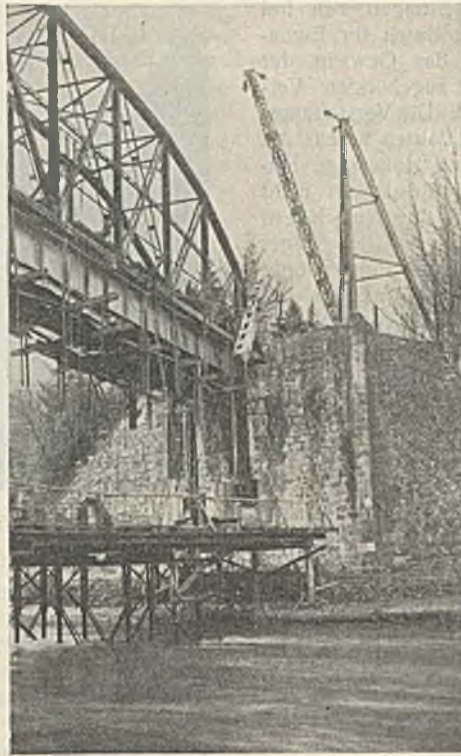


Abb. 17. Schwenkmast.
Ablassen eines Stab Bogenteiles.

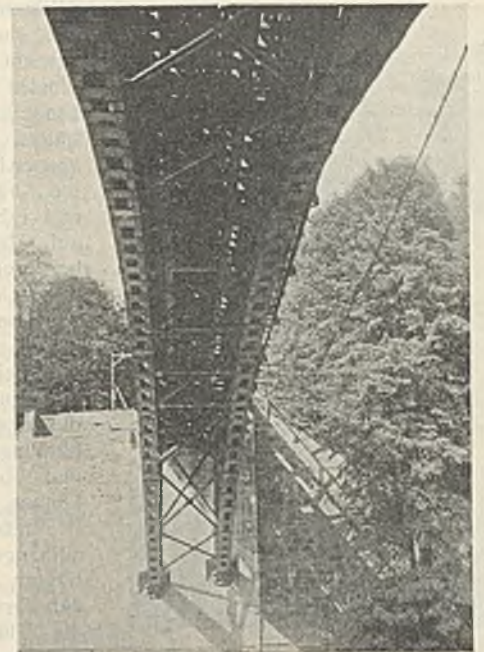


Abb. 19. Untersicht der neuen Brücke.

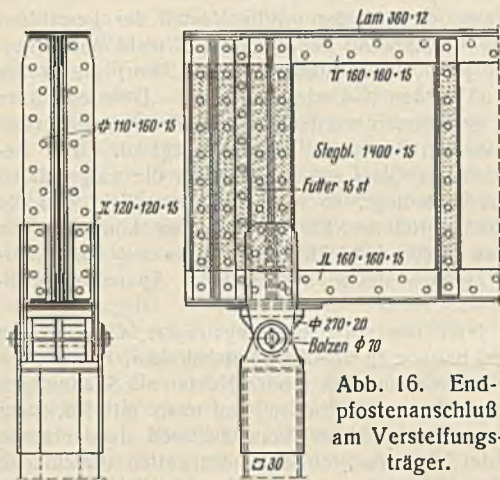


Abb. 16. Endpfostenanschluß am Versteifungsträger.

Lagerschalen abgegeben werden. Die Endpfosten erhalten als einzige abwechselnd Zug und Druck. Sie sind aus $2 \square 30$ gebildet und verlascht worden; oben und unten wurden Laschen angenietet, die in den überstehenden Enden mit Löchern für die Bolzen versehen sind. Während die unteren Laschen über die Bolzen des Kämpfergelenkes greifen, die durch den Bogenschub auf die unteren Lagerkörper gepreßt werden, sind durch die oberen Laschen die Bolzen Durchm. 70 für die Lager unter den Versteifungsträgerenden gesteckt. Der untere Teil eines solchen Lagers ist auf die Pfostenköpfe geschraubt, während die obere Hälfte am Versteifungsträger befestigt ist. Ein Abheben der Träger von diesen Lagern verhindern Laschen, die von oben rechts und links über den Bolzen gelegt und mit Hilfe von Verbindungswinkeln an der Endaussteifung des Blechträgers befestigt sind. Somit ist die Übertragung von Zug und Druck gewährleistet (Abb. 16).

Bei der Montage wurden die Endpfosten auch von der Zulagerüstung

diesem Bauzustande nur gegen Umkippen gesichert. — Zu den mittleren Pfosten wurden mit Rücksicht auf das gute Aussehen allgemein IP 20 verwendet (Abb. 15 u. 18). Sie sind unten zwischen den zweiteiligen Querschnitt des Stab Bogens gesteckt und fest mit ihm vernietet worden. Am Pfostenkopf ist der ganze Querschnitt bearbeitet. Am Steg sind hier Beiwinkel eingenetet. Auf der so gebildeten Abschlußebene liegt eine besondere Druckplatte frei auf, auf der der Versteifungsträger mit einer Reibplatte ruht. Durch diese Lagerung wurden die Werkstattarbeiten erleichtert und Knotenblechanschlüsse vermieden. Aber auch für die Montage war es vorteilhaft, daß sich hier die Möglichkeit ergab, falls nötig, einen Ausgleich durch Unterlagen von dünnen Blechen unter die Druckplatten herzustellen. — Die Druckplatten und erforderlichen Unterlagen wurden erst nach Beendigung der Montage der Hauptträger an den Beiwinkeln angeschweißt. — Gegen seitliche Verschiebung wurden die Pfostenköpfe mit vier Schraubenbolzen gesichert, die durch den Untergurt des Versteifungsträgers, die Druckplatte und den freien Schenkel der Beiwinkel der Pfosten gesteckt sind. — Bei der Montage wurden die Mittelpfosten zunächst mit Hilfe dieser Schrauben am Versteifungsträger aufgehängt und konnten dadurch bequem je nach Wunsch einige Zentimeter gesenkt oder gehoben werden.

Der Querschnitt des Stab Bogens ist zweiwandig. Die Stehbleche sind 450 mm hoch und 16 mm dick (Abb. 14). Je 2 L 150-150 liegen an den Außenseiten. Sie sind in den Endfeldern 18 mm und in der Mitte 16 mm dick. Die größte Druckkraft beträgt 450 t. — Oben und unten sind in Abständen von 1,05 m Bindebleche mit 5 Nieten an jeder Seite angeschlossen worden. In jedem Stab von rd. 4,50 m bis 5 m Länge wurden 3 bis 4 Querschotten angebracht. Der ganze Stabbogen ist viermal gestoßen. Die fünf einzelnen Längen wurden in der Werkstatt fertig zusammengenietet (Abb. 17). — Die Mittelstücke wurden, wie oben beschrieben, hochgezogen und durch die Bolzen am Versteifungsträger aufgehängt. — Je zwei Längen gehörten zu einem Bogenende, das auf der Zulagerüstung zusammengenietet wurde. Darauf wurde es mit dem bereits aufgeschraubten Lageroberteil auf den zugehörigen Gelenkbolzen aufgesetzt und mit einem am Versteifungsträger befestigten Seilzug um das Kämpfergelenk als Drehpunkt hochgezogen (Abb. 18). Nachdem so alle vier Bogenenden hochgezogen und beide Stabbogen geschlossen waren, wurden die Lager unterkeilt bzw. mit Stellschrauben so weit hochgeschraubt, bis die Bogen die verlangte Höhenlage hatten. Die Mittelpfosten wurden durch Zurückdrehen der Schrauben so weit herabgelassen, daß sie mit dem Bogen vernietet werden konnten.

Nun wurden Verbände eingebaut. Zwischen den Pfosten unter dem ersten und zweiten Querträger neben den Widerlagern sind Strebenkreuze vorhanden (Abb. 19). — Ein Verband mit gekreuzten Streben befindet sich zwischen den Obergurten der Stabbogen; er dient nur zur Wahrung der Knicksicherheit und zur Übertragung der Windlast auf die Stabbogen selbst.

Im folgenden sei noch einmal kurz der nunmehr erreichte Bauzustand gekennzeichnet. Die Stabbogen befinden sich in ihrer end-



Abb. 18. Hochziehen eines Stab Bogenendes.

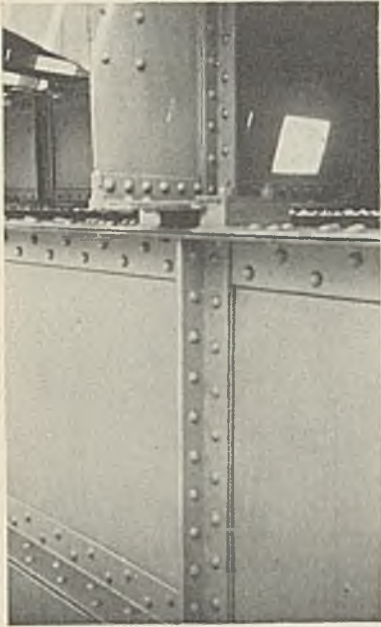


Abb. 20. Lager für die Querträger.

gültigen Lage, tragen sich frei und sind nur durch ihr Eigengewicht und das Gewicht der Pfosten und zugehörigen Verbände belastet. Die Versteifungsträger, deren Mitten bereits die vorgeschriebene Höhenlage hatten, belasten die Bogen nicht und ruhen auf den Widerlagern auf Holzklötzen. Die Träger berühren also die Pfostenköpfe noch nirgends. Ihre Enden liegen dem Durchhang entsprechend höher. Ursprünglich hatte man vorgesehen, die Mittelbolzen auch noch einmal herauszunehmen, um die Bogen ohne jegliche Verbindung mit den Trägern sicher und bequem ausrichten zu können.

Jetzt wurden die Traversenaufhängungen über den Querträgern wieder zur Anlage an den Versteifungsträgern gebracht, die Klötze unter den Trägerenden entfernt und für die Träger durch Zurückdrehen der Muttern

unter den Traversen die vorschriftsmäßige Höhenlage hergestellt. Die Zuglaschen über den oberen Gelenkbolzen der Endpfosten konnten jetzt auch am Versteifungsträger festgenietet werden (Abb. 16).

Bei allen Höheneinstellungen war auf die Temperatur besonders zu achten, da ihr Einfluß auf die Durchbiegung des Systems sehr wesentlich ist. Hebt bzw. senkt sich doch der Bogenscheitel bei einem Temperaturwechsel von $+45^\circ$ zu -25° um 2,6 cm, während an gleicher Stelle die Durchbiegung infolge ständiger Last der endgültigen Brücke nur 0,27 cm, und infolge Verkehrslast durch den Lastenzug N 1,05 cm beträgt.

Nach dem Anschweißen der Druckplatten und Zwischenlagen auf den Pfostenköpfen waren die neuen Hauptträger in ihrer endgültigen Lage mit allen Verbänden fertiggestellt worden. Mit der alten Brücke, deren Querträgerunterkanten 8 bis 14 cm über den Versteifungsträgern lagen, war die Neukonstruktion an keiner Stelle mehr verbunden. Deshalb hatte die letztere nur ihr eigenes Gewicht zu tragen. — Auch die Kämpferlager konnten nun untergossen werden, und die I-Eisen für die Windlager wurden einbetoniert.

Nach Feststellung der Stichmaße zwischen Unterkante der Querträger und Oberkante der Versteifungsträger wurden unter Berücksichtigung der gemessenen elastischen Durchbiegung und der Überhöhung des alten Überbaues die Höhen jedes einzelnen Lagerkörpers für die Querträger bestimmt. Diese Lager wurden dann auf den Versteifungsträger lose aufgelegt (Abb. 20). Über den entsprechenden Stellen waren vorher noch Aussteifungswinkel an die Querträger angeletet worden.

Die unter den alten Hauptträgerenden befindlichen Klotzlager wurden jetzt durch Druckwasserpressen ersetzt. Mit ihrer Hilfe wurde in einer größeren Betriebspause die alte Brücke abgesenkt, bis jeder Querträger auf seinem zugehörigen Lager ruhte (Abb. 20). Die auf dem Bilde sichtbaren Platten über den Untergurtwinkeln des Querträgers verhindern ein Abheben des Trägers. Sie wurden samt den Lagern durch vier Schraubenbolzen mit dem Versteifungsträgerobergurt verbunden, auf dem im endgültigen Zustande die Lager noch an allen Seiten angeschweißt sind. — Da das Gleis bereits vorher in der endgültigen Höhe lag, wurde der durch das Absenken erzeugte Höhenunterschied von rd. 10 cm durch Unterschieben von Hölzern unter die Schienenunterlagsplatten ausgeglichen, die mit den Platten auf den alten Schwellen befestigt wurden. Nachdem das alte Fahrhängerippe auf der neuen Brücke vollkommen befestigt war, wurden die Bremsverbände an die zugehörigen Knotenbleche auf den Gurten der Versteifungsträger angeschlossen. Es sind zwei Bremsverbände etwa in den Drittelpunkten der Brücke bei den Querträgern 3 und 7 vorhanden (Abb. 6). Sie waren vorher soweit als möglich an der alten Konstruktion angeschweißt worden.

Nun wurde die neue Brücke zum erstenmal durch den Verkehr belastet. Sie hatte in dem Augenblick außer der Verkehrslast die ganze alte Brücke — Fahrhängerippe, Hauptträger und Verbände — zu tragen, wozu die für den zukünftigen N-Lastenzug berechneten neuen Träger ohne weiteres in der Lage waren. Bei der Belastungsprobe wurde für den Scheitel, wie errechnet, eine Durchbiegung von 7 mm gemessen.

Jetzt konnten die alten Hauptträger zerschnitten werden. Ein SS-Wagen stand auf der Brücke zur Aufnahme der einzelnen Stücke bereit, die mit Hilfe des Schwenkmastes auf der einen Seite und mit einem Kranwagen auf der anderen Seite der Brücke beim Durchschneiden ge-

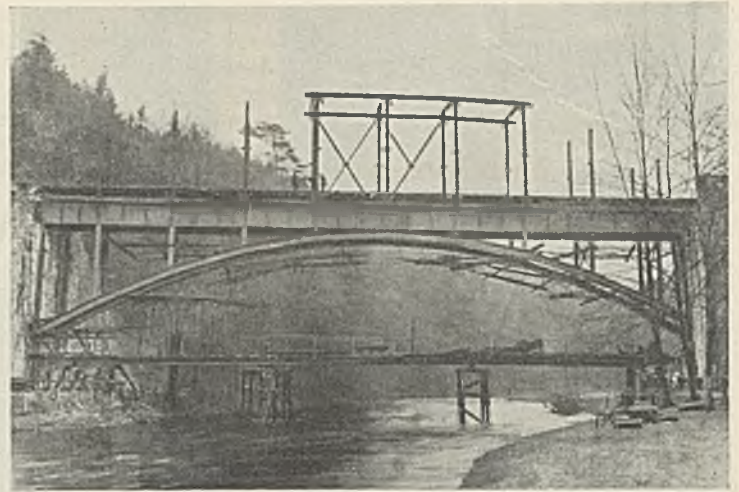


Abb. 21. Abbruch der alten Brücke.

halten und dann abgelassen wurden (Abb. 21). — Die Querträger wurden bis auf die gewünschte Länge abgeschnitten. An beiden Seiten wurden Gangbahnkonsole und Geländer (Abb. 6) angebracht, um beim Auswechseln der Schwellen außerhalb der Fahrbahntafel die Brücke begehen zu können.

Für das Fahrhängerippe besteht der größte Vorteil der gewählten Bauweise darin, daß eine Verstärkung der Querträger nicht mehr notwendig ist. Diese haben jetzt eine Stützweite von 3,20 m, gleich der Brückenbreite, und reichen für den N-Lastenzug aus. — Demgegenüber kann der Nachteil in Kauf genommen werden, daß die Brücke nun etwas schmal ist. Das Verhältnis von Breite zu Länge beträgt rd. 1/14. Berücksichtigt man ferner, daß das Gleis außerdem durch die aufgesetzten Querträger noch besonders hoch liegt, so wird es verständlich, daß die seitlichen Zusatzkräfte einen größeren Einfluß ausüben können. Wie schon erwähnt, bewirkten sie, daß für die Bemessung des Versteifungsträgers die 1600 kg/cm²-Grenze als zulässige Spannung maßgebend war.

Zu verstärken waren jetzt nur noch die Längsträger. Obgleich sie aus Schweißblechen bestehen, hatte man sich dazu entschlossen, Gurtplatten aus St 37 aufzuschweißen, da in den durchgehenden Nähten nur Spannungen bis zu 200 kg/cm² auftreten können. Ebenso ließ man mit Rücksicht auf diese niedrige Spannung Überkopfschweißung zu, weil sie der unten auf einer Rüstung stehende Schweißer, ohne die Schwellen verschlagen zu müssen und ohne größere Störung durch den Betrieb (Abb. 22), leicht ausführen konnte. — Auf den Obergurten aller Längsträger wurden die Platten mit den angehefteten Ausgleichseisen in einer nächtlichen Betriebspause angeklemt, nachdem die alten Schienen und Schwellen entfernt worden waren. Anschließend wurden die neuen Schwellen eingebracht, auf denen das neue Gleis nun in seine endgültige Lage verlegt werden konnte. Auch diese Arbeiten wurden in der fünfständigen Betriebspause durchgeführt, so daß während der ganzen Bauzeit der Betrieb überhaupt nicht aufgehoben worden war. — Zum Schluß wurden die Gleisenden mit Schlenenbündeln abgefangen, die Schleppträger eingebaut und der Kammerabschluß im Mauerwerk hergestellt.

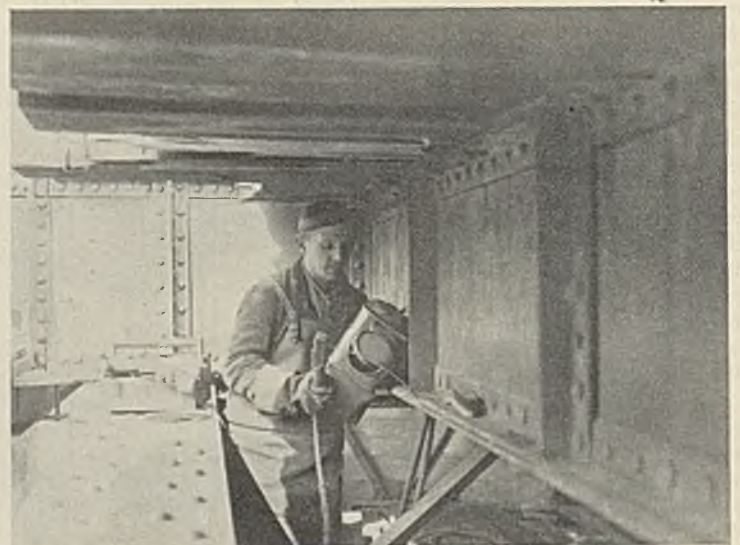


Abb. 22. Schweißarbeiten an den Längsträgern, Anschweißen der Gurtplatten.

Die Arbeiten an den Widerlagern nahmen wegen einer Unterbrechung in der kalten Jahreszeit und den schwierigen Ausbrucharbeiten längere Zeit in Anspruch. Die Herstellung der Eisenkonstruktion von der Aufstellung der Zulagerüstung im Flußbett an bis zum Absetzen der alten Brücke auf die Neukonstruktion dauerte sieben bis acht Wochen in der Zeit von Februar bis April. Zum Zerschneiden der alten Hauptträger wurden unter Zuhilfenahme der nächtlichen Betriebspausen fünf Tage und Nächte gebraucht.

Die Eisenbetonbänke und Kammermauern wurden von der Firma Rudolf Wollé, Leipzig, hergestellt. — Alle mit der Eisenkonstruktion in Zusammenhang stehenden Arbeiten sind von der Firma Christoph & Unmack AG, Niesky, ausgeführt worden. Der Entwurf wurde in der RBD Dresden aufgestellt und dann gemeinsam mit der Eisenbaufirma weiterbearbeitet.

Das Gewicht der Neukonstruktion beträgt 117 t St 37 und rd. 7 t Stahlguß für Lagerteile. Für das Verstärkungsmaterial wurden rd. 5,5 t eingebaut. — Die Kosten betragen:

12 100 RM	für Arbeiten an den Widerlagern,
rd. 60 000	„ „ „ eingebautes neues Eisen,
„ 5 500	„ „ „ Verstärkungsarbeiten,
„ 4 500	„ „ „ Rüstung, Hebezeuge usw.

Als Hauptvorteile der gewählten Bauweise sind anzuführen:

- Wiederverwendung des alten Fahrbahngerippes, dessen Querträger nicht verstärkt zu werden brauchten, da sie infolge der geringeren Brückenbreite eine geringere Stützweite erhielten.
- Eine Verstärkung der Widerlager wurde vermieden.
- In keinem Bauzustande war eine Abfängerüstung notwendig. Trotzdem wurde der Betrieb überhaupt nicht unterbrochen.
- Auch der Bedarf an sonstiger Rüstung konnte auf ein Minimum beschränkt werden. Hohe, schwere, tragende Gerüste wurden nicht aufgestellt, was besonders auch mit Rücksicht auf die Hochwassergefahr zu begrüßen war.
- Die Ausführung ist im Hinblick auf die Montage billiger als jede andere.
- Das gute Aussehen der Bogenkonstruktion.

Schwimmender Greifbagger „Dörverden“ für die Wasserstraßendirektion Hannover.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Regierungs- und Baurat Foss in Hannover.

Im Bereich der Wasserstraßendirektion Hannover stand bei Schiffsunfällen bisher für Bergungszwecke nur ein den Stromunterhaltungsarbeiten dienender kleinerer schwimmender Greifbagger zur Verfügung, der aber nur zum Leichtern gesunkener Fahrzeuge verwendet werden konnte, da er nicht mit Pumpen und Rammeinrichtung ausgerüstet ist.

Die Wasserstraßendirektion Hannover hatte daher schon lange die Absicht, ein mit allen erforderlichen Einrichtungen versehenes Hebegerät zu beschaffen, wie es vor einigen Jahren von der Rheinstrombauverwaltung Koblenz in Dienst gestellt worden ist¹⁾.

Das Gerät für Koblenz besteht aus einem Schiffsgefäß von 36,50 m Länge, 10 m Breite und 1,5 m Tiefgang, ist mit zwei elektromotorisch getriebenen Schrauben zur Fortbewegung ausgestattet und ausgerüstet mit einem feststehenden Drehkran (Ausladung 18 m, Tragfähigkeit bis 16 t, für Haken- und Greiferbetrieb), sowie zwei kleinen Drehkränen (je 2 m Ausladung, 3,5 t Tragfähigkeit), die an vier Lagerstellen am Bordrand eingesetzt werden können. Ferner sind in das Fahrzeug eingebaut eine Niederdruck-Schleuderpumpe von 600 m³ Stundenleistung und drei Hochdruck-Schleuderpumpen von je 90 m³ Stundenleistung, sowie eine bewegliche Rammeinrichtung für 7 m Fallhöhe und 600 kg Bärgewicht und eine Werkstatt mit Schmiede und den notwendigen Werkzeugmaschinen. Sämtliche Maschinen werden elektrisch betrieben. Der Strom wird durch zwei Dieselmotoren von je 160 PSe erzeugt.

Mit Rücksicht auf die gespannte Finanzlage des Reiches hat die Wasserstraßendirektion Hannover die Beschaffung eines ähnlichen Hebegerätes, dessen Kosten zu rd. 400 000 RM veranschlagt waren, bisher zurückstellen müssen.

Es mußte daher darauf Bedacht genommen werden, mit geringeren Mitteln ein Gerät zu beschaffen, das besser als der vorhandene alte Greifbagger von nur 2,5 m Ausladung und höchstens 2000 kg Hubleistung zur Beseitigung von Schifffahrthindernissen geeignet ist.

Verwendungszweck des neuen Gerätes.

Bei der im Jahre 1930 in Angriff genommenen Erneuerung des Weserwehres bei Dörverden wurde nun zur Ausführung der Gründungs- und Bauarbeiten sowie zur Ausbaggerung des Oberkanals des Wildpasses die Beschaffung eines schwimmenden Hilfsgerätes erforderlich, das nach Beendigung der Neubauarbeiten für die Unterhaltung der Sturzbetten unterhalb des Wehres und der Schleuse Dörverden, wie auch zu folgenden Arbeiten im Bereiche der Wasserstraßendirektion Hannover herangezogen werden soll:

- Instandhaltung des Sturzbettes von Wehren und Schleusen der Fulda, Weser und Aller;
- Beseitigung von Schifffahrthindernissen im Fahrwasser, besonders von schweren Kiesbänken, Pfahlstümpfen, Baumstämmen, Findlingen usw.;
- Ausbaggerung kleinerer Kanäle;
- Leichterung von havarierten Kähnen;
- Entladung von Wracks;
- Auspumpen von Baugruben;
- Einsetzen und Ausheben von Verschlusskörpern der Schleusen.

Ein ähnliches Gerät ist von der Wasserbaudirektion Königsberg im Sommer 1932 für die von ihr zu unterhaltenden Binnenwasserstraßen beschafft worden²⁾.

Dieses Gerät bleibt in seiner Leistung wesentlich hinter dem von der Wasserstraßendirektion Hannover beschafften Greifbagger „Dörverden“

zurück und unterscheidet sich hauptsächlich in folgenden Punkten von diesem:

Der Schiffskörper ist nur etwa halb so lang und enthält keine Wohn- und Schlafräume für die Besatzung. Als Kran ist ein umlegbarer Mast mit zwei Ladebäumen von nur 2 t Tragfähigkeit bei 5 m Ausladung vorhanden. Ramm- und Pfahlzeheinrichtung sind bedeutend schwächer. Sämtliche Maschinen werden durch Riemtrieb über Wellenleitungen von einem 15/18-PSe-Dieselmotor angetrieben.

Ausschreibung des neuen Gerätes.

Bei der Ausschreibung des Gerätes im Sommer 1930 gaben von den sieben aufgerufenen Werften nur zwei ein Angebot ab, was darauf zurückzuführen sein dürfte, daß von den Gesamtkosten des Gerätes (107 000 RM) nur $\frac{1}{4}$ auf die schiffbaulichen Arbeiten entfällt, während etwa $\frac{3}{4}$ von dem Auftragnehmer wieder an Unterlieferanten für Kran, elektrische Ausrüstung, Pumpen usw. zu verausgaben waren. Die Teltowerwerft in Berlin-Zehlendorf, die einen vollständig geschweißten Schiffskörper angeboten und damit das günstigste Angebot abgegeben hatte, wurde mit dem Bau des Greifbaggers beauftragt.



Abb. 1. Greifbagger „Dörverden“.

Hauptabmessungen.

Da der Greifbagger die 28 m lange und 6,50 m breite Prahmschleuse am Wehr Dörverden durchfahren, ferner bei niedrigen Wasserständen auf der Oberweser verwendbar sein und für Fahrten auf dem Ems-Weser-Hannover-Kanal eine unter 4 m Brückenhöhe liegende feste Höhe über Wasserlinie haben muß, ergaben sich folgende Abmessungen des Schiffskörpers:

Länge über Deck	22,50 m
Breite auf Spanten	6,40 „
Seitenhöhe	1,80 „
Tiefgang	0,70 „
Größte feste Höhe über Wasserlinie .	3,90 „

Von dem Einbau eigenen Schiffsantriebes wurde abgesehen, da das Fahrzeug meist längere Zeit an einer Stelle beschäftigt wird und jederzeit geeignete Schleppkraft zur Weiterbeförderung zur Verfügung steht.

Der Schiffskörper ist aus S.-M.-Flußbeisen in Schiffbaubeschaffenheit nach den Vorschriften des Germ. Lloyd — Klasse 100 A/4 J — gebaut. Er hat eine eckige Kimm und ist außer im Bereich des Drehkrans völlig eingedeckt. Durch vier wasserdichte Querschotte wird der Schiffskörper in fünf Abteilungen unterteilt. Der Raum Spant 28 bis 40 unter dem

¹⁾ Z. f. Binn. 1927, S. 499.

²⁾ Bautechn. 1932, Heft 28, S. 370.

Drehkran hat einen wasserdichten Doppelboden erhalten auf erhöhten Bodenwrangen. Durch intercostale Kielschweine ist ein kräftiges Fundament gebildet worden. Der offene Raum über dem Doppelboden, in dem der Drehkran steht, ist selbstlenzend eingerichtet.

Die Achterpiek (Abb. 2 bis 4) dient als Trimm-tank und ist durch die Maschinenlenzpumpe zu lenzen und zu fluten. In dem sich nach vorn anschließenden Maschinenraum ist über der Dieselmachine auf dem

geeignet sind. Entgegen der üblichen Nietausführung sind sämtliche Plattenstöße in die gleiche Spantebene gelegt. Den bei der Schweißschumpfung auftretenden Verwerfungen der Bleche wird damit am besten

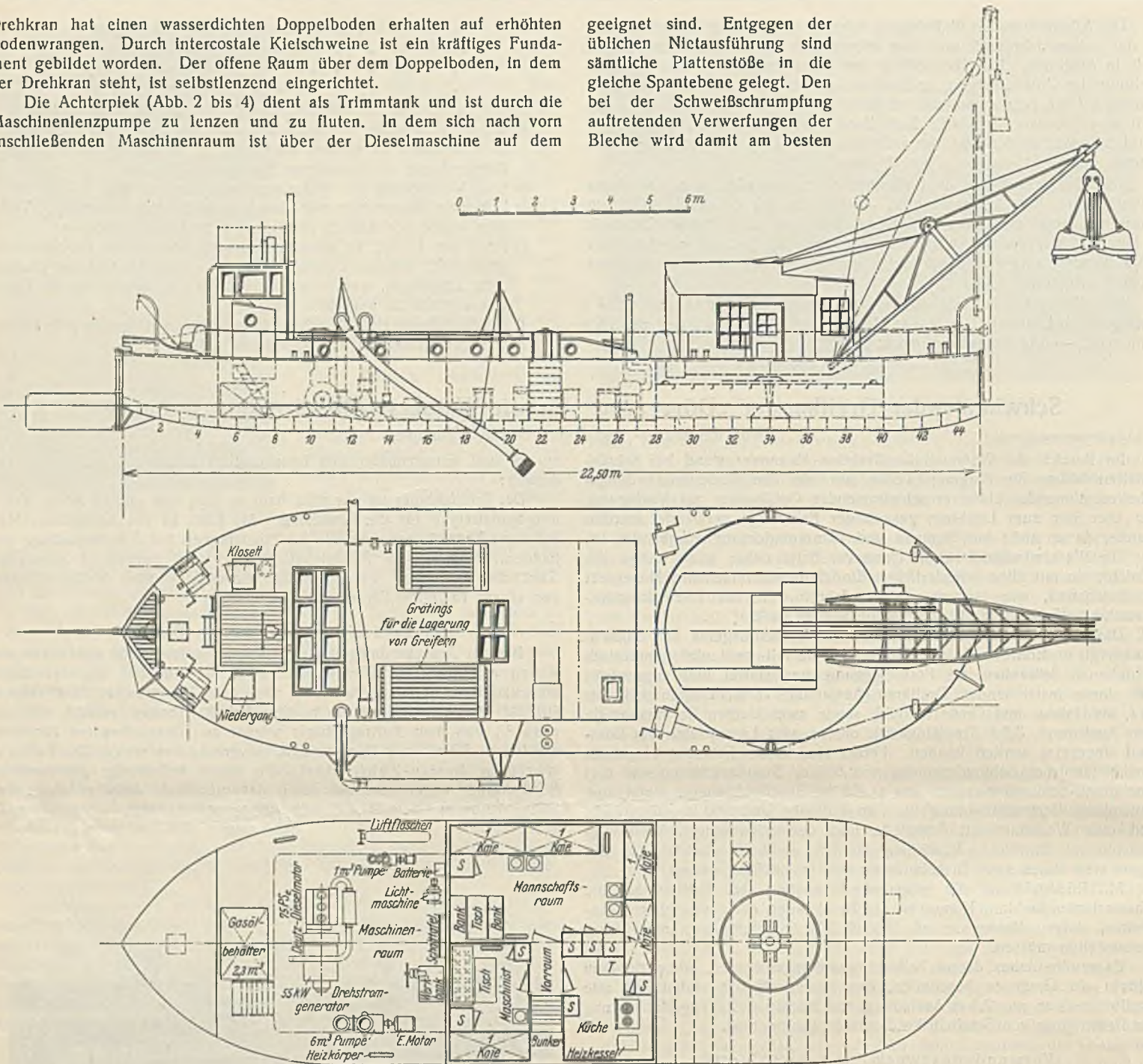


Abb. 2 bis 4. Ansicht, Deckplan und Stauplan.

Aufbau ein abnehmbares Oberlicht angeordnet, durch das die Maschine im ganzen herausgehoben werden kann.

Der Maschinenraum ist durch einen auf Steuerbordseite neben dem Steuerhaus angeordneten Niedergang zugänglich. Die nach vorn anschließenden Mannschaftsräume sind von Deck aus durch einen im Aufbau befindlichen, mit Schiebeluke versehenen Niedergang zugänglich. Auf Steuerbordseite liegen der Wohnraum des Maschinisten und die Küche, auf Backbordseite der Raum für den Steuermann und die Decksmannschaft.

Vor den Wohnräumen ist der Drehkran versenkt angeordnet. Die Vorplek dient als Stauraum.

Zwischen Spant 14 bis 20 sind auf dem 500 mm hohen Aufbau zwei kräftige hölzerne Grätings angeordnet, die als Lagerplatz für die Greifer dienen. Der Aufbau ist in diesem Bereich entsprechend der Belastung durch das Greifergewicht von etwa 6 t mit kräftigen Unterzügen versehen.

Das Steuerhaus, dessen Unterbau aus Eisen und Oberteil aus Teakholz besteht, ist hinten auf dem Maschinenraumaufbau angeordnet. Da sich von diesem die zum Steuern des Geräts nötige Sicht nach voraus nicht erzielen läßt, ist auf dem Steuerhausdach noch ein zweiter, durch Stelgeleiter zugänglich, ungedeckter Steuerstand eingerichtet.

Schiffskörper.

Der Linienriß zeigt nur gerade und einseitig gekrümmte, abwickelbare Außenhautflächen, die für die Schweißverbindung der Bleche besonders

begegnet. Die Baustoffdicken des Schiffskörpers sind aus den Spantquerschnitten (Abb. 5 bis 7) ersichtlich.

Die Festigkeitsverhältnisse der ausgeführten Schweißverbindungen sind in der nebenstehenden Tafel, bezogen auf je 100 cm Baulänge mit der üblichen Nietausführung verglichen worden.

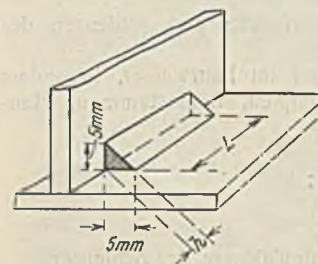


Abb. 8.

Die Querschnitte der Schweißungen sind dabei errechnet nach Abb. 8 zu $F_s = h \cdot L$. Da h durchweg 0,35 cm ausgeführt ist, errechnen sich die angegebenen Querschnitte bei 100 cm Heftschiweißung zu $F_s = 0,35 L$. Anzahl der Heftstellen je m und bei 100 cm Dichtschweißung zu $F_s = 0,35 \cdot 100 \cdot$ Anzahl der Nähte.

Beim Zusammenbau des Schiffes waren rd. 1800 m Schweißnaht herzustellen, wofür 12 600 Stück 4 mm

starke Elektroden der Kjellberg-Schweißmaschinen und Elektroden G. m. b. H. in Finsterwalde verarbeitet wurden. Geschweißt wurde mit Gleichstrom mit einer Schweißspannung von 18 bis 22 V und etwa 150 bis 160 Amp. Stromstärke.

Der geschweißte Schiffskörper ergab eine Gewichtersparnis von rund $7 t =$ etwa 20% und eine Ersparnis an Arbeitsstunden von 10% gegen-

Verbindungsstelle	Übliche Nietverbindung		Ausgeführte Schweißung		
	Niet- Ø cm	Ent- fer- nung cm	Querschnitte $\frac{d^2 \pi \cdot 100}{4 \cdot \text{Entf.}}$ = cm ²	Verbindung	Quer- schnitt cm ²
Außenhaut-Nähte	1,3	4,5 einfach	29,5		105
Außenhaut-Stöße	1,3	5,2 doppelt	51,2	wie vor	105
Kimmwinkel und Steven	1,6	6,4 zickzack	62,7		105
Scheuerplatte	1,6	9,6 doppelt	42		70
Decks-Nähte	1,3	4,5 einfach	29,5		50
Decks-Stöße	1,3	5,2 doppelt	51,2		105
Schotte mit Außenhaut	1,3	6,5	20,5	1 Naht	35
Deck mit Außenhaut	1,3	5,8	23	1 Naht	35
Bodenwrangen mit Boden, Gurtungen an den Fundamenten	1,6	9,6	21	doppelseitig 	35
Spanten mit Außenhaut	1,3	10,5	12,6	wechselseitig 	17,5
Decksbalken mit Deck, Schottsteifen	1,3	11,5	11,5	wie vor	17,5
Gurtungen an Bodenwrangen und Längsträgern	1,3	11,5	11,5	wie vor	17,5

über genieteteter Ausführung. Erst bei geschweißtem Schiffskörper war es möglich, den vorgeschriebenen Tiefgang bei den vorgeschriebenen Abmessungen einzuhalten. Der Mehrtiefgang bei gleichem genieteteten Schiffskörper hätte etwa 6 cm betragen.

Abb. 9 u. 10 zeigen den Doppelboden für den versenkt eingebauten Kran mit dem Königstuhl während des Baues.

Maschinelle Einrichtung.

Dem Verwendungszweck entsprechend hat das Gerät folgende maschinelle Einrichtung erhalten:

Einen um den vollen Drehkreis beweglichen Schwenkkran für normalen Kran- und Greiferbetrieb, sowie mit Einrichtung zum Rammen und Pfahlziehen, eine Bergungspumpe, eine Baupumpe, eine elektrische Bordbeleuchtung und eine ortsveränderliche Lichtanlage.

Der Kräfteerzeugung dient ein diesel-elektrischer Maschinensatz, bestehend aus einem kompressorlosen 75-PSe-Deutz-Viertakt-Dieselmotor³⁾,

³⁾ WRH 1932, Heft 8, S. 121.

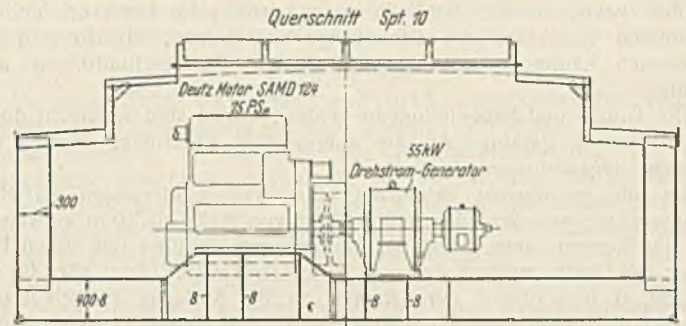


Abb. 5.

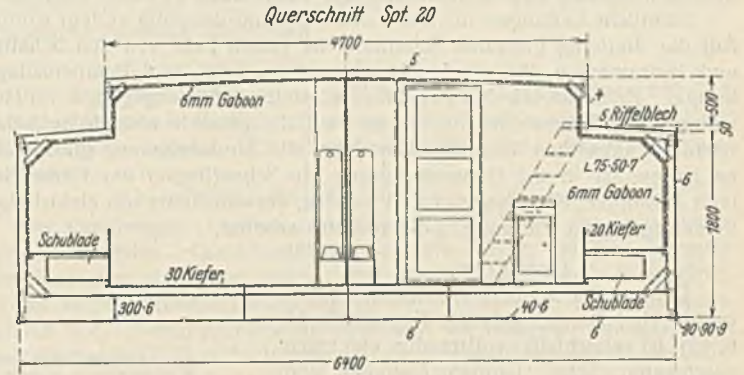


Abb. 6.

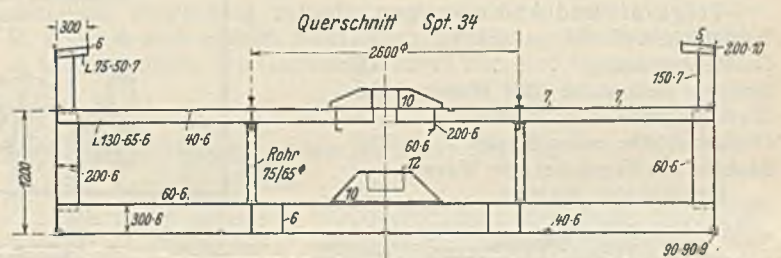


Abb. 7.

Typ. A. M. D. 124, gekuppelt mit einem S.S.W.-Drehstrom-Synchron-Generator von 55 kW, 380/220 V, 750 Umdr./min.

Bei kalter Witterung wird der Motor durch Warmwasser der Heizanlage vorgewärmt, an deren Rohrsystem die Kühlwasserräume des Motors angeschlossen sind. Durch eine Handpumpe kann dabei der Wärmeumlauf des Wassers beschleunigt werden.

Die Leistung des Stromerzeugungsmaschinensatzes reicht aus, um den Betrieb sämtlicher Bordmaschinen gleichzeitig aufrecht zu erhalten.

Die Kreiselpumpen sind von der Amag-Hilpert Pegnitzhütte geliefert worden. Die größere für Bergungszwecke bestimmte Pumpe, Type N 250 h hat 250 mm Rohranschluß, sie leistet 6 m³/min, hat 5 m Förderhöhe und wird von einem 8,8-kW-S.S.W.-Drehstrommotor mit 730 Umdr./min angetrieben. Als Baupumpe dient eine Pumpe, Type N 100 d mit 100 mm Rohranschluß, die bei 8 m manometrischer Förderhöhe 1 m³/min leistet und von einem 2,6-kW-S.S.W.-Drehstrommotor mit 1430 Umdr./min un-

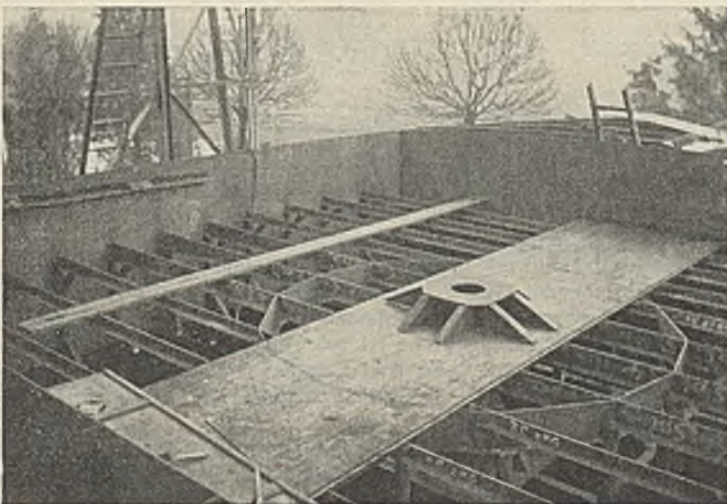


Abb. 9.

Doppelboden mit Königstuhl.

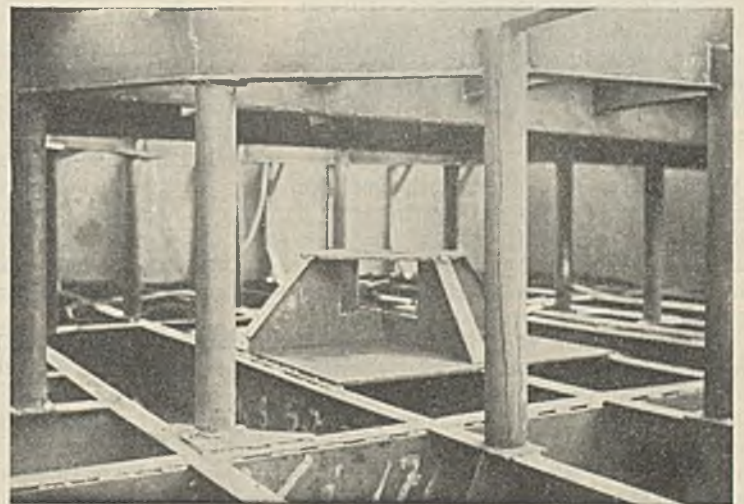


Abb. 10.

mittelbar gekuppelt ist. Beide Pumpen besitzen im Lagerbock und im Saugstutzen auswechselbare Schleifringe aus Bronze, ebenso sind die gußeisernen Laufräder mit auswechselbaren Bronzeschleifringen ausgestattet.

Die Druck- und Saugleitungen beider Pumpen sind senkrecht durch das Aufbaudeck geführt. An die aufgesetzten Kniestücke werden die Schläuche angeschlossen.

Da die wichtigsten Schleusen einen Höhenunterschied zwischen Schleusensohle und der Schleusenplattform von mehr als 10 m aufweisen, wäre ihr Lenzen ohne Zwischenschaltung von Ventilen nur durch Eindocken des Geräts möglich gewesen. Das Gerät würde dann aber für die Dockzeit, d. h. während der Arbeiten an der Schleuse stillgelegt und wahrscheinlich auch diesen hinderlich sein. Aus diesen Gründen wurde von dem Heranziehen des Greifbagger zu derartigen Arbeiten abgesehen, und es konnten Pumpen mit geringerer Förderhöhe gewählt werden.

Sämtliche Leitungen für den Kraftstrom sind dreipolig verlegt worden. Auf der dreiteilig gebauten Schalttafel ist je ein Feld von den Schaltern und Instrumenten für die Licht-, Generator-, Kran- und Pumpenanlagen besetzt. Beim Betrieb des Greiferkranes treten erfahrungsgemäß im Hubmotor starke Stromstöße auf, die sich auf die gesamte elektrische Anlage schädlich auswirken können. Um daher die Stromspannung gleichmäßig zu halten, ist in die Generatorleitung ein Schnellregler der Firma Neufeldt & Kuhnke, Kiel, eingeschaltet worden, der selbsttätig mit elektrischem Steuerorgan und Flüssigkeits-Servomotor arbeitet.

Drehkran.

Der von den Ardelet-Werken, Eberswalde bei Berlin, gebaute Kran (Abb. 11 u. 12) ist gleichfalls vollständig elektrisch geschweißt. Seine Hauptabmessungen sind folgende:

Tragkraft und Abmessungen.

- Tragfähigkeit (Greifer + Inhalt) . . . 3 t
- Größte Ausladung 8,6 m
- Ausleger Rollenhöhe über Wasser . . 6,5 „
- Greiferhubhöhe über Wasser . . . 3,5 „
- Greiferhubhöhe unter Wasser . . . 10,0 „
- Bauhöhe des Kranes bei über Wasser abgesehenktem Ausleger . . . 3,8 „

Motoren und Geschwindigkeiten.

- Heben: 19 kW,
- n = 950, Hubgeschwindigkeit 30 m/min,
- Drehen: 6,6 kW,
- n = 950, Drehen 2 bis 2 1/2 mal/min.

Ausrüstung und Zubehör.

- 1 Vierseilgreifer für Sand und Schlack 1 m³ Inhalt
- 1 Vierseilgreifer für Steine 0,6 m³ Inhalt
- 1 Rammeinrichtung mit Bär von 1,2 t Gewicht
- 1 Einrichtung zum Pfahlziehen für 20 t Zugkraft.

Der Drehkran besteht aus der drehbaren Plattform mit den Triebwerkteilen, dem Gerüst, dem Schutzhaus sowie dem beweglichen Ausleger und stützt sich mit vier Drehrollen auf den Rollkranz ab. Er ist im vollen Kreise sich drehend um einen Mittelzapfen mittels Halslagers geführt.

Der Ausleger besteht aus kräftigen Profilleisen, die durch Quer- und Diagonalverband sorgfältig ausgesteift sind. Er ist an der Plattform gelenkig befestigt und durch Einziehseile am oberen Teile des Krangerüsts gehalten. Im Auslegerkopf sind die Seile gegen Herausspringen gesichert.

Das Kranhaus ist geräumig gehalten, wodurch eine gute Wartung der Triebwerkteile und eine bequeme Bedienung der Handhebel sowie der elektrischen Apparate gewährleistet ist. Der Führerstand befindet sich vorn in der Mitte, so daß der Kranführer einen guten Überblick über das Arbeitsfeld hat. Die Rückwand des Kranhauses wird durch das aus Schrott und Beton bestehende Gegengewicht gebildet, das in einem schmiedeeisernen Rahmen untergebracht ist.

Beim Hubwerk wird die Bewegung vom Hubmotor aus auf die Seiltrommel durch Stirnrädergetriebe übertragen. Die Ritzelwelle ist mit der Motorwelle durch eine elastische Kupplung verbunden. Eine kräftige elektromagnetisch betätigte Bremse kann die Kranlast in jeder Höhe halten. Zur Begrenzung der höchsten Hakenstellung dient eine selbsttätige Hubendschaltung. Für den Greiferbetrieb des Hubwerks ist außer der Schließtrommel noch eine besondere Haltetrommel eingebaut, die durch eine Bandkupplung mitgenommen wird. Beim Entleeren des Greifers

wird die Haltetrommel durch eine vom Führerstand aus betätigte Bremse festgehalten und, je nachdem der Greifer geschlossen oder geöffnet werden soll, die Senk- und Hubbewegung hierfür durch das Windwerk eingeleitet. Der Greifer kann in jeder beliebigen Höhenlage geschlossen oder geöffnet und auch im geöffneten Zustande gehoben oder ge-

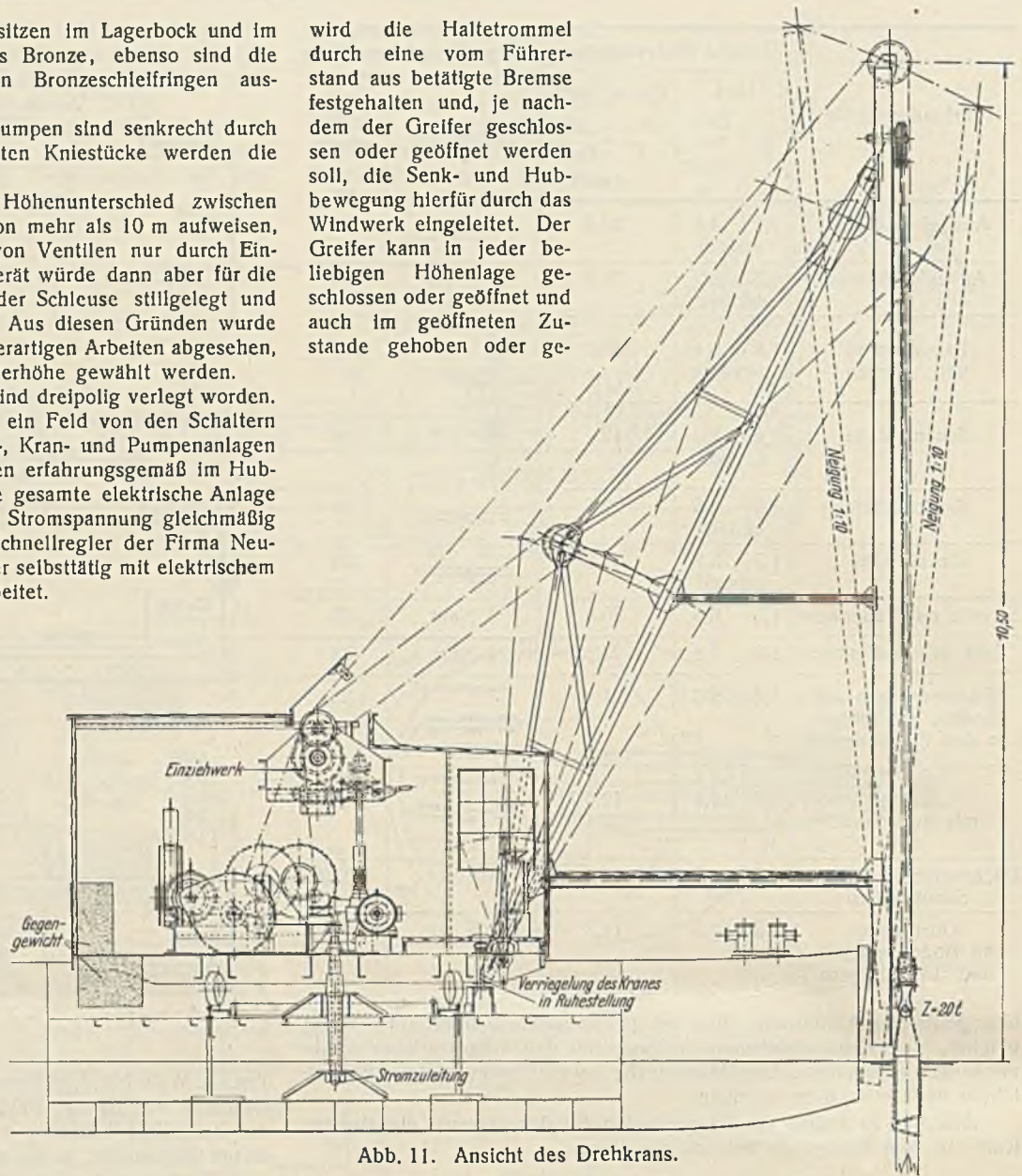


Abb. 11. Ansicht des Drehkrans.

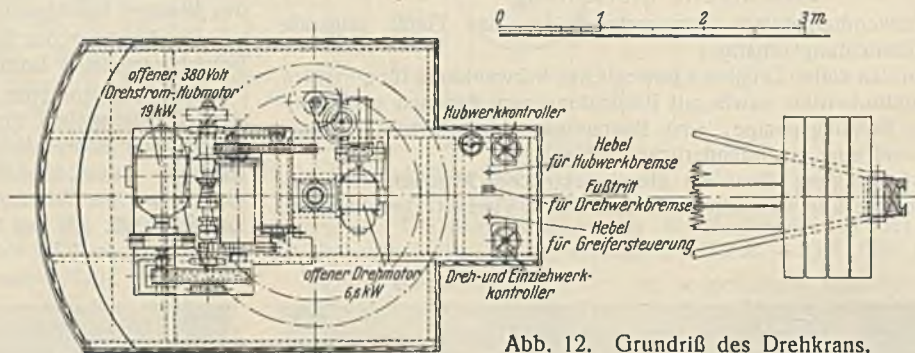


Abb. 12. Grundriß des Drehkrans.

senkt werden. Zur Bedienung der Greifersteuerung ist nur ein Handhebel erforderlich.

Beim reinen Kranbetrieb sowie beim Rammen oder Pfahlziehen wird der Greifer abgenommen, die Haltetrommel abgekuppelt und das Hakensgeschirr mit den Schließseilen verbunden. Zum leichten Einziehen der Seile sind die Greifer mit Seileinziehwinden ausgerüstet.

Das Kran-Drehwerk besteht aus einem liegenden Schneckengetriebe und einer stehenden Welle mit Stirnradantrieb, das sich in dem Triebstockkranz, der auf dem Doppelboden des Schiffskörpers befestigt ist, abwälzt. Das Schneckengetriebe ist mit einer Rutschkupplung versehen, die so eingestellt ist, daß sie zum Rutschen kommt, falls der Ausleger gegen Hindernisse stößt. Die Drehbewegung des Kranes wird durch eine Fußbremse abgestoppt.

Das Hubwerk wird nach Umschaltung vom Schneckenkasten des Drehwerks betätigt, und zwar mittels stehender Welle auf die Schnecke des als Schneckenrad ausgebildeten Trommelrades. Die gerillte Drahtseiltrommel hält das Auslegerseil in jeder Lage.

Die Rammereinrichtung — Mäkler und Rammbar — (Abb. 13) wird an dem über die Kopfrolle hinaus verlängerten Ausleger gelenkig aufgehängt und gegen den Ausleger durch eine Brücke abgestützt. Der Rammbar wird mittels einer am Mäkler geführten Nachlaufkatze durch das Hubseil gehoben. Die Auslösung des Rammbaren wird durch ein Zugseil vorgenommen. Durch entsprechende Einstellung des Mäklers ist das Einschlagen von Pfählen mit 1:10 Neigung nach vorn und hinten möglich.

Bemerkenswert ist die Pfahlzieheinrichtung. Auf älteren Greifbaggern findet man, unabhängig vom Kran, besondere schwere Winden im Gebrauch, die lediglich für Pfahlzieharbeiten Verwendung finden. Beim Greifbagger „Dörverden“ wird die erforderliche hohe Zugkraft von 20 t durch einen am Mäkler aufgehängten Flasenzug über das normale Hubwerk des Kranes erreicht. An eine Hakenöse an der Unterflasche wird der zu ziehende Pfahl mittels Ketten angeschlagen.

Während mit der Rammereinrichtung an allen erreichbaren Stellen des Schiffes gearbeitet werden kann, ist das Pfahlziehen nur vor Kopf möglich.

Die elektrische Ausrüstung des Kranes ist von den S.S.-Werken geliefert worden. Es sind offene Drehstrom-Motoren mit Schleifringläufern für 380 V Spannung eingebaut worden. Die Controller werden durch

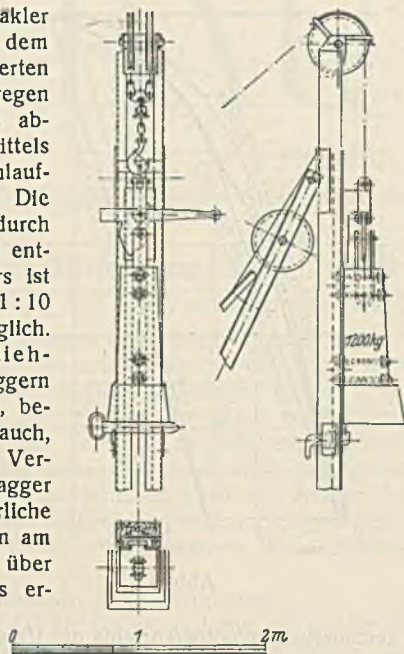


Abb. 13. Rammereinrichtung. Mäkler und Rammbar.

Handräder bedient. Der Strom wird vom Maschinenraum her über einen dreipoligen Schleifring zugeführt, der auf dem Königszapfen aufgesetzt ist.

Lichtanlage.

Von dem 220/380-V-Generator wird ein Lichtstromkreis unter Zwischenschaltung eines Umspanners mit 24 V gespeist. An diesen ist die gesamte Schiffsbeleuchtung, einschließlich der Positionslichter und die ortsveränderliche Außenbeleuchtung, die bei Nachtarbeiten zur Beleuchtung der Arbeitsstelle herangezogen wird, angeschlossen. Die ortsveränderliche Lichtanlage besteht aus vier Stück 8 m hohen Masten mit 200-Watt-Lampen und 200 m Zuleitung. Ist der Dieselgenerator nicht in Betrieb, so wird die gesamte Schiffsbeleuchtungsanlage mit Gleichstrom von 24 V Spannung durch eine besondere Lichtmaschine über eine Akkumulatorenbatterie betrieben. Die Bosch-Lichtmaschine von 500 Watt Leistung wird durch einen 2-PSe-Benzinmotor mit 1200 Umdr./min angetrieben. Für die Positionslichter wie auch für sämtliche Räume ist für den Notfall Petroleumbeleuchtung vorhanden.

Heizanlage.

Eine Warmwasserheizanlage von 24 000 WE/h Abgabe beheizt während der kalten Jahreszeit die Wohnräume und den Maschinenraum. Der Kran wird elektrisch beheizt. Er ist außerdem mit einem Kohlenofen ausgestattet.

Ablieferung und Betriebserfahrungen.

Der Greifbagger „Dörverden“ ist im Mai 1931 von der Teltowwerft abgeliefert worden. Die Überführung auf die Weser, die Elbe hinunter über See, ging glatt von statten. Bei der Abnahme wurde festgestellt, daß der vorgeschriebene Höchstittiegang von 0,70 m noch um 3 cm unterschritten war. Beim Probetrieb ergab sich die Hubgeschwindigkeit des Greiferkranes zu 5,45 m in 10 sek und die Drehgeschwindigkeit um 360° zu 27 sek.

Während der einjährigen Betriebszeit hat der Greifbagger bereits vielseitige Verwendung gefunden und sich dabei sehr gut bewährt. U. a. hat er auch mehrere Male havarierten Kähnen Hilfsdienste geleistet, d. h. diese mittels des Greifers geleichtert und auch lenzgepumpt.

Neues Hilfsmittel zur Untersuchung der Tragfähigkeit von Ramppfählen.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Dipl.-Ing. Herm. Dietrich, Hamburg.

Das bis heute allgemein geübte Verfahren zur Vornahme von Probelastungen von Ramppfählen besteht bekanntlich darin, daß auf den Kopf des gerammten Pfahles eine Probelast (mindestens das Doppelte der geforderten Tragfähigkeit) in Form von Eisenbahnschienen, Eisenbarren, Masseln oder Sandsäcken aufgebracht wird. Abgesehen davon, daß dieses Verfahren kostspielig und zeitraubend ist, kann es nur geringen Anspruch auf Zuverlässigkeit und Genauigkeit machen. Eine Verbesserung stellt schon das in Brennecke-Lohmeyer, Der Grundbau, 4. Aufl., Bd. I, S. 197, beschriebene Verfahren dar. Noch zweckmäßiger und sicherer erscheint eine Abänderung dieses Verfahrens, wobei als Belastung der Wasserdruck benutzt wird. Dieses neue Verfahren ist bei einem größeren Bauwerk, der neuen Müllverbrennungsanstalt Borsigstraße in Hamburg, die auf sehr schlechtem Untergrund errichtet werden sollte, erstmalig angewendet worden und soll in folgendem kurz beschrieben werden.

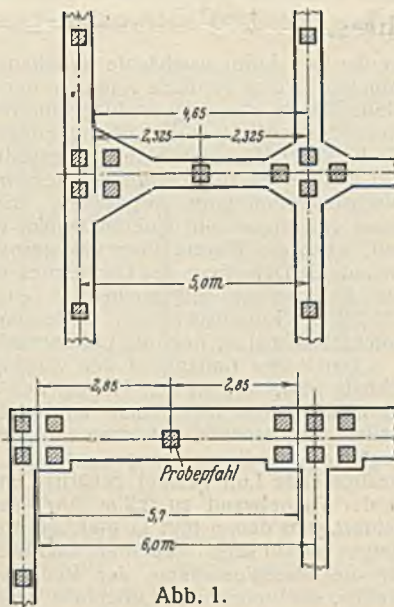


Abb. 1.

Das Prinzip bestand darin, den Probepfahl mittels eines Druckwasserhebetopfes gegen ein an zwei Pfahlgruppen verankertes Widerlager mit beliebigen hohen Drücken bis zu 100 t zu belasten. Man wählte zu diesem Zwecke auf dem Rammplan einige Stellen aus, an denen Pfahlgruppierungen, wie in Abb. 1 dargestellt, vorgesehen waren. Zunächst wurden nur die für die Verankerung erforderlichen, schraffiert gekennzeichneten acht Pfähle, sodann unter sorgfältiger Beobachtung seines Verhaltens beim Rammen der eigentliche Probepfahl in der Mitte zwischen den beiden Pfahlgruppen gerammt. Der Aufbau der Versuchseinrichtung sowie konstruktive Einzelheiten gehen aus Abb. 2 hervor. Der als Traverse über den Hebetopf gelegte schwere I-Träger war an den beiden Pfahlgruppen von je vier Pfählen durch Pendelgehänge derart verankert, daß völlig gleichmäßige Lastverteilung gewährleistet war. Da sonach der einzelne Pfahl nur mit $\frac{100}{8} = 12,5$ t Zug beansprucht wurde, war ein

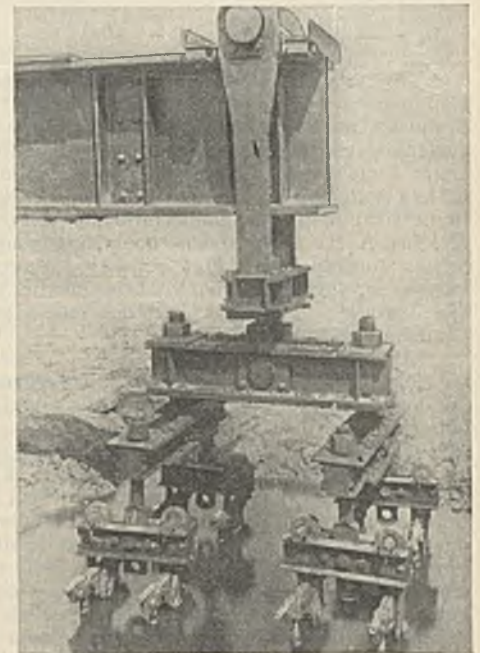


Abb. 3.

Herausziehen der Pfähle nicht zu befürchten. Die weitgehende Beweglichkeit der Pendelgehänge ermöglichte es ferner, sich allen Unregelmäßigkeiten in der Gruppierung der Zugpfähle anzupassen. Abb. 3 zeigt bei quadratischer Pfahlanordnung die Gehänge und Verankerungen an den Rundelseinlagen der Pfähle fertig angesetzt. Abb. 4 läßt die Gesamtanordnung der Versuchseinrichtung erkennen. Zum Zwecke größerer Sicherheit für den Versuchsausführenden rückte man Pumpenhebel und Entlastungsventil durch Stangenverlängerungen aus dem unmittelbaren

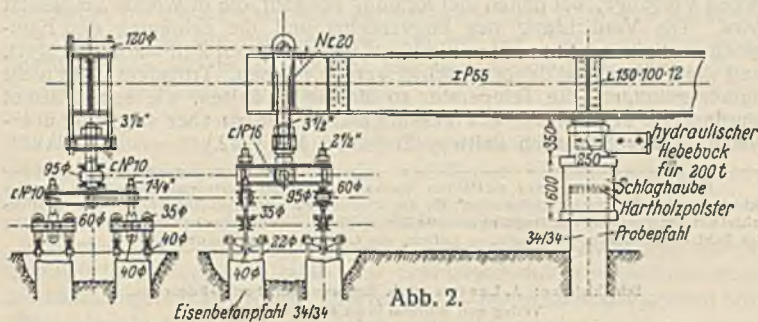


Abb. 2.

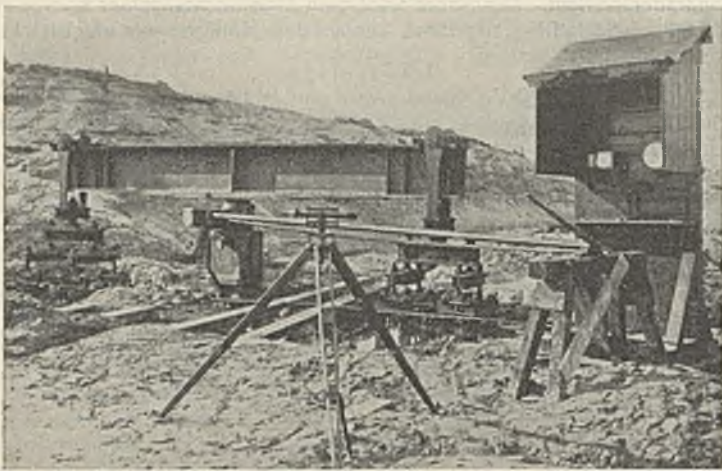


Abb. 4.

Bereich der unter Last stehenden Teile ab. Ein an den Pumpenzylinder angeschlossenes Registrier- und Anzeigemonometer gestattete jede beliebige Belastung einzustellen und deren Unveränderlichkeit zu überwachen. Zur Beobachtung der Eindringung des Probepfahles unter Last war an ihm ein Lineal befestigt, das von einem etwa 6 m entfernten Punkte aus annivelliert und in Beziehung zu einem Festpunkte gebracht wurde. Diese Art der Ablesung gestattete, Einsenkungen des Probepfahles mit einer Genauigkeit von $\pm 0,1$ mm festzustellen. Die Versuche wurden an drei Pfählen, die an verschiedenen Stellen des Baugeländes gerammt worden waren, vorgenommen und jeweils über 10 bis 20 Std. ausgedehnt. Eine Gegenüberstellung der Kosten für die Ausführung von drei Probelastungen einerseits durch Aufpacken von Ballastmaterial, andererseits mit Hilfe des „hydraulischen“ Verfahrens ergab, daß sich bereits bei der Vornahme von nur einer Probelastung die Anfertigung der geschilderten Versuchseinrichtung bezahlt macht. Naturgemäß wirkt sich die wirtschaftliche Überlegenheit bei der Vornahme von drei Belastungsversuchen noch viel hervorsteckender aus. Ferner ist nicht zu vergessen, daß Gerät

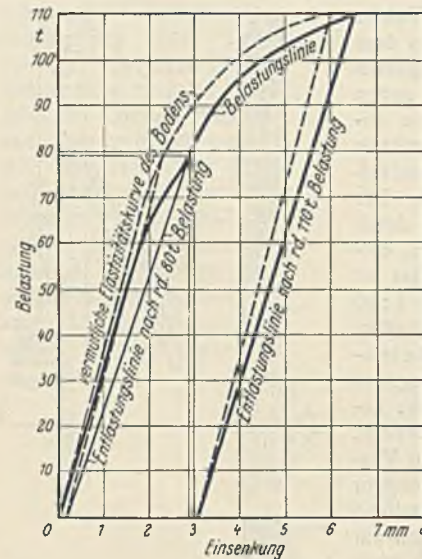


Abb. 5.

zeichnerisch aufgetragen; eine der Versuchskurven ist in Abb. 5 dargestellt. Ein Vergleich der verschiedenen Kurven zeigte, daß die Zunahme der Pfahleinsenkung bei sämtlichen Versuchen bis zu einer gewissen Grenze proportional zur Belastungssteigerung verlief. blieb die Beanspruchung innerhalb dieser Grenze, so ging die Einsenkung bei Entlastung des Pfahles fast restlos zurück; wurde jedoch diese Grenze überschritten, so verblieb eine der Überbelastung entsprechende, dauernde Einsenkung. Die Kurven unterschieden sich nur durch verschieden steilen Verlauf und verschiedene Lage der Proportionalitätsgrenze. Sämtliche Kurven wiesen an der gleichen Stelle, nämlich bei etwa 75 t Belastung, eine Unstetigkeit auf, die jedenfalls auf die Überlagerung der Elastizitätskurve des Betons (die bei etwa 70 kg/cm² ihren höchsten Wert annimmt) zurückzuführen ist. Der vermutliche Verlauf der Elastizitätskurve des Bodens allein ist in Abb. 5 gestrichelt angedeutet.

Vermischtes.

Der Deutsche Stahlbau-Verband, Berlin, hält seine diesjährige Hauptversammlung am 13. Juni d. J. im Landwehrkasino am Zoo in Berlin ab, und zwar nach dreijähriger Pause erstmalig wieder unter Hinzuziehung von Gästen. Die fachwissenschaftlichen Vorträge betreffen in erster Linie schweißtechnische Fragen. Ministerialdirektor Dr.-Ing. Ehr. Gährs spricht über das Schiffshebewerk Niederfinow unter besonderer Berücksichtigung stahlbautechnischer Einzelheiten. Geheimrat Prof. Dr.-Ing. A. Hertwig spricht über „Spannungsverlauf in Schweißnähten“. Seinen Ausführungen schließen sich Erörterungsbeiträge über versuchs-technische, wirtschaftlich-betriebstechnische und konstruktive Fragen an. Die Tagung wird am 13. Juni mit einem geselligen Beisammensein im Landwehrkasino geschlossen.

Die Lüftung der Londoner Untergrundbahn. Bei den älteren Londoner Untergrundbahnen waren zunächst keinerlei Vorkehrungen getroffen, um die Luft in den Tunnelröhren zu erneuern; man mochte sich wohl auf die lüftende Wirkung des Zuges verlassen haben, der, sich als Kolben, wenn auch nicht ganz dicht, in einem Zylinder bewegend, die Luft vor sich her drückt und hinter sich ansaugt. Beim elektrischen Betrieb entstehen ja auch keine unatembaren Gase wie beim Dampftrieb oder in den neueren, nur von Kraftwagen befahrenen Straßentunneln in den Vereinigten Staaten. Bald aber stellte sich heraus, daß die Luft im Untergrundbahntunnel sich stark erwärmte, und es erwies sich als nötig, sie zu kühlen. Dies geschah dadurch, daß in der nächtlichen Betriebspause Frischluft von einem Ende her in den Tunnel gedrückt wurde. Die Luft erwärmte sich aber am Anfang ihres Weges im Tunnel so, daß sie auf dem übrigen Teile wirkungslos blieb. Der Tunnel wurde daher für die Lüftung in Abschnitte geteilt, indem fast an allen Haltestellen Lüfter eingebaut wurden. Auf diese Art blieb die Wärme im Tunnel erträglich, aber der Kraftbedarf wurde sehr erheblich.

Bei den späteren Untergrundbahnen wurden von vornherein die nötigen Maßnahmen zur Lüftung getroffen. Meist arbeitete man so, daß Luft in den Tunnel gedrückt wurde, was aber die Unannehmlichkeit zur Folge hatte, daß den Fahrgästen in den Zugängen zu den Haltestellen ein Luftstrom entgegenkam. Man arbeitet daher neuerdings mehr mit Saugluft. Der Luftbedarf ist von 1927 bis 1931 von 33000 auf 61000 m³/min gestiegen.

Bei der Verlängerung der Piccadilly-Strecke nach Norden um eine Strecke von etwa 6,5 km hat man besonderen Wert auf die Lüftung gelegt; die Luft wird in der Stunde viermal erneuert. Der Tunnelbau wurde mit großer Eile betrieben, zeitweilig waren 24 Druckluftschilde im Betrieb, und es mußten deshalb außer an den Haltestellen eine Anzahl Schächte angelegt werden, um den Ausbruch abzuführen. Drei von ihnen, ungefähr in der Mitte zwischen je zwei Haltestellen gelegen,

werden als Lüftungsschächte erhalten. Sie haben 3,6 m Durchm. und münden in eine seitliche Kammer der einen Tunnelröhre, die an dieser Stelle durch einen Querschlag mit der anderen verbunden ist. Über diesen Schächten werden Lüftungsanlagen errichtet, die mit je zwei Lüftern für 2000 m³ Minutenleistung ausgestattet sind. Die Luftgeschwindigkeit soll dabei niemals 366 m/min überschreiten. Zum Antrieb sind 30-PS-Wechselstrommotoren vorgesehen. Die Lüfter machen 480 Umdreh./min. Einer von ihnen soll dauernd laufen, während der andere nur eingreifen soll, wenn die Wärme über das gewollte Maß steigt. Besonderer Wert ist auf die Dämpfung des Geräusches der Lüfter gelegt worden. Während die Anlagen im allgemeinen in eingeschossigen Häusern von etwa 13×12 m Grundfläche mit Lüftungsaufsätzen auf dem flachen Dach untergebracht sind, liegt die Lüftungsanlage im Finsbury-Park unterirdisch.

Damit der Luftzug in den Zugängen zu den Haltestellen nicht zu lebhaft wird, sind in den Haltestellen noch Schächte von 1,5 m Durchm. vorhanden, von denen man annimmt, daß durch sie mindestens die Hälfte der Frischluft zuströmen wird, so daß die dem Verkehr dienenden Zugänge von dieser Menge entlastet sind. Die durch diese Schächte einströmende Luft gelangt zunächst unter den Bahnsteig und wird dann in der Tunnelwand zu 2,2 m über dem Bahnsteig liegenden Auslässen geführt, von denen fünf in gleichen Abständen über die Länge des Bahnsteiges verteilt sind. Außerdem sind noch besondere Lüftungsvorrichtungen für die Maschinenräume der Rolltreppen, für die Aborte und andere Stellen, die vermehrter Luftzufuhr bedürfen, vorgesehen.

Untersuchungen der Luft in den Londoner Untergrundbahnen haben ergeben, daß sie nicht mehr Kohlensäure enthält als die Außenluft; Kohlenoxyd fehlt ganz. Sie ist auch verhältnismäßig keimfrei, was auf ihre Trockenheit zurückgeführt wird. Nur erwärmt sie sich ziemlich stark, verursacht durch das Zusammendrängen so vieler Menschen und durch die betrieblichen Vorgänge, bei denen viel Reibung entsteht, die in Wärme umgesetzt wird. Die Verdichtung des Zugverkehrs und die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit haben diese Einflüsse in der letzten Zeit stark gesteigert, und die Lüftung hat daher verstärkt werden müssen. Trotzdem ist es nicht immer gelungen, die Temperatur so niedrig zu halten, wie es angestrebt wurde. Die Verhältnisse auf diesem Gebiete werden aber sorgfältig überwacht. (Mitgeteilt nach Railway Engineer, Mai 1932.) Wkk.

INHALT: Einbau eines verstellten Stab Bogens zwischen bestehende Widerlager usw. — Schwimmender Greifbagger „Dörverden“ für die Wasserstraßendirektion Hannover. — Neues Hilfsmittel zur Untersuchung der Tragfähigkeit von Rammpfählen. — Vermischtes: Hauptversammlung des Deutschen Stahlbau-Verbandes. — Lüftung der Londoner Untergrundbahn.

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