

# DIE BAUTECHNIK

10. Jahrgang

BERLIN, 4. November 1932

Heft 48

## Die Bekämpfung betriebstörender Strömungen im Unterhafen der Schleuse Spandau.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Regierungsbaurath Wilhelm Schumacher, Potsdam.

Bei eng benachbarter Lage von Schleusen und Flutgerinnen ergeben sich bekanntlich oft Störungen für den Schiffahrtbetrieb in den Schleusenvorhöfen durch schädliche Kräfte des strömenden Wassers. Während bei der oberen Abzweigung des Vorfluters von der Schiffahrtstraße meist eine ausreichende Bemessung des Gerinnes genügt, um die Strömungsgeschwindigkeit in unschädlichen Grenzen zu halten, treten unterhalb der Staustufe infolge des Wehrgefälles unangenehme Wirbel und Querströmungen auf.

lichen Anstalt mit genauen Messungen erwünscht gewesen, aber leider standen die erforderlichen Geldmittel im Rahmen dieses kleinen Ersatzbaues nicht zur Verfügung. Es wurden daher behelfsmäßig rohe Modellversuche im Eigenbetriebe des Wasserbauamtes Potsdam durchgeführt, deren wichtigste Ergebnisse im folgenden kurz geschildert sind:

Das Modell wurde einfach dadurch hergerichtet, daß auf einer aus gespundeten Bohlen bestehenden Plattform die Begrenzung des Unterhafens der Spandauer Schleuse mit ihrem Leitwerk im Maßstabe 1:25

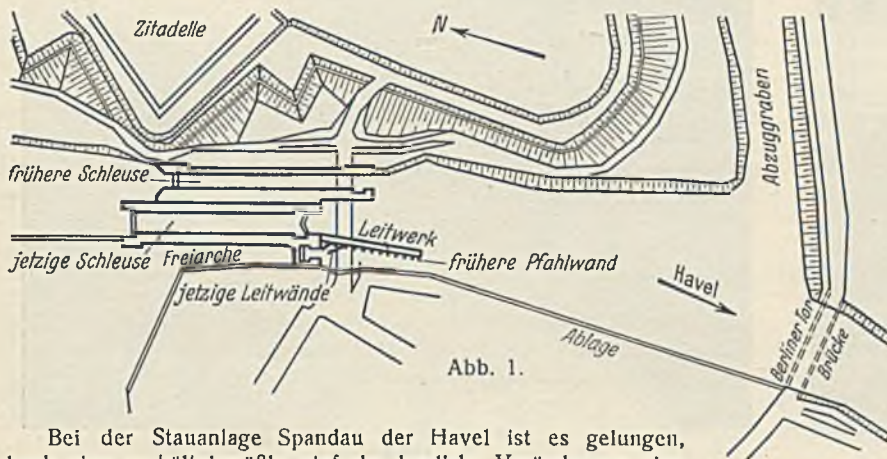


Abb. 1.

Bei der Stauanlage Spandau der Havel ist es gelungen, durch eine verhältnismäßig einfache bauliche Veränderung eine wesentliche Verbesserung gegenüber dem bisherigen, unbefriedigenden Zustande zu schaffen. Da der Frage der Bekämpfung solcher, den Schiffahrtbetrieb störender Strömungen eine allgemeinere Bedeutung zukommt und jetzt nach dreijährigem Bestehen der Anlage über ihre Bewährung ein Urteil abgegeben werden kann, dürfte eine kurze Mitteilung darüber nicht unerwünscht sein.

Neben der im Rahmen der Erbauung des Hohenzollern-Kanals im Jahre 1911 fertiggestellten Schleuse Spandau mußte aus Platzmangel in unmittelbarer Nachbarschaft ein Freigerinne mit Segmentwehr von 6 m Breite und einer Höchstleistung von 30 sek/m<sup>3</sup> angeordnet werden (Abb. 1). Ein zweites Gerinne mit derselben Leistungsfähigkeit konnte in weiterer Entfernung östlich der Zitadelle untergebracht werden.

Es war damals nicht verkannt worden, daß die schleusenden Schiffe bei ihrer Ein- und Ausfahrt in die Schleusenkammer durch das wild ausströmende Wasser der Freiarache behindert werden würden; man hatte daher als Schutz in der rückseitigen Flucht des Leitwerkes eine dichte Pfahlreihe gerammt. Diese Maßnahme hatte auch den Erfolg, daß das aus der Wehröffnung strömende Freiwasser von der Toreinfahrt zunächst ferngehalten wurde. Man hatte aber zu jener Zeit, als die Erforschung verwickelter Strömungsverhältnisse durch Modellversuche noch nicht den heutigen Stand erreicht hatte, nicht vorausgesehen, daß andere störende Strömungserscheinungen im unteren Vorhafen auftreten würden. Am Ende des Leitwerkes floß nämlich das Wasser, das bis zu diesem Punkte scharf zusammengehalten wurde, unter Bildung walzenartiger Wirbel in das Hafenbecken aus. Die bergwärts verkehrenden Fahrzeuge wurden je nach der Stärke der Wasserführung des Flutgerinnes mit mehr oder minder größerer Wucht mit dem Bug gegen den Leitwerkskopf gedrückt; ferner konnten sie beim Einspinnen in die Schleusenkammer nur schwer vor Zusammenstoßen mit dem Mauerwerk des Schleusenhauptes oder den Stemmtoren bewahrt werden. Auch für „Selbstfahrer“ war die Innehaltung eines gestreckten Kurses bei der Ein- und Ausfahrt schwierig. Die störenden Strömungen sind in Abb. 2 veranschaulicht. Für die Unterhaltung des Leitwerkes mußten nicht unerhebliche Geldmittel aufgewendet werden.

Als daher im Jahre 1928 das hölzerne Leitwerk des Unterhafens abgängig wurde und durch ein neues ersetzt werden mußte, wurde versucht, die Betriebsverhältnisse zu verbessern. Anregungen gaben dazu die Ergebnisse von Modellversuchen für größere Neuanlagen, die in der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin in den vorhergegangenen Jahren durchgeführt worden waren.

Bei der allgemeinen Bedeutung, die der Frage beizumessen ist, wären zweifellos auch im vorliegenden Falle Modellversuche einer wissenschaft-

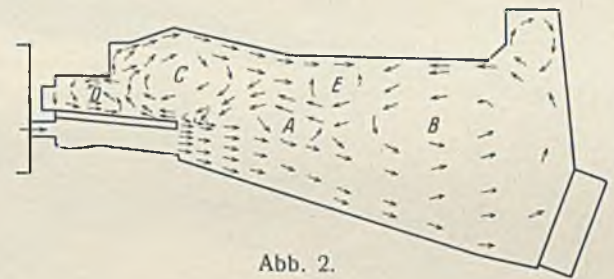


Abb. 2.

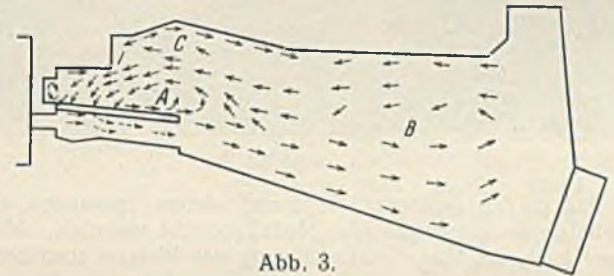


Abb. 3.

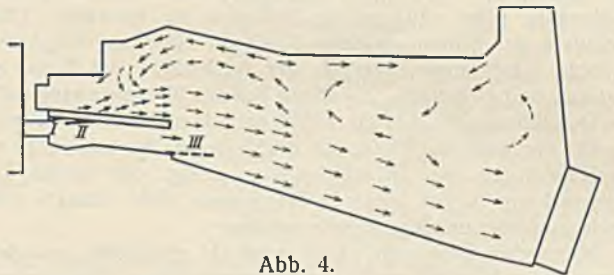


Abb. 4.

nachgebildet wurde. Das Wasser wurde über einen Überfall zugeführt, der aus einem ausreichend bemessenen Speicherbehälter mit zwischengeschaltetem Beruhigungsbecken gespeist werden konnte, und zwar in einem solchen Umfange, daß für die Versuchsaufnahmen stets ein Beharrungszustand erreicht wurde.

Die auftretenden Strömungen wurden durch profilmäßige Färbungen zu Erscheinung gebracht und in Skizzen festgehalten. Die wichtigsten sind in Abb. 2 bis 4 wiedergegeben.

Mit den nur rohen Hilfsmitteln ist es naturgemäß nicht gelungen, vollständige, in allen Einzelheiten zusammenhängende Strömungsbilder zu erhalten. Die wesentlichsten und kräftigsten Strömungen konnten aber deutlich erkannt werden. In Abb. 2 bis 4 sind diese versuchsmäßig erfaßten Strömungen durch Pfeile aus vollen Strichen dargestellt. Zur besseren Veranschaulichung sind kleine, aus der Natur der Sache sich ergebende Ergänzungen in gestrichelten Pfeilen angedeutet worden.

Zunächst wurden die Strömungsverhältnisse untersucht, die bei der bisherigen Ausbildung des Leitwerkes mit einer rückseitigen dichten Pfahlwand auftraten. In Abb. 2 sind die bei dem betreffenden Versuch festgestellten Wasserwirbel in Form von Walzen mit senkrechter Achse veranschaulicht. Daß auf der Vorderseite des Leitwerkes Quer- und Rückströmungen vom Freigerinne her auftraten, war aus der Beobachtung der Natur bekannt. Der Modellversuch gab weitere Aufklärungen. Er ließ deutlich erkennen, daß sich von dem aus dem Wehrgerinne herausströmenden Wasser kurz unterhalb der dichten Leitwerkwand eine schmale, aber kräftige Walze A ablöste, während unterhalb eine größere Walze B

entstand. Die Rückströmungen beider Walzen vereinen sich zu einem kräftigen, rückwärtigen Strom längs der Vorderseite des Leitwerks, der abermals Walzen bei C, D und E verursacht.

Das Strömungsbild erklärt vollständig die bereits eingangs erwähnten, für die Fahrzeuge schädlichen Kräfte, die den Anprall gegen den Leitwerkskopf verursachen und beim Einspülen die Abweichungen vom gestreckten Kurs hervorriefen.

Die nächste Untersuchung galt den Verhältnissen, die beim Weglassen der rückseitigen Trennungswand entstehen würden. Abb. 3 stellt den entsprechenden Strömungszustand dar. Das Wirbelbild ist einfacher als im vorhergehenden Falle. Die Walzen D und E sind weggefallen. Die Walze A tritt schon am Leitwerk auf, und ihr Rückstrom durch das Leitwerk bildet mit der Walze B, die einen größeren Umfang angenommen hat und sich bis zur Schleuse ausdehnt, zusammen eine recht unangenehme Querströmung vor der Schleuseneinfahrt. Eine auf den Leitwerkskopf gerichtete Querströmung ist nicht mehr erkennbar. Die Walze C beschränkt sich auf die östliche Ausbuchtung des Hafens und hat an Bedeutung verloren.



Abb. 5.

wird durch die Wand I eine schädliche Sogwirkung verhindert und das Wasser bei allmählicher Querschnittvergrößerung des Teilgerinnes in den Vorhafen abgeleitet. Die störende Walze A der Abb. 3 ist nicht mehr erkennbar.

Eine leichte Verbesserung schien noch eine Leitwand III zu bewirken, die in Abb. 4 gestrichelt angedeutet worden ist. Auf die Anordnung in der Natur mußte verzichtet werden, weil sie die Benutzung einer anschließenden Ablage erschwert hätte.

Da praktische Bedenken gegen die Übertragung des Versuchsergebnisses in die Natur nicht bestanden, wurden die Leitwände I und II hergestellt, und zwar durch das Rammen von Peiner Walzeisen mit dazwischen gespannten Holztafeln. Abb. 5 u. 6 veranschaulichen die Anordnung der Leitwände und ihre Wirkungsweise.

Der praktische Erfolg stimmte mit den Ergebnissen des Modellversuches



Abb. 6.

Für die zu treffenden Gegenmaßnahmen entstanden, meist durch Ergebnisse bekanntgewordener Modellversuche veranlaßt, eine Reihe von Vorschlägen, die teils eine Beruhigung des Wassers anstrebten, teils das Ziel hatten, das aus dem Freigerinne ausströmende Wasser möglichst gleichmäßig über den ganzen Vorhafen zu verteilen. Die Versuchsergebnisse des Strömungsbildes 3 wiesen aber den Weg, der das beste Ergebnis später hatte, nämlich der Ausbildung der Walze A entgegenzuwirken, und zwar dadurch, daß ein Teil des Wassers zwangsläufig kurz nach dem Durchfließen des Wehres seitlich nach dem Unterhafen abgelenkt wurde.

Bei der Wahl der Einbauten mußte ferner berücksichtigt werden, daß die Herstellung von Grundschwellen u. dgl. der hohen Kosten einer Wasserhaltung wegen nicht in Frage kam, daß vielmehr einfache Leitwände am zweckmäßigsten sein würden.

Mehrfaches Probieren ergab dann als günstigste, mit den einfachen Versuchsmitteln nicht mehr verbesserungsfähige Strömungsverhältnisse, wie sie in Abb. 4 dargestellt sind.

Die Leitwand II teilt von dem ausfließenden Freiwasser etwa  $\frac{1}{3}$  scharf ab und führt es durch das Leitwerk seitlich dem Vorhafen zu. Dabei

überein. Beschädigungen des Leitwerkes sind nicht mehr vorgekommen, und schädliche Strömungswirkungen auf Schiffsbewegungen sind bei mittlerer Wasserführung nicht mehr bemerkbar. Bei Hochwasser bleiben sie in durchaus erträglichen Grenzen.

Die Kosten des Modellversuches spielen gegenüber der Ersparnis, die sich durch den Wegfall der auf rd. 12 000 RM seinerzeit veranschlagten Wand von 145 Pfählen ergab, keine Rolle. Die Herstellung der Leitwände hat rd. 2500 RM gekostet. Der Hauptwert der neuen Vorrichtung ist aber in der Verbesserung der Betriebsverhältnisse und in der Ersparnis der Unterhaltungskosten des Leitwerks zu erblicken.

Der rohe Modellversuch hat für die Schleusenanlage Spandau mit den verhältnismäßig einfachen Betriebsverhältnissen einer Einzelschleuse von 69 m nutzbarer Kammerlänge ein brauchbares Ergebnis gehabt. Es ist aber nicht zu verkennen, daß bei feineren, wissenschaftlicheren Methoden, insbesondere bei der Messung der auf die Fahrzeuge wirkenden Strömungskräfte, genauere Ergebnisse erzielt werden, und daß bei verwickelteren Betriebsverhältnissen, wie sie Schlepplug- und Doppelschleusen aufweisen, auf solche nicht verzichtet werden sollte.

Alle Rechte vorbehalten.

## Beseitigung von Schäden an der Talbrücke bei Müngsten.

Von Reichsbahnoberrat Leopold, Wuppertal-Elberfeld.

An der bekannten großen Talbrücke bei Müngsten, durch Abb. 1 dem Leser ins Gedächtnis zurückgerufen, haben sich im Laufe der Jahre Zerstörungerscheinungen an den Auflagerpunkten der Querträger gezeitigt, die es erforderlich machten, durch eine Umänderung in der Durchbildung dieser Punkte Abhilfe zu schaffen. Im folgenden sollen die nach Art

und Umfang nicht gewöhnlichen Zerstörungen beschrieben werden, sowie die Lösung, die die Reichsbahndirektion Wuppertal zwecks Behebung der Mängel zur Ausführung bringen ließ.

Das geometrische Liniennetz der Eisenkonstruktion zeigt Abb. 2. Der Überbau setzt sich zusammen aus einem Mittelbogen von 160 m innerer und 180 m äußerer Stützweite, der das Tal der Wupper in rd. 106 m Höhe überspannt, und aus beiderseits anschließenden Gerüstbrücken auf den Talhängen, bestehend aus Öffnungen von 30 und 45 m Stützweite mit dazwischenstehenden Gerüstpfeilern von 15 m Längsbreite. Über den Bogenwiderlagern stehen ebenfalls Gerüstpfeiler, außerdem über dem Bogen in je 30 und 15 m Abstand Pendelstützen, über die sich die Gerüstbrücken in gleicher Anordnung wie an den Talwänden über die ganze Bogenlänge fortsetzen. Alle Gerüstbrücken haben

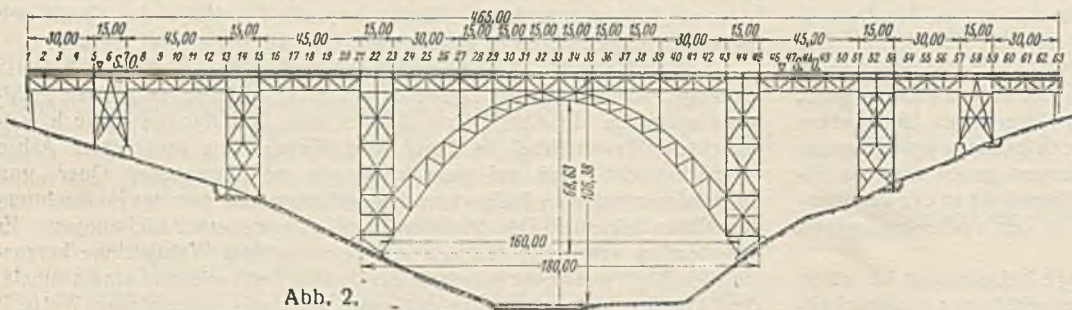


Abb. 2.

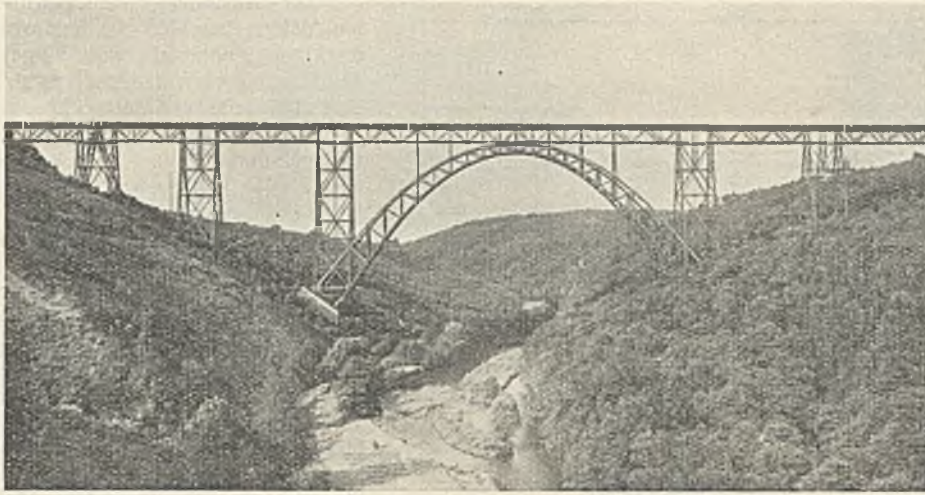


Abb. 1.

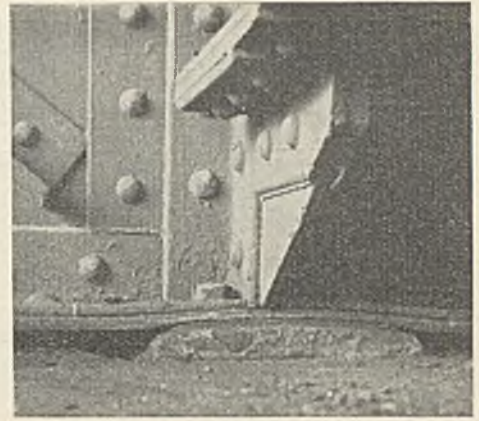


Abb. 4.

Fachwerkhauptträger von 6,00 m Systemhöhe, 5,00 m Achsabstand und 7,50 m Feldweite.

Die Fahrbahnquerträger ruhen in den Knotenpunkten der Obergurte der Gerüstbrücken auf Tangentialklipplagern auf; es sind Blechträger von 1090 mm Stegblechhöhe. Sie tragen die vier Schwellenträgerstränge, die ebenfalls aus Blechträgern von 900 mm Stegblechhöhe bestehen, deren

der Pfeilerquerwände bzw. des Endquerrahmens der Gerüstbrücken eine Mittelunterstützung erhielten und dadurch zu Trägern auf drei Stützen umgewandelt wurden (Abb. 3b).

An den Querträger-Auflagerpunkten machte sich allmählich folgende Zerstörung bemerkbar:

Die waagerechten Schenkel der Untergurtwinkel einschließlich der Verstärkungsplatte bogen sich über dem Tangentialklipplager krumm und nahmen allmählich eine Form an, wie sie aus der am Bauwerk selbst aufgenommenen Abb. 4 ersichtlich ist. Der Querträgeruntergurt hat sich der Wölbung des unteren Lagerkörpers vollständig angepaßt. Die Ursache dieser Erscheinung lag in zu schwacher Ausbildung der Auflagerpunkte, die den auftretenden Biegungs-, Stoß- und Schlagwirkungen nicht gewachsen waren. Durch die Lage der Längsträgeranschlüsse über den Querträgerauflagern kamen die Raddrücke ohne die abfedernde Wirkung der Querträger unmittelbar auf die Auflagerpunkte. Der sehr steife kontinuierliche Anschluß der 7,50 m weit gestützten Längsträger an die Querträger begünstigte das Entstehen negativer Auflagerdrücke, wie in Abb. 5 verzerrt dargestellt ist. Der Zug hat das Feld a erreicht, Querträger 2 verdreht sich, Querträger 3 hat das Bestreben sich abzuheben.

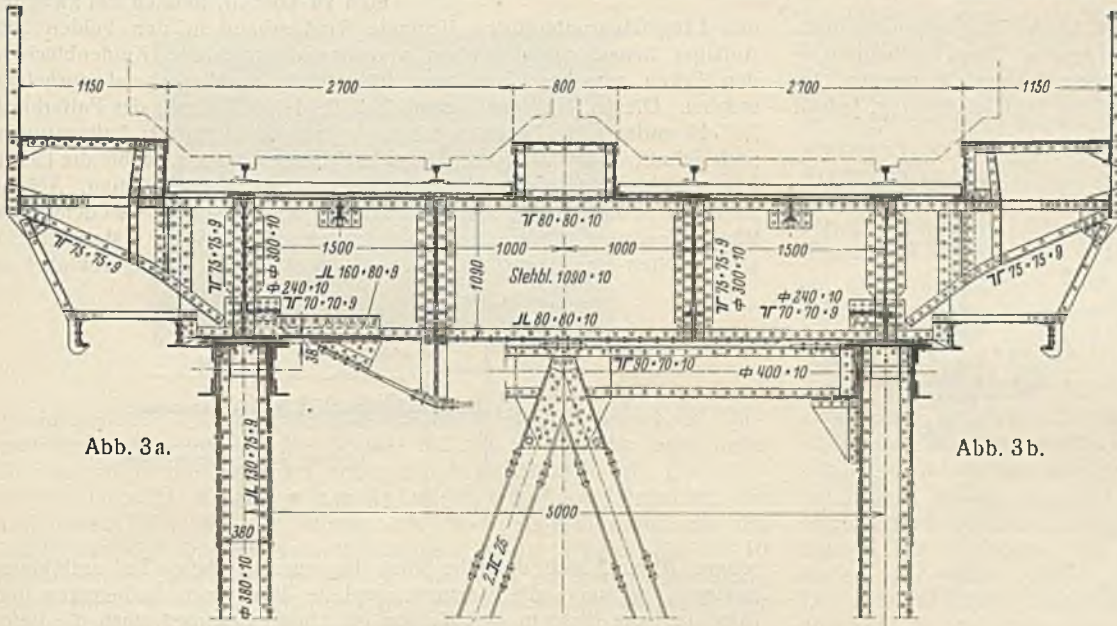


Abb. 3a.

Abb. 3b.

äußere gerade über den Achsen der Hauptträger liegen. Die Tangentialklipplager bestehen aus einer gewölbten, 200 · 28 mm starken Flußeisenplatte, die mit dem Obergurt der Fachwerkträger vernietet ist, während der Querträgeruntergurt nur durch eine aufgenietete Platte 180 · 10 mm verstärkt ist, die die Auflagerkräfte in den Querträger überträgt. Vier Schrauben halten die Lagerteile zusammen. Der Auflagerpunkt ist aus-

Das Spiegelbild entsteht, wenn die letzten Achsen des Zuges über Feld b hinwegrollen: Querträger 2 verdreht sich entgegengesetzt, bei Querträger 1 entstehen negative Auflagerdrücke. Die Fahrbahn führt schwingende Bewegungen aus; wie eine Welle läuft sie vor und hinter dem Zuge her. Durch die geschilderte Verdrehung der Querträger wurde das Hochbiegen der waagerechten Schenkel der Querträgeruntergurtwinkel einschließlich der Verstärkungsplatte eingeleitet (Abb. 6). Die Halteschrauben wurden gestreckt und gaben nach. Beim Tangentialklipplager überträgt sich der Druck theoretisch in einer Linie. Diese Linie wurde erheblich verkürzt, da ja die hochgebogenen waagerechten Schenkel mit der Verstärkungsplatte ausfielen. Das Querträgerstegblech und die senkrechten Schenkel der Untergurtwinkel, die nach oben nicht ausweichen konnten, da sie sich gegen das Futterblech 240 · 10 legten (Abb. 6), hatten in immer stärkerem Maße die Druckübertragung allein zu übernehmen. Es bildeten sich in den Winkeln durchgehende Risse längs den Kehlen. Das Stegblech mit den senkrechten Winkelschenkeln fraß sich in die Verstärkungsplatte ein, wobei die Teile an den aufeinanderliegenden Stellen zerleben wurden. Auf diese Weise senkte sich der Querträger mehr und mehr, die zunächst kleinen Spielräume vergrößerten sich ständig, so daß schließlich ein stärkeres Abheben eintrat (Querträger 3 in Abb. 5), was die mittlerweile völlig verformten und gelockerten vier schwachen Halteschrauben nicht verhindern konnten. Jetzt kam die — weil unmittelbar — besonders starke Hammerwirkung der über die schwebenden Querträger rollenden Lasten hinzu, um das Übel weiter zu verschlimmern, wobei diese Wirkung noch erhöht wurde durch die beim Befahren eintretende Durchbiegung der Gerüstbrücken selbst. Die waagerechten Schenkel der Untergurtwinkel wurden soweit emporgetrieben, daß sie von den Längsträgeranschlußwinkeln an der unteren Einpassung zum Teil völlig durchschnitten wurden

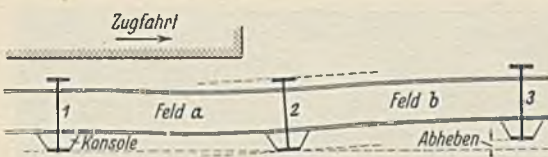


Abb. 5.

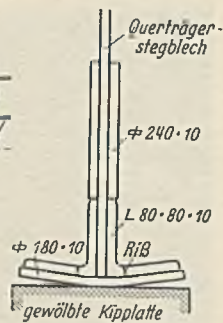


Abb. 6.

gesteift durch vier Winkel 75 · 75 · 9, die zwischen Obergurt- und Untergurtwinkeln der Querträger in voller Höhe durchgehen, oben und unten scharf eingepaßt sind und gleichzeitig unter Zuhilfenahme kleiner in Abb. 4 sichtbarer Konsolen zum Anschluß der äußeren Längsträger dienen. Zur weiteren Versteifung des Auflagerpunktes und zur Ausfüllung des Zwischenraumes zwischen Längsträgeranschlußwinkeln und Querträgerstegblech sind Verstärkungsbleche 300 · 10 und 240 · 10 vorhanden (Abb. 3).

Im Jahre 1914 fand eine Verstärkung der Querträger für schwerere Belastungen statt. Hierbei erhielten die normalen Querträger innerhalb der Gerüstbrücken Sprengwerke aus Flacheisen 220 · 25 (Abb. 3a), während

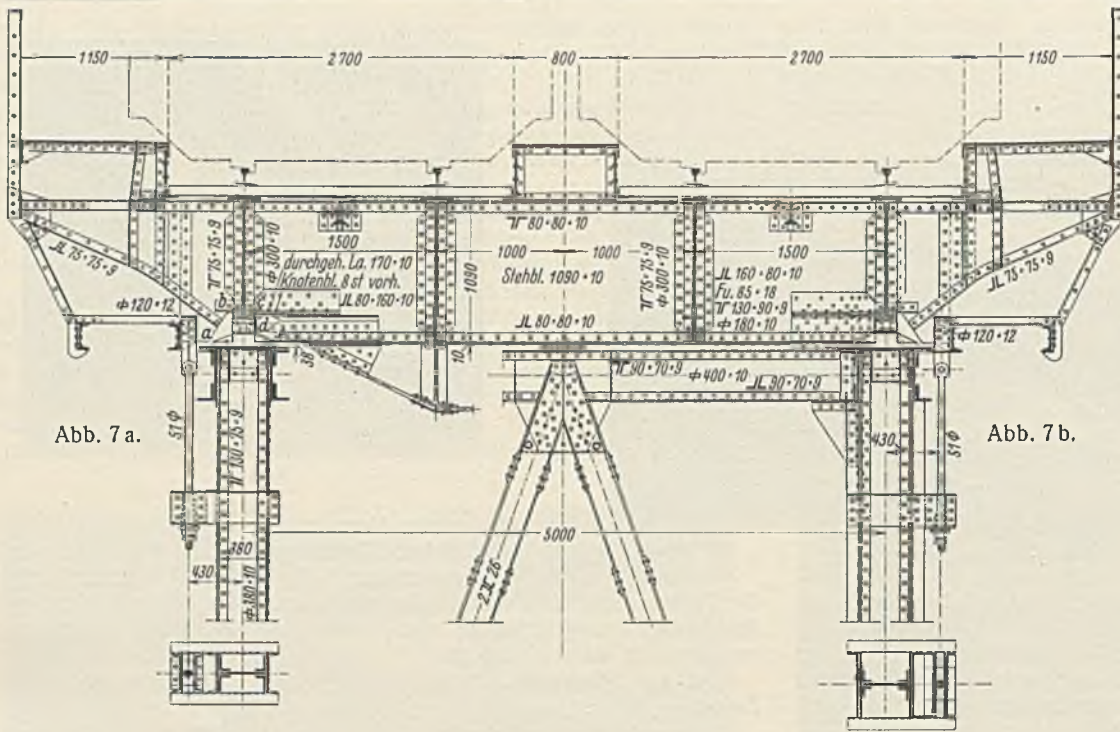


Abb. 7a.

Abb. 7b.

Zur Abstellung der geschilderten Mängel beschloß die Reichsbahndirektion Wuppertal nach eingehender Prüfung verschiedener, zum Teil durch Modelle erläuteter Lösungen, den nachstehend beschriebenen Vorschlag durch die Brückenbauanstalt Hein, Lehmann & Co. AG, Düsseldorf, ausführen zu lassen (Abb. 7 u. 8). Die Ausführung wurde in durchgreifender Weise vorgenommen, indem die bisher nur aus verhältnismäßig dünnen Blechen und Winkeln gebildeten Auflagerungen durch kräftige Stahlgußlager ersetzt und dabei gleichzeitig die zerstörten Teile der Untergurtwinkel, des Stegbleches, die Verstärkungsplatte und das Kipplager nach Schnitt *a-b-c-d-e* (Abb. 7 u. 8) entfernt wurden. Vorher wurde eingleisiger Betrieb eingerichtet; das jeweilig in Angriff genommene Querträgerauflager wurde dadurch entlastet, daß die Längsträger zu beiden Seiten des Querträgers auf die Obergurte der Gerüstbrücken abgeklotzt wurden. Um an das Lager herankommen zu können, mußten der zwischen

(in Abb. 4 deutlich zu sehen) und die Eindrücke der Längsträgeranschlußwinkel sich bereits auf der Verstärkungsplatte zeigen. Diese Erscheinungen sind mehr oder weniger bei allen Querträgern festgestellt worden, im Durchschnitt stärker bei denen mit nachträglicher Mittelabstützung, jedoch

den Längsträgeruntergurten liegende Windverband in den beiden dem Auflager benachbarten Feldern und das dazugehörige Knotenblech in den Ecken zwischen Quer- und Längsträger vorübergehend ausgebaut werden. Diesen Bauzustand zeigt Abb. 9. Hierauf wurde das Futterblech 240-10 entfernt, die Längsträgerkonsolen ausgebaut und der Auflagerpunkt nach Schnitt *a-b-c-d-e* (Abb. 7 u. 8) ausgeschnitten, wobei die Längsträgeranschlußwinkel unterhalb der Kante *b-c* ebenfalls fortfielen. Abb. 10 stellt diesen Zustand dar. In Abb. 11 u. 12 ist ein solches aus dem Querträger herausgeschnittenes Stück wiedergegeben. In Abb. 11 sind die Einschnittstellen der Längsträgeranschlußwinkel in die Untergurtwinkel zu

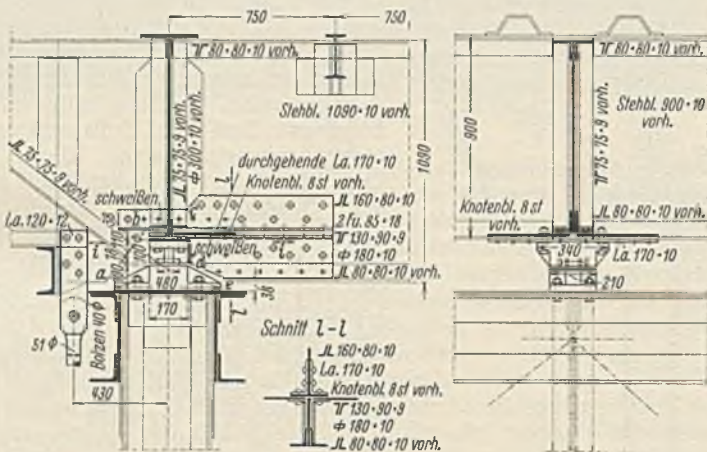
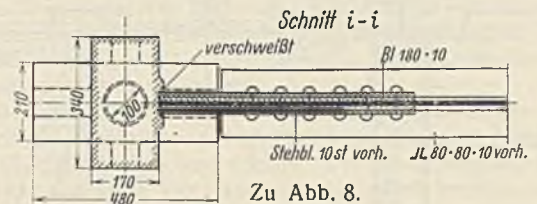


Abb. 8.

auch bei den dazwischenliegenden, durch Sprengwerke verstärkten Querträgern teilweise sehr weit vorgeschritten. Abb. 4 zeigt auch, daß man versucht hat, durch Einlegen von Blechen zwischen die Auflagerteile Abhilfe zu schaffen, doch konnte diese Maßnahme natürlich die Zerstörung nicht aufhalten.



Zu Abb. 8.

sehen. Abb. 12 stellt dasselbe Stück dar, nur den oberen Teil nach hinten geklappt, während die Verstärkungsplatte ihre Lage beibehalten hat. Man sieht die Risse in den Kehlen der Untergurtwinkel, auch die tiefen Eindrücke des Stegbleches in die Verstärkungsplatte. Das Stegblech war in der Nähe des Auflagerpunktes vielfach gerissen und in kleine Stücke zersprungen, die einzeln herausfielen. Auch die Eindrücke der senkrechten Schenkel der Untergurtwinkel in die Verstärkungsplatte sind in Abb. 12 gut zu sehen, ebenso die sehr tiefen Rostangriffstellen zwischen Ober- und Unterteil.

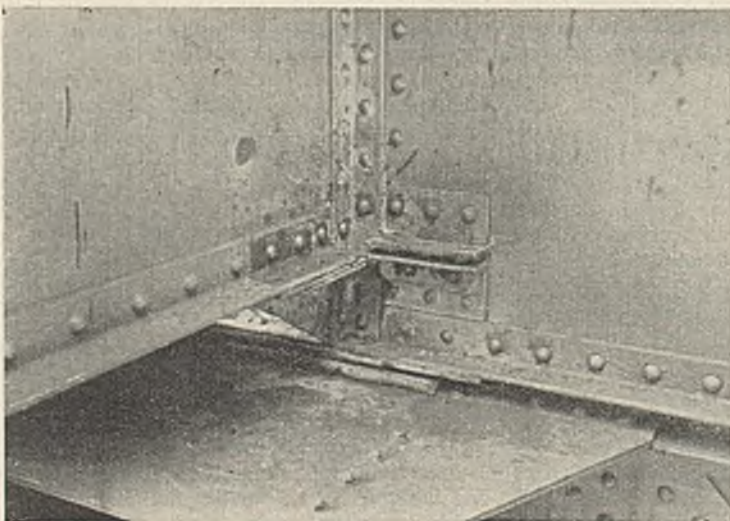


Abb. 9.

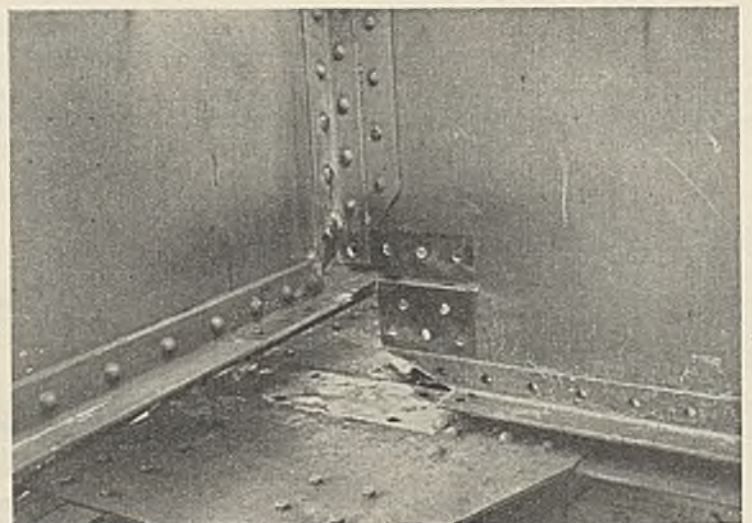


Abb. 10.

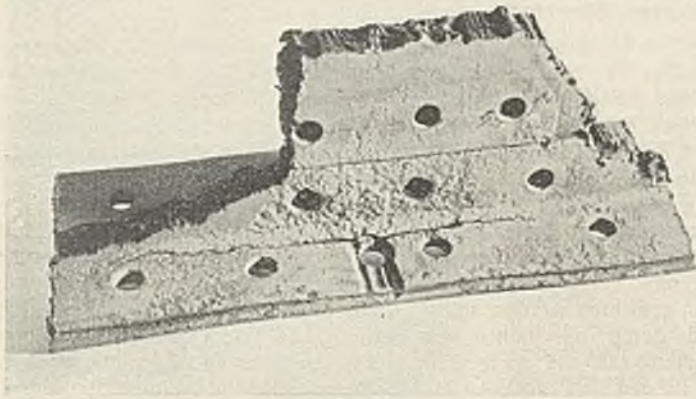


Abb. 11.

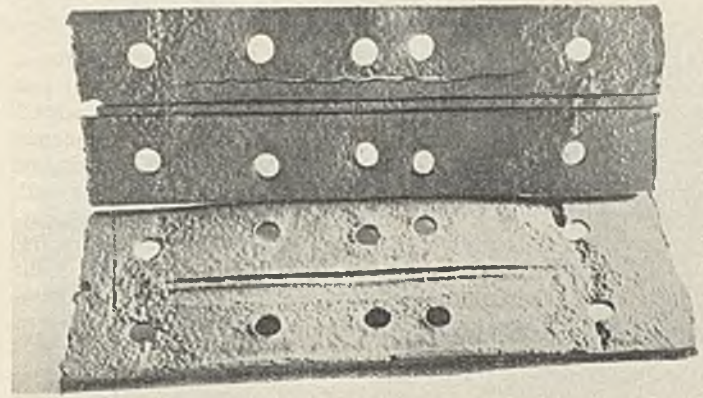


Abb. 12.

Die neuen Stahlgußauflager konnten jetzt eingebaut werden. Ein solches Lager ist in Abb. 13 dargestellt. Um sowohl den Durchbiegungen der Querträger wie auch der Längsträger folgen zu können, sind die Lager als Kugelkipplager ausgebildet. Der untere Lagerkörper mit der Kugelkalotte hat eine Höhe von 138 mm, der obere von 90 mm. An Stelle der Längsträgerkonsolen wurde durch Laschen 170·10 eine durchgehende Verbindung der Längsträgeruntergurte geschaffen (Abb. 8 rechts). Als Ersatz für die abgeschnittenen, über das Auflager nicht mehr

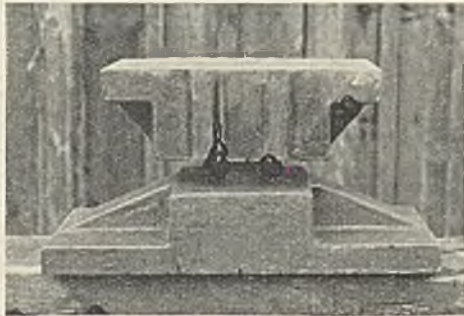


Abb. 13.

durchgehenden Querträgeruntergurtwinkel wurden entsprechend angenommene ungleichschenklige Winkel 160·80·10 über das Lager unter die Längsträgeranschlußwinkel untergeschoben (Abb. 8 links). Die senkrechten Flansche wurden mit dem Querträgerstegblech vernietet, die abstehenden Flansche an Winkel 130·90·9 angeschlossen, um die Kräfte aus den Querträgeruntergurtwinkeln in die Winkel 160·80·10 hineinzuleiten (Schnitt *l-l* in Abb. 8). Zur noch sichereren Überleitung dieser Kräfte wurde der Querträgersteg aus fünf Blechdicken längs der Kante *c-d* mit dem Lageroberteil verschweißt, wozu dieser zwei seitliche Rippen erhalten hatte (Schnitt *i-i* in Abb. 8). Die abgeschnittenen Längsträgeranschlußwinkel wurden ebenso nach sorgfältigem Abschleifen der Brennkanten mit den untergeschobenen, über das Lager durchgehenden Winkeln 160·80·10 stark verschweißt. Abb. 14 zeigt den Auflagerpunkt nach dem Einbau der neuen Teile.

Für die Querträger mit Sprengwerk ergab sich eine im einzelnen verschiedene, grundsätzlich aber gleiche Anordnung (Abb. 7a), während Abb. 8 die neue Auflagerung für einen Querträger mit Mittelstützung entsprechend Abb. 7b wiedergibt.

Da die kontinuierliche Wirkung der Längsträger bestehen blieb, ebenso die dreifache Stützung der Querträger über den Gerüst- und Pendelpfeilern, war auch weiterhin mit dem Auftreten negativer Auflagerkräfte zu rechnen, die rechnerisch annähernd zu 12,9 t ermittelt wurden. Um ein Abheben der Lager zu verhindern, wurden daher außenseitlich der Auflager Verankerungen der Querträger angebracht. Sie bestehen aus Rundisenankern von  $1\frac{3}{8}$ " Durchmesser, die mittels Bolzenauge und Laschen oben am überkragenden Querträger und unten mittels Gewinde und Stellmutter an doppelwandigen Konsolen angreifen, die an den Hauptträgerpfosten angenietet wurden. Diese Verankerung ermöglicht ohne weiteres die Verdrehungen der Querträger aus den elastischen Verbiegungen der Längsträger, während sie aus der Durchbiegung der Querträger selbst geringe zusätzliche Beanspruchungen und Dehnungen im elastischen Bereich erfährt (Abb. 7, 8 u. 15).

Die Bauausführung fand, wie bereits gesagt, unter Stilllegung des Betriebes auf dem Gleis statt, unter dem gearbeitet wurde. Zur Durchführung der Bohr-, Niet- und Schweißarbeiten wurde in einem Reichsbahn-Güterwagen eine Kompressoranlage mit Benzinmotor, Fabrikat Fried. Krupp AG, und eine Schweißanlage, Fabrik Siemens-Schuckert AG, eingerichtet. Die Schweißanlage bestand aus einem Benzinmotor von 15 PS und einem Schweißgenerator von 200 Amp und 25 V dauernder Schweißleistung. Zur Anlage gehörte noch eine ortsfeste Preßluftbohrmaschine im Wagen, auf der alle auf Baustelle anzupassenden Bleche, Winkel-eisen, Lagerkörper usw. gebohrt wurden. Zur Durchführung der Arbeit wurden unterschieden die Vorgänge: „Gerüstbauen, Ausbrennen, Anbau der neuen Teile, Schweißen, Anbau der Verankerungen“. Die Arbeitsgruppen waren so angeordnet, daß durchschnittlich jeder Vorgang täglich einen Punkt weiter rückte, somit also täglich bei im ganzen 126 Auflagern ein Punkt fertig wurde. Die Einhaltung dieses Arbeitsplans gelang trotz der für diese Arbeiten in luftiger Höhe recht ungünstigen, winterlichen Jahreszeit, November 1930 bis April 1931, eine anerkennenswerte Leistung, zumal kein Unfall zu verzeichnen war.

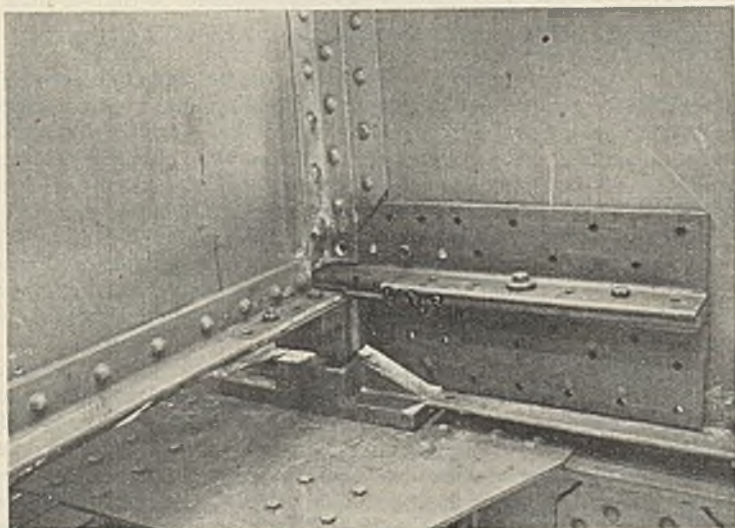


Abb. 14.

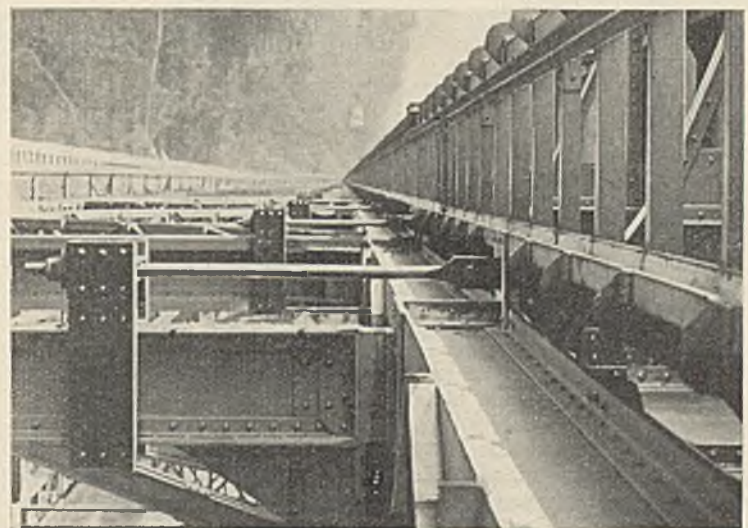


Abb. 15.

Alle Rechte vorbehalten.

## Wälzlager im Naßbaggerbetrieb.

Von den Regierungsauräten Engelhardt u. Hoffmann, Maschinenbauamt Emden.

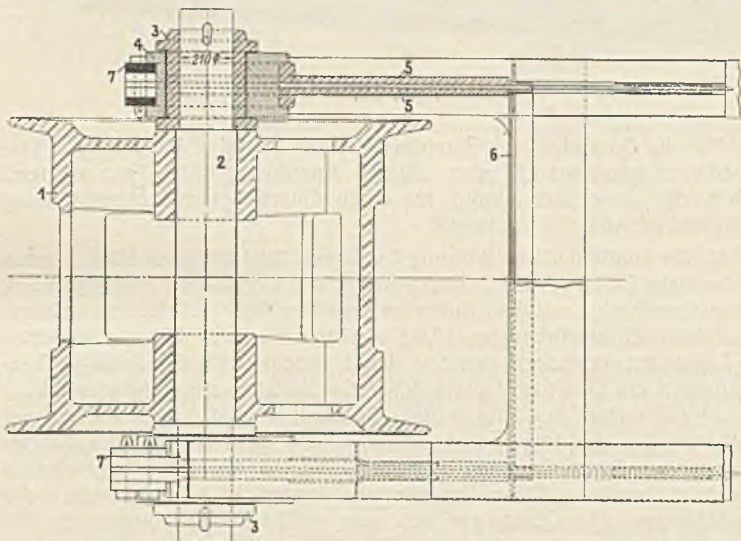
**Bisherige Lagerung.** Während die Lager des Oberturas schwimmender Eimerbagger auch im Betriebe stets zugänglich sind und wegen der besseren Arbeitsbedingungen keinen nennenswerten Verschleiß aufweisen, arbeitet der Unterturas bei größeren Baggern — von denen hier die Rede sein soll — in Tiefen bis zu 14 m in einem Gemisch von Wasser und aufgewühltem Sand. Seine Lagerung bereitet deshalb beträchtliche Schwierigkeiten. Sie war bisher im allgemeinen so ausgebildet, daß der Turas fest auf seine Welle aufgedreht oder aufgeschraubt und auch noch durch Keile gegen ein unbeabsichtigtes Drehen auf ihr gesichert war. Die Enden der Welle wurden mit aufgedrehten gußeisernen Laufbüchsen versehen, die in gleichfalls gußeisernen Lagern

Bunden versehen werden konnten, die Gefahr vergrößert, daß die unteren Lagerhalter der Eimerleiter durch aufgebagerte Drahtseile, die sich um die Welle wickelten, nach außen aufgebogen würden.

**Neue Lagerung.** Um für eine Baggerperiode, also im allgemeinen für die Zeit von April bis Mitte Dezember, ohne diese sehr störenden Betriebsunterbrechungen auskommen zu können, mußte eine andere Lösung gefunden werden.

Schon früher hatte man versucht, den Unterturas auf einer feststehenden Achse mittels Bronzelagern, die im Innern des Turas angeordnet waren und durch Stopfbüchsen gegen das Eindringen von Sand und Wasser gedichtet werden sollten, laufen zu lassen. Doch war der Verschleiß durch die hohen Lagerdrücke bei der geringen Umfangsgeschwindigkeit und mangelhaften Schmierung auch hier immer noch zu hoch, als daß sich diese Ausführung hätte einbürgern können.

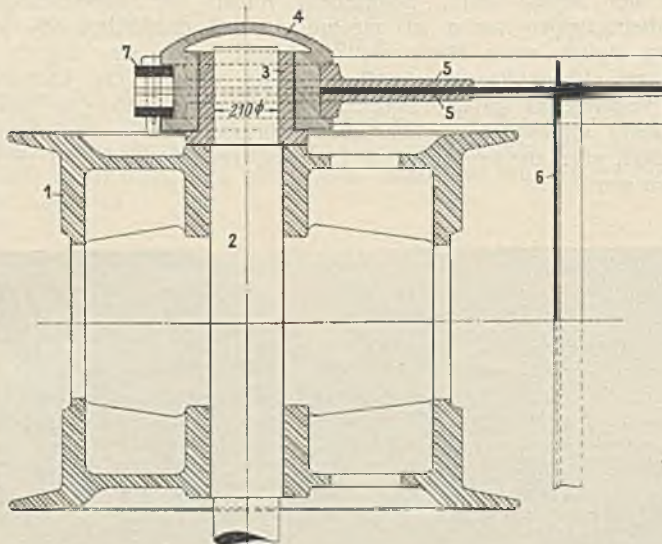
Auf Grund der Tatsache, daß sich Präzisionsrollenlager der Firma G. u. J. Jaeger AG, Wuppertal-Eilberfeld, im Braunkohlentagebau, in der Zementindustrie und in ähnlichen rauen Betrieben für Schwerlastlagerungen im Dauerbetriebe bewährt haben, wurde in gemeinsamer Arbeit mit dieser Firma eine Rollenlagerung für die Unterturas der großen Emden Bagger entwickelt.



1 Turas (Stahlguß). 2 Welle (Flußstahl). 3 Laufbüchse (Stahlguß). 4 Lagerbüchse (Gußeisen). 5 Gabellager (Stahlguß). 6 Eimerleiter (Flußstahl). 7 Vorlegestücke mit Bolzen und Keil (Flußstahl).

Abb. 1. Unterturaslager, bisherige Ausführung.

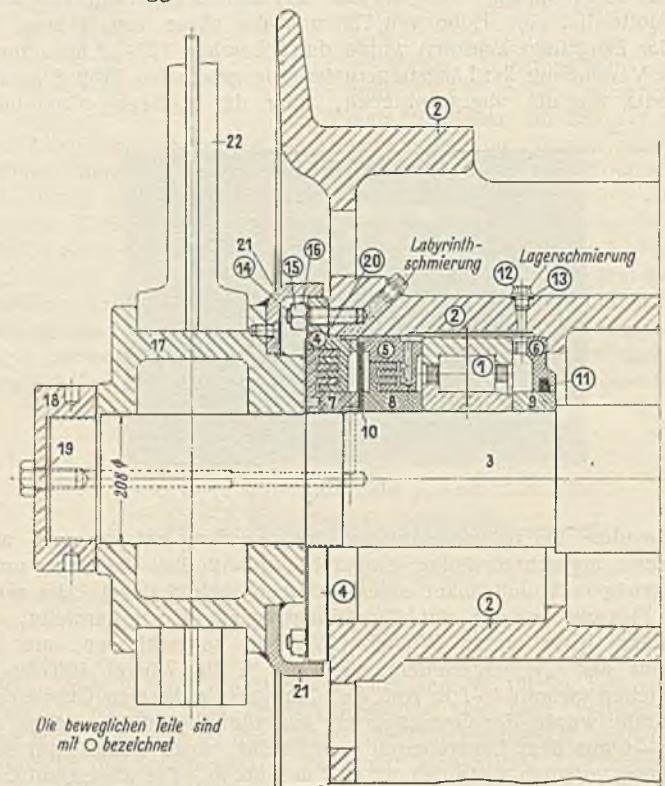
liefen (Abb. 1). Da eine Schmierung dieser Lager kaum möglich war, mußten sie, zumal bei dem hohen Druck von rd. 25 t je Lager, wegen ihres großen Verschleißes oft schon nach 400 Laufstunden, d. h. bei Doppelschichtbetrieb alle Monate, ausgewechselt werden. Durch Verwendung von Laufbüchsen aus Stahlguß, durch Zusatz von Nickel zu dem Grauguß der Lagerschalen und durch Vergrößerung der Lagerflächen selbst wurden dann im Laufe der Jahre Laufzeiten bis zu 1000 Stunden erreicht. Das bedeutete aber immer noch, daß bereits nach etwa drei Monaten die Laufbüchsen und Lagerschalen erneuert werden mußten, was neben den Kosten immer sehr störende Betriebsunterbrechungen verursacht.



1 Turas (Stahlguß). 2 Welle (Flußstahl). 3 Laufbüchse (Stahlguß). 4 Lagerbüchse (Gußeisen). 5 Gabellager (Stahlguß). 6 Eimerleiter (Flußstahl). 7 Vorlegestücke mit Bolzen und Keil (Flußstahl).

Abb. 2. Unterturaslager, bisherige Ausführung mit Schutzkappe.

Bei dieser Lagerung der Turaswelle ist das Eindringen von Sand in die Laufstellen nicht zu verhindern. Versuche, die Lager nach außen durch einen angegossenen Deckel nach Abb. 2 zu schließen, hatten keinen Erfolg, da der Sand noch von innen her Zutritt hatte. Außerdem war bei dieser Ausführung, bei der die Laufbüchsen außen nicht mit



1 Rollenlager (Spezialstahl). 2 Turas (Stahlguß). 3 Achse (Stahl). 4 Labyrinthdeckel (Stahlguß). 5 Labyrinthringe (Gußeisen). 6 Einsatzstücke (Gußeisen). 7 Labyrinthringe (Stahlguß). 8 Labyrinthringe (Gußeisen). 9 Zwischenscheiben (Stahl). 10 Dichtungen (Bronze). 11 Dichtung (Fliz). 12 Schmierschrauben (Stahl). 13 Dichtung (Bleil). 14 Stiftschrauben (Stahl). 15 Muttern (Stahl). 16 Sicherungen (Stahl). 17 Achshalter (Stahlguß). 18 Kappen (Stahlguß). 19 Verschlussschraube (Messing). 20 Dichtung (Kupfer). 21 Schutzkappe mit Befestigungsschrauben (Stahl). 22 Eimerleiter (Flußstahl).

Abb. 3. Turas- mit Jaeger-Rollenlager, 1. Ausführung.

Während die Anwendung von Rollenlagern, die auch zur Aufnahme der beim Graben auftretenden seitlichen Drücke geeignet sein mußten, grundsätzlich keine Schwierigkeiten bot, mußte besondere Sorgfalt darauf verwendet werden, diese Lagerung unter Wasser gegen einen äußeren Überdruck von bis zu 1,4 at so abzudichten, daß Seewasser und Sand oder Schlack die empfindlichen Rollenlager nicht zerstören können.

Die Lagerung ließ sich (wie auf Grund der Erfahrungen auf anderen Verwendungsgebieten bei Rollenlagern bekannt war) nur dadurch befriedigend umbauen, daß sie in das Innere des Turas gelegt und die Achse im Unterteil der Eimerleiter durch Umänderung der bisherigen Lagerstellen im Achshalter festgelegt wurde.

Zur Lagerung selbst wurden für einen Turas zwei Rollenlager verwendet, die mit den Außenringen in die Turasnabe und mit den Innenringen auf die Achse gepaßt und dort verspannt sind (Abb. 3 u. 4). Sie werden auf den Außenseiten gegen Schmutz und Seewasser durch zwei mehrstufige Labyrinth abgedichtet. Die Wirksamkeit dieser Abdichtung wird durch eine elastische Bronzescheibe erhöht, die die Kammer zwischen den beiden Labyrinthdichtungen teilt und mit der Deckelstirnfläche ein weiteres Labyrinth mit nur einigen Zehntel mm Spiel bildet. Die Bronze-

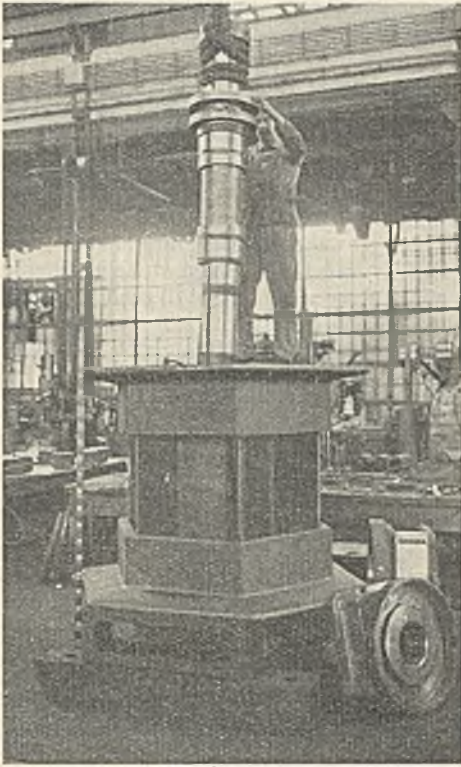


Abb. 4. Einsetzen der Achse.

scheibe wirkt als Membran, sie biegt sich unter dem durch das Dichtungsfett auf sie übertragenen Außendruck durch und legt sich gegen die Stirnfläche des Deckels 5. Von dem Innern her ist mit keiner Verschmutzung zu rechnen, da die Turasnabe im Gegensatz zu den bisherigen Ausführungen ganz geschlossen ausgeführt ist. Die Wirkungsweise der äußeren Labyrinthdichtung wird dadurch noch erhöht, daß sie mit Fett gefüllt ist, das in bestimmten Zeitabständen in die vor der Dichtungsscheibe befindlichen Labyrinthringe nachgepreßt wird und daß so in die äußeren Labyrinthringe eingetretene Verunreinigungen mit dem austretenden Fett entfernt werden. Die Lieferfirma hatte hierfür ein Sonderfett vorgeschlagen, während die Rollenlager selbst und das innere

Labyrinth mit einem Wälzlagerfett üblicher Beschaffenheit geschmiert werden sollten.

Bei den schwierigen Betriebsverhältnissen sollten besonders die äußeren Labyrinth häufig nachgeschmiert werden, damit das vom Seewasser zersetzte und ausgespülte Fett jeweils erneuert und etwa eingedrungene geringe Feuchtigkeitsmengen wieder herausgedrückt werden. Zu diesem Zweck ist die Nabe des Turas mit zwei Bohrungen zum Ansetzen von Fettpressen versehen; wahlweise kann das äußere Labyrinth auch von der durchbohrten Achse her mit Fett versehen werden.

Um zu verhindern, daß Fremdkörper, vor allem aufgebagerte Drahtseile, wie es bei der alten Ausführung mit umlaufender Welle häufig vorkam, sich um die Turasachse wickeln und die Abdichtung zerstören sind die Achshalter mit einem gebördelten Schutzring versehen, der über den bearbeiteten Außendurchmesser des äußeren Labyrinthdeckels greift. Dadurch werden die engen Zwischenräume zwischen dem Turas und dem unteren Ende der Eimerleiter gegen das Eindringen von Fremdkörpern geschützt.

Der Raum unter dem Schutzring kann sich ferner allmählich mit dem wasserfesten Fett füllen und so die Abdichtung noch verbessern.

Vom Einbau einer von der Lieferfirma vorgeschlagenen Vorrichtung zum dauernden selbsttätigen Nachpressen von Fett mittels einer Fettpumpe, wie sie sich an anderen Stellen bewährt hat, wurde abgesehen, weil die dazu erforderliche Rohrleitung zu sehr gefährdet erschien und daher Gewähr für ein dauerndes Nachschmieren doch nicht gegeben sei.

Um ganz sicher zu gehen und um beim Versagen der Rollenlager den Turas selbst weiter verwenden zu können, war vorgesehen, in diesem Falle die Achse an Stelle der Rollenlager mit gehärteten Laufbüchsen zu versehen. Diese sollten dann in Rotgußbüchsen laufen, die zur Aufnahme des Axialschubes einen Ansatz erhalten und im Turas unter Verwendung des äußeren Labyrinthes fest verspannt werden, wodurch gleichzeitig eine Abdichtung dieser Gleitlager nach außen erzielt würde. Außerdem ist es ohne weiteres möglich, den alten Turas mit seiner Welle und den Lagern an Stelle des neuen wieder einzubauen.

Ende 1930 wurden zwei Unterturasse aus Stahlguß mit Rollenlagern, Abdichtungen, Achsen und Achselhaltern (an Stelle der bisherigen Gabelager) bestellt und im Frühjahr 1931 in die von den Oderwerken, Stettin, hergestellten Bagger ED 5 und ED 9 des Wasserbauamtes Emden eingebaut (Abb. 5).

Betriebserfahrungen. Mit den neuen Turassen kamen die genannten Bagger ED 5 am 20. April und ED 9 am 27. Juni 1931 in Betrieb; sie wurden am 11. November nach 2253 bzw. 1436 Betriebsstunden außer Dienst gestellt. Der Fettverbrauch betrug auf jedem Bagger rd. 40 kg, was einen Verbrauch von 1,8 bzw. 2,8 kg/100 Betriebsst. bedeutet.

Die Lagerungen wurden sodann auseinandergenommen und gemeinsam mit einem Vertreter der Lieferfirma aufs gründlichste untersucht. Irgendwelche Beschädigungen durch den Betrieb konnten dabei nicht festgestellt werden; eine ganz unbedeutende, den weiteren Betrieb jedoch nicht beeinträchtigende Abnutzung der Rollen an den äußeren Stirnseiten

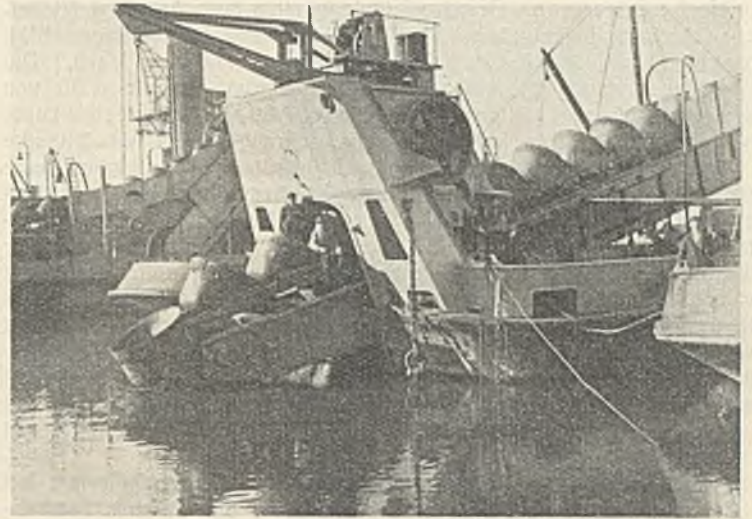
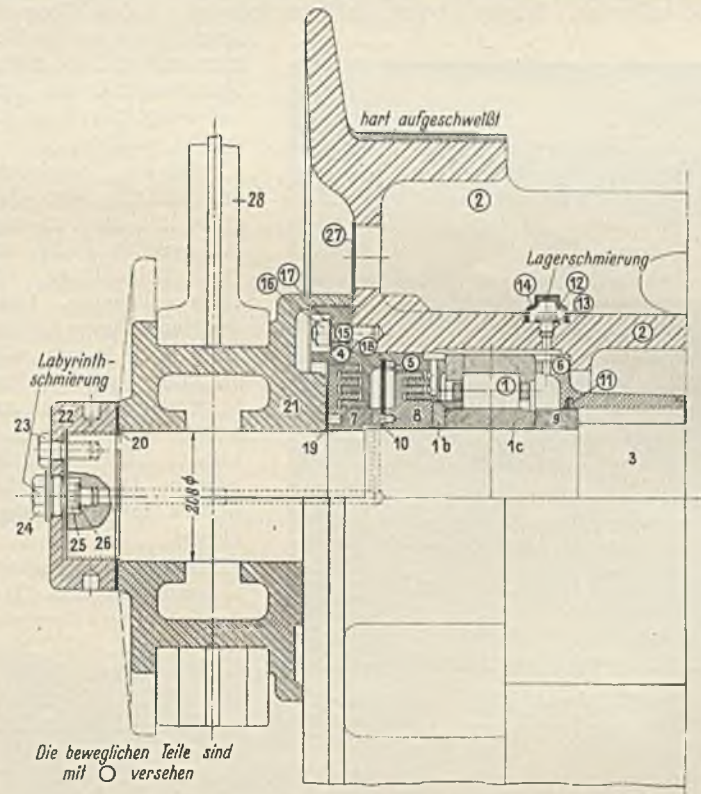


Abb. 5.

läßt darauf schließen, daß die seitlichen, in der Richtung der Achse wirkenden und von den Schultern der inneren Laufbüchsen aufgenommenen Drücke doch recht erheblich sein müssen.

Die Untersuchung bestätigte, daß das äußere Labyrinth reichlich geschmiert werden muß.

Abgesehen von dem großen Vorteil für den Betrieb, der sich aus dem Wegfall besonderer Betriebsunterbrechungen für das Auswechseln der Turas-Laufbüchsen und -Lager ergeben hat, zeigte sich, daß die ganze Eimerkette auf den beiden umgebauten Baggern viel ruhiger als vorher lief und der Energiebedarf und vor allem auch der Verschleiß aller ihrer Teile viel geringer geworden ist. Dies ist dadurch zu erklären, daß bei ausgelaufenen Lagerschalen die Unterturasswelle bisher



Die beweglichen Teile sind mit  $\odot$  versehen

- 1 Rollenlager (Spezialstahl). 2 Turas (Stahlguß). 3 Achse (Stahl). 4 Labyrinthdeckel (Stahlguß). 5 Einsatzlabyrinth (Gußelsen). 6 Einsatzstück (Gußelsen).
- 7 Labyrinthmutter (Stahlguß). 8 Labyrinthringe (Gußelsen). 9 Zwischenschrauben (Stahl). 10 Dichtungen (Bronze). 11 Dichtungen (Flitz). 12 Schmierschrauben (Messing). 13 Dichtungen (Blei). 14 Schutzhaube (Messing). 15 Stiftschrauben (Stahl). 16 Muttern (Stahl). 17 Sicherungen (Stahl). 18 Dichtungen (Kupfer).
- 19 Dichtungen (Kupfer). 20 Dichtungen (Kupfer). 21 Achshalter (Stahlguß). 22 Kappen (Stahlguß). 23 Schrauben (Stahl). 24 Schmierschrauben (Messing). 25 Schmierschrauben (Messing). 26 Dichtungen (Blei). 27 Abschlußdeckel (Stahl). 28 Eimerleiter.

Abb. 6. Turas- mit Jaeger-Rollenlagerung, verbesserte Ausführung.

bis zu 100 mm Spiel in Richtung der Eimerleiter bekam, der Turas um dieses Maß beim Graben jedes Eimers auf und nieder arbeitete und dadurch alle Teile der Eimerkette außerordentlich beanspruchte. Infolge des oben geschilderten ruhigen Laufes genügten die ohnehin vorhandenen Betriebspausen zum Auswechseln der Büchsen in den Elmern und Schaken.

Verbesserungen. Gewisse Schwierigkeiten beim Aus- und Wiedereinbau der Lagerungen gaben Anlaß, dem inzwischen für den Bagger ED 8 bestellten Turas den Entwurf nach Abb. 6 zugrunde zu legen. Die wichtigste Änderung gegenüber der Erstaussführung ist die Wahl von Lagern mit innerem Haltering an Stelle der bisher verwendeten Lager mit fester Schulter. Bei den beiden Erstaussführungen nach Abb. 3 mußte je ein Laufring von der Achse abgepreßt werden. Da außerdem keine Möglichkeit bestand, die Teile 5, 8 und 10 einzeln auszubauen, mußten diese auf einer Seite mit abgepreßt werden. Bei der verbesserten Ausführung nach Abb. 6 ist es möglich, die Teile 4, 7, 5 und 8 nacheinander auf der einen Seite, an der die Achse demontiert werden soll, auszubauen und nach dem Entfernen der Teile 4 und 7 auf der Gegenseite die Achse mit den aufgezogenen inneren Laufringen abzuziehen, wobei die fest eingepreßten Außenringe mit den kompletten Rollenkäfigen in der Turasnabe verbleiben. Soll auch eine Demontage dieser Teile gewünscht werden, so ist dies dadurch sehr vereinfacht, daß die nicht axial beanspruchten Schultern der Außenringe abnehmbar ausgeführt sind (s. Abb. 6).

Zur Schmierung der Labyrinthgänge und der Rollenlager selbst soll in Zukunft, um Verwechslungen zu vermeiden, ein gleiches Fett ge-

nommen werden. Ein Nachpressen des Fettes geschieht mit einer Fettpresse, die mit einem biegsamen Metallschlauch an die Schmierstellen angeschlossen wird.

Während die Schmierung der Lager in längeren Zeitabständen vorgenommen werden kann, geschieht die Labyrinth schmierung in kürzeren Abständen, und zwar durch die durchbohrte Achse. Hierdurch ist es auch möglich, den Turas bei hochgezogener Eimerleiter langsam zu drehen, wodurch eine noch bessere Verteilung des frischen Fettes auf dem ganzen Umfang der Labyrinth erreicht wird.

Die beiden Lagerungen in der gewählten Ausführung haben alle Erwartungen erfüllt; nach dem guten Untersuchungsbefund wird ein weiterer alljährlicher Ausbau aller Teile nicht nötig sein. Es wird genügen, nach jeder Baggerperiode nur die Labyrinth auszubauen und zu reinigen, die Achse aber im Turas zu belassen, vorausgesetzt, daß sie sich noch von Hand leicht drehen läßt.

Voraussichtlich wird dieser gute Erfolg, der mit der Verwendung von Wälzlagern erzielt werden konnte, dazu Anlaß geben, derartige Lager auch an anderen Stellen, z. B. Eimerleitrollen, auf den Baggern einzubauen, um so die Zahl und Dauer der Betriebsunterbrechungen noch weiter herabzusetzen.

Alle Rechte vorbehalten.

## Umbau der Straßenbrücke über den Rhein bei Mainz.

Von Reg.-Baurat K. Leißler und Reg.-Baumeister a. D. W. Keil, Mainz.

(Schluß aus Heft 46.)

### 5. Bauausführung.

Die Umbauarbeiten wurden im September 1931 in Angriff genommen. Nach Einrichtung der umfangreichen Baustelle wurde zunächst mit den Gründungsarbeiten am ersten linkseitigen Stropfpfeiler D begonnen. Die Umschließung der auf beiden Seiten des Stropfpfeilers erforderlichen Baugruben wurde mit Spundbohlen der Firma Fried. Krupp AG Profil III durchgeführt, die sich bei den angetroffenen Untergrundverhältnissen gut ramnten und auch während des Aushubes der Baugrube eine befriedigende Dichte aufwiesen. Schwierigkeiten bereiteten lediglich die Anschlüsse der

Spundwände an das Pfeilermauerwerk, die mittels Spundbohlenkasten mit Ton ausgestampft herbeigeführt wurden.

Da die Spundwands umschließung der Baugrube bis zu 1 m über MW reichen sollte, war eine Bohlenlänge von 12 m notwendig. Unter den Hauptträgern konnten die Bohlen jedoch nicht in ihrer ganzen Länge eingesetzt werden und mußten deshalb etwa in halber Höhe gestoßen werden. Die Stoßstellen wurden mit Blei abgedichtet.

Bei den Ausschachtungsarbeiten (Abb. 12) in der linkseitigen Baugrube, die bis auf -7,0 M. P. vorgetrieben werden sollten, zeigten sich plötzlich auf Ord. -5,8 m in dem auf -6,4 m angelegten



Abb. 12. Ausschachtungsarbeiten in offener Baugrube.

Zulaufgraben zum Pumpensumpf starke Quellungen von schmutzig hellgrauem Wasser, etwa 150 l/min. Gleichzeitig machten sich in der auf Ord. -5,8 m liegenden blauen Tonschicht in der Nähe des Zulaufgrabens Risse bemerkbar, die sich rasch auf 2 bis 3 cm erweiterten. In der Annahme einer Ausspülung der unter dem Ton befindlichen Mergelschichten und der sich hieraus ergebenden Gefahr eines Wassereintrittes bei etwaigem Vorhandensein auferrollter Bohlen wurde die Baugrube zunächst unter Wasser gesetzt. Die Untersuchungen mittels Sondereisen durch Taucher ergaben jedoch keinerlei Beschädigungen an den Spundbohlen.

Nachdem die Baugrube wieder ausgepumpt war, zeigte es sich, daß der Baugrubenkern infolge Aufweichens der Mergelschichten nachgegeben hatte und dadurch eine Bewegung in der Spundwand eingetreten war. Dabei waren in der Aussteifung starke Verformungen eingetreten und die Hartholzkeile der Sprießen zerdrückt worden.

Aus Sicherheitsgründen wurde deshalb eine weitere Ausschachtung nicht mehr vorgenommen, sondern eine 50 cm dicke Betonplatte ein-

gebracht, um die Spundwand auf ihre ganze Länge gegen den Pfeiler abzustützen. Da nunmehr die Verdichtung des Untergrundes in der vorgesehenen Art nicht mehr durchführbar war, sollte sie durch Rammen von Pfählen erzielt werden. Beim Durchschlagen der Betondecke zeigte sich

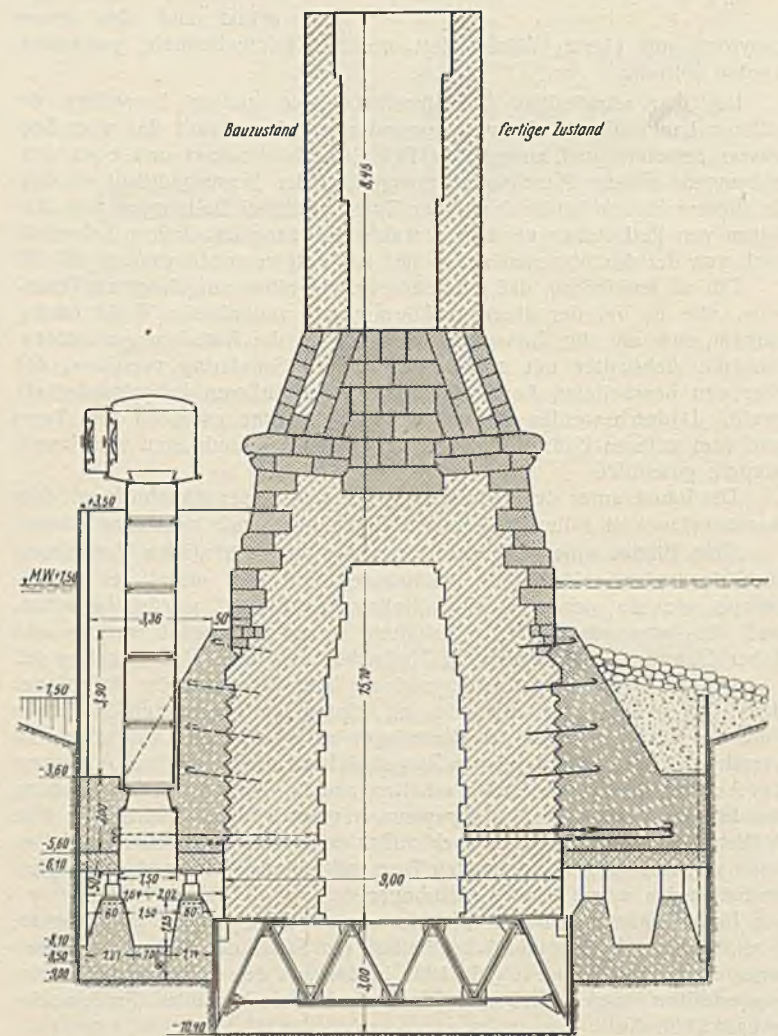


Abb. 13. Druckluftgründung am 1. Stropfpfeiler D.

jedoch ein Wasserandrang von etwa 1000 l/min, wobei größere Mengen Muschelsand, gelöster Mergel und Tonbrocken mitgerissen wurden. Untersuchungen des Wassers hinsichtlich seiner chemischen Bestandteile und Temperaturmessungen ergaben, daß es in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit dem Rheinwasser stand. Auch betrug der Temperaturunterschied 10° C bei einer Rheinwassertemperatur von +3° C. Geologische Ermittlungen führten zu dem Schluß, daß eine Verwerfungsspalte annähernd in Stromrichtung die ganze Baugrube durchzog und das an-



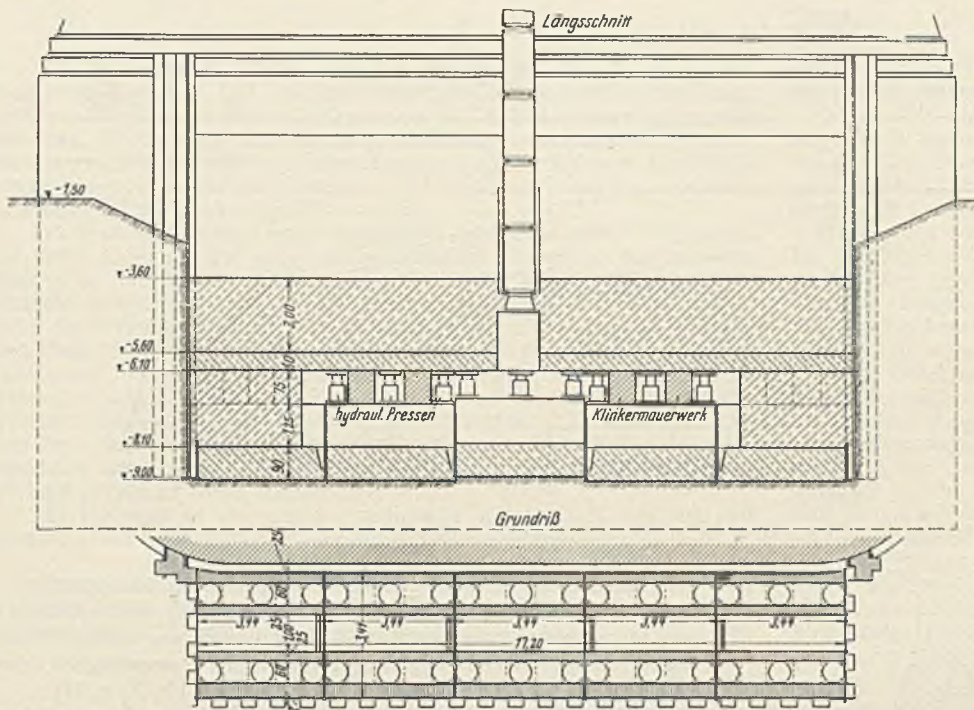


Abb. 14. Druckluftgründung am 1. Strompfeiler D.

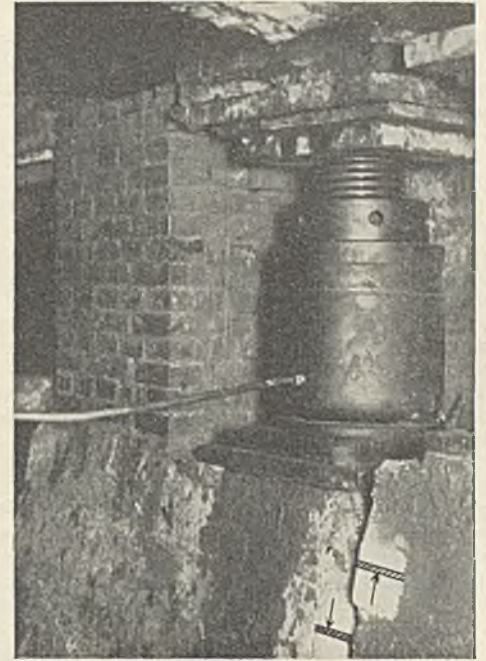


Abb. 18. Nach dem Abpressen eines Betondruckkörpers.

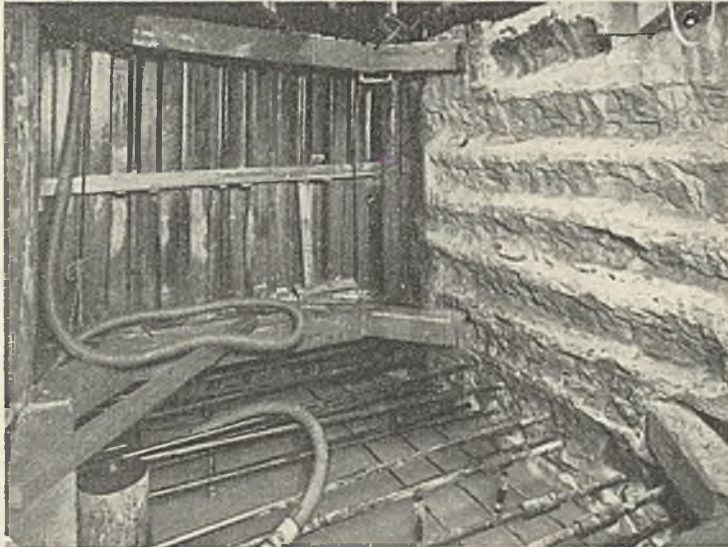


Abb. 15. Konsolanschluß durch Verzahnung und Anker.

drängende Wasser aus etwa 90 m Tiefe durch diese Spalte unter starkem Druck hervorquoll.

Diese Umstände veranlaßten nunmehr, zur Druckluftgründung für diese Baugrube überzugehen (Abb. 13 u. 14). Nachdem noch in offener Baugrube die an den Pfeiler durch Verzahnung und Anker (Abb. 15) an-

geschlossenen Konsolen unter Aussparung eines Raumes zum Aufsetzen des Druckluftgerätes betoniert waren, wurde die Betondecke von oben durchstoßen und zwischen Spundwand und Pfeiler unter Druckluft bis auf  $-9,0$  m ausgeschachtet (Abb. 16).

In fünf Einzeltellen wurden alsdann die zum Abpressen des Untergrundes dienenden bewehrten Betonkörper eingebracht und diese Körper zu beiden Seiten des Pfeilers gleichmäßig abgedrückt (Abb. 17 u. 18).

Die Druckwasserpressen steigerten allmählich den Druck bis zu der in Aussicht genommenen zulässigen Bodenbeanspruchung von  $6 \text{ kg/cm}^2$  zusätzlich eines Sicherheitsfaktors von  $2 \text{ kg/cm}^2$  mithin auf insgesamt  $8 \text{ kg/cm}^2$  (Abb. 19).

Dabei zeigte es sich, daß bei dem in drei Abschnitten ausgeführten Abpressen des Untergrundes mit wenig Ausnahmen zumeist schon bei gleichbleibendem Druck von  $7 \text{ kg/cm}^2$  die Einsenkungen weiter fortschritten und der Untergrund erst nach Zurücknahme des Druckes auf  $6 \text{ kg/cm}^2$  zur Ruhe kam. Unter Zugrundelegung der in der Ausschreibung durch die vorausgegangenen Bodendruckversuche für zulässig erachteten Bodenbeanspruchung von  $6 \text{ kg/cm}^2$  und den bei der Durchführung der Einzelabpressungen ermittelten Einsenkungen ergibt sich für die an der Baustelle vorhandenen Bodenverhältnisse eine Bodenziffer  $C = 0,8$  bis  $1,5 \text{ kg/cm}^3$ .

War der Untergrund unter den einzelnen Betondruckkörpern nach einer durchschnittlichen Einsenkung von  $7 \text{ cm}$  zur Ruhe gekommen, so wurde der Druck stufenweise so weit herabgemindert, daß noch eine der Eigengewichtsbelastung entsprechende Vorspannung vorhanden war, die Pressen alsdann festgestellt und die inzwischen aufgemauerten Pfeiler mit Beton unterstopft. Nachdem auf diese Weise sämtliche Druckplatten abgepreßt und abgestützt waren, wurde der gesamte Innenraum ausbetoniert.

Bei der Durchführung dieser Gründungsarbeiten bot das Halten des erforderlichen Überdrucks Schwierigkeiten, da außerordentlich große



Abb. 16. Inneres des Drucklufttraumes.



Abb. 17. Anordnung der Pressen im Arbeitsraume vor dem Abpressen.

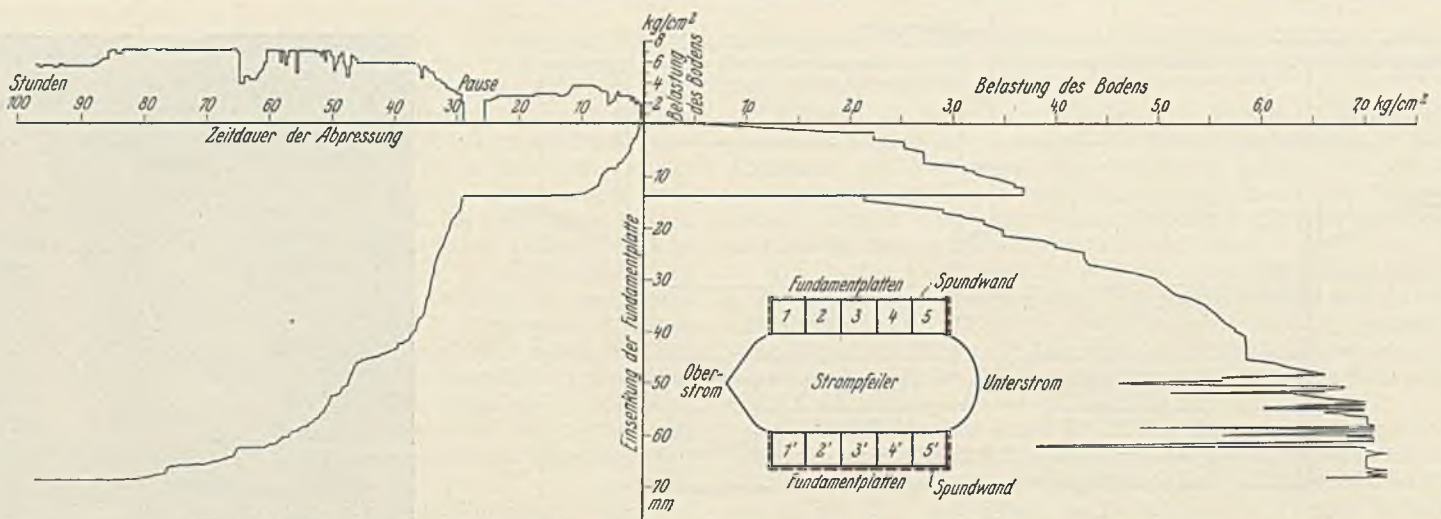


Abb. 19. Graphische Darstellung der Einsenkung beim Abpressen der Fundamentplatten.

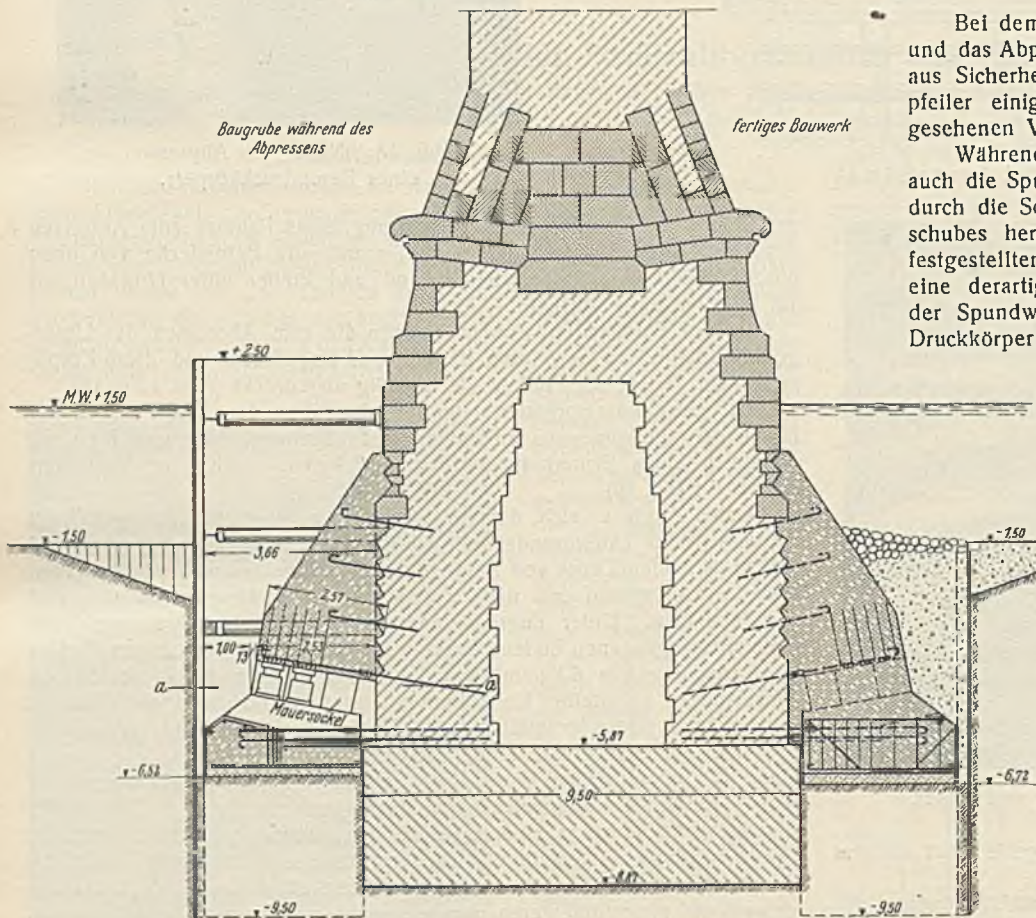


Abb. 20. Querschnitt des 2. Stropfweilers E.

Druckluftmengen sowohl zwischen Spundwänden und der Betondecke als auch durch das Mauerwerk des bestehenden Pfeilers und durch die durchlässigen Untergrundschichten entweichen konnten. Zeitweise mußte deshalb mit Kompressoren von insgesamt 22 m<sup>3</sup>/min Ansaugleistung der erforderliche Druck erzeugt werden.

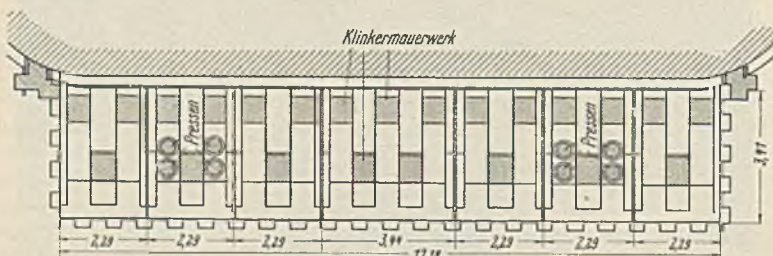


Abb. 21. Waagerechter Schnitt a-a.

Nach Fertigstellung aller vorher beschriebenen Arbeiten wurden die Spundbohlen in Höhe der Flußsohle unter Wasser abgeschnitten, da, wenn sie gezogen worden wären, die Gefahr bestand, daß das Wasser in die alsdann entstehenden Lücken eindringen und ein Aufweichen der im Untergrunde vorhandenen Mergelschichten herbeiführen konnte.

Bei dem zweiten Stropfweiler E wurden die Gründungsarbeiten und das Abpressen in offener Baugrube vorgenommen, wobei sich aus Sicherheitsgründen nach den Erfahrungen am ersten Stropfweiler einige Abänderungen gegenüber dem ursprünglich vorgesehenen Verfahren als notwendig erwiesen (Abb. 20 u. 21).

Während bei dem Angebotvorschlag nicht nur die Anker, sondern auch die Spundwand selbst zur Mitwirkung bei der Aufnahme des durch die Schrägstellung der Pressen hervorgerufenen Horizontalschubes herangezogen waren, ließen die am ersten Stropfweiler festgestellten Einsenkungen es für ratsam erscheinen, ein durch eine derartige Inanspruchnahme mögliches seitliches Ausweichen der Spundwand zu vermeiden. Aus diesem Grunde wurden die Druckkörper nicht bis unmittelbar an die Spundwand heranbetoniert, sondern ein genügender Abstand gewahrt. Um den nun allein von den Anker aufzunehmenden Horizontalschub möglichst zu vermindern, wurde die Neigung der Abpreßplatte gegen die Waagerechte auf 10° verringert. Das Abpressen der in sieben Abschnitte unterteilten Druckplatte geschah in der gleichen Weise wie vorher (Abb. 22) und führte zu annähernd gleichen Ergebnissen.

Nach den am dritten Stropfweiler F angebotenen Bohrerergebnissen steht zu erwarten, daß die zur Zeit in Angriff genommenen Gründungsarbeiten in gleicher Weise wie beim zweiten Stropfweiler durchgeführt werden können, dagegen zwingen die unsicheren Bodenverhältnisse am vierten Stropfweiler, wo nahezu ausschließlich Mergelschichten in den verschiedensten Zusammensetzungen wechseln, besondere Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen.

Über diese Arbeiten sowie über die erst in ihren Anfängen begriffenen Stahlbauarbeiten, bei denen die neuen Hauptträger unter Vorspannung eingebaut werden, wird zu gegebener Zeit berichtet werden.

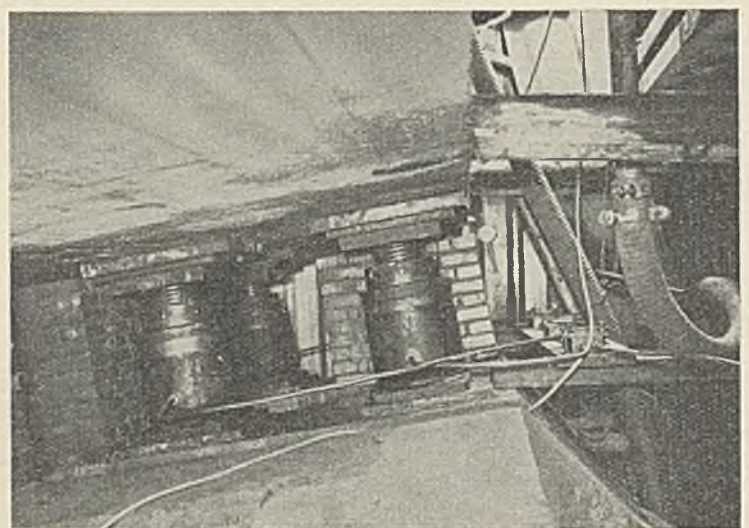


Abb. 22. Blick in den Pressenraum am Stropfweiler E.

### Vermischtes.

J. R. Freeman †. Nach den VDI-Nachr. 1932, Nr. 41, ist in der Nacht vom 6. zum 7. Okt. der hervorragende amerikanische Wasserbauingenieur Dr.-Ing. ehr. John R. Freeman im 78. Lebensjahre unerwartet gestorben. Ihm verdanken zahlreiche große Wasserversorgungs- und Wasserkraftanlagen ihre Entstehung; beispielsweise sind die Anlagen der Hetch-Hetchy-Talsperre sowie die Schleusen und Flußbauten des Panamakanals nach seinen Entwürfen ausgeführt worden.

Mit deutscher Technik und Wissenschaft stand er in enger Verbindung. Auf seine Anregung gab der Verein deutscher Ingenieure das bekannte Werk über die Wasserbaulaboratorien Europas<sup>1)</sup> heraus. Freeman begründete einige amerikanische Wasserbaulaboratorien nach deutschem Vorbild; die wissenschaftlichen Verbindungen zwischen Amerika und Deutschland förderte er durch das Freeman-Stipendium, das jungen amerikanischen Ingenieuren das Studium des Wasserbaues in Deutschland möglich macht. Freemans Tätigkeit hat in seiner Heimat ebenso wie in Deutschland die verdiente Anerkennung gefunden. Anlässlich seines 70. Geburtstages verlieh ihm die Technische Hochschule Dresden die Würde eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber; die Technische Hochschule Karlsruhe ernannte ihn bald darauf zu ihrem Ehrenbürger.

Mit Freeman ist ein um die technische Wissenschaft und um den Ingenieurstand hochverdienter Mann von uns gegangen.

**Geschlitzte Blechträger.** Auf der Deutschen Bauausstellung 1931 in Berlin hatte Prof. Dr.-Ing. Georg Müller, Berlin, die in Abb. 1 wiedergegebene Darstellung einer geschlitzten Blechträgerbrücke von

160 m und als Versteifungsträger von Langerschen Balken- und Hängebrücken für Stützweiten von 200 bis 400 m.

Die Idee einer Durchbrechung vollwandiger Träger in Augenhöhe zeigen z. B. auch die von Dörnen und Krüger beim Ideenwettbewerb für den Bau einer neuen Rheinbrücke bei Ludwigshafen-Mannheim vorgeschlagenen, über drei Öffnungen durchlaufenden vollwandigen Blechträger mit Durchbrechungen in der oberen Hälfte, durch die den Bahnreisenden ein freier Ausblick auf den Rhein ermöglicht werden sollte<sup>1)</sup>. Bei G. Müller liegt der Schlitz in allen Fällen symmetrisch in der am schwächsten beanspruchten Mittelzone des Trägers, wo er nicht nur ein Blickfeld freigeben, sondern auch der Gewichtsersparnis dienen soll. Eine solche Anordnung bedingt, wenn bei Trogbriicken ein freier Durchblick erzielt werden soll, eine gewisse Mindesthöhe der Hauptträger.

Aus Untersuchungen, die G. Müller für einen bestimmten Zweck ausgeführt hat und dem Verfasser zur Verfügung stellt, seien einige Einzelheiten mitgeteilt. Untersucht ist eine über zwei Öffnungen von je 104 m Stützweite durchlaufende genietete zweigleisige Eisenbahnbrücke aus St 48 für Lastenzug N nach Abb. 2. Die einwandigen Hauptträger sind 8,2 m, die Schlitz 2 m hoch. Im Felde sind bis 6 Gurtplatten 750 · 20 mm erforderlich, an der Mittelstütze 8 Gurtplatten. Die Schlitz sind im Abstände von 8 m — das ist die doppelte Querträgerentfernung — durch Pfosten (Dübel) unterbrochen, durch die die Querkräfte übertragen werden. Der untere Teil der Hauptträger wird durch die in der Mitte zwischen den Pfosten angreifenden Querträger zusätzlich beansprucht. Abb. 3 zeigt Querschnitt und Innenansicht des Hauptträgers über dem Mittel-

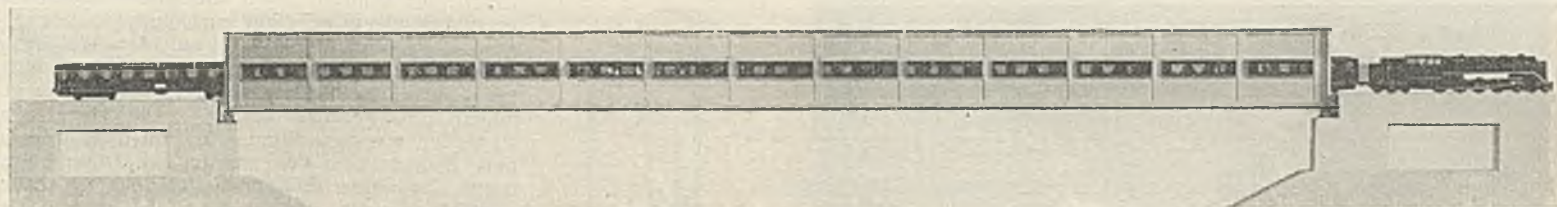


Abb. 1. Darstellung auf der Deutschen Bauausstellung 1931.

104 m Stützweite ausgestellt. Als Vorteile dieser Bauart bezeichnete er hierbei: niedriges Gewicht, niedriger Einheitspreis, niedrige Fahrbahn und Bauhöhe, Einpassung in Stadt- und Landschaftsbild, freier Ausblick auf den überbrückten Strom, bequeme Beförderung und Aufstellung, wenig Baustellenarbeit und billige Unterhaltung. Den schönheitlichen

pfeiler. Bei Straßenbrücken sollen die Schlitzte noch höher ausgeführt werden. Der geringe Querträgerabstand von 4 m führt zu sehr leichten Längsträgern. Bei der Ermittlung der Spannungen des Hauptträgers und seiner größten Durchbiegung, die zu 1/945 angegeben wird, ist die Formänderung der Pfosten nicht berücksichtigt. Dazu glaubt der Entwurfs-

Ansicht E-F

Schnitt A-B

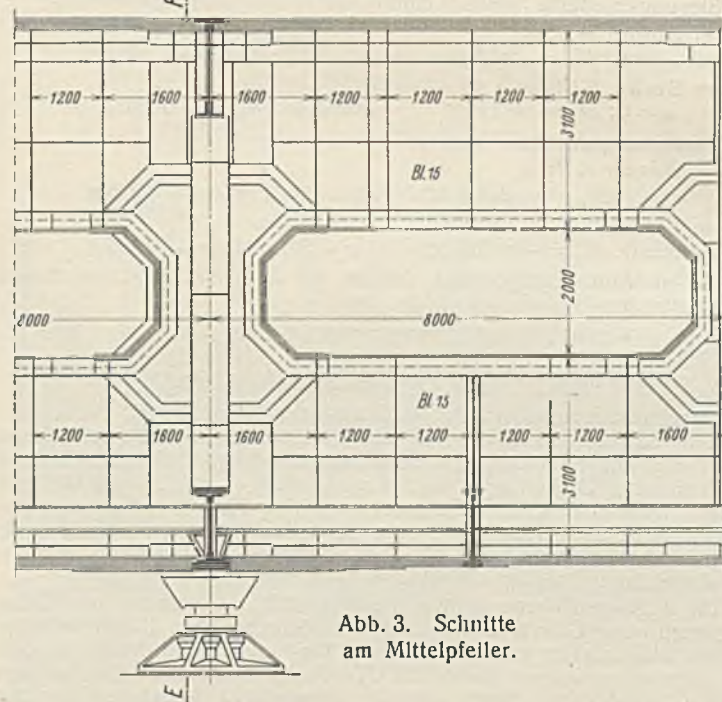
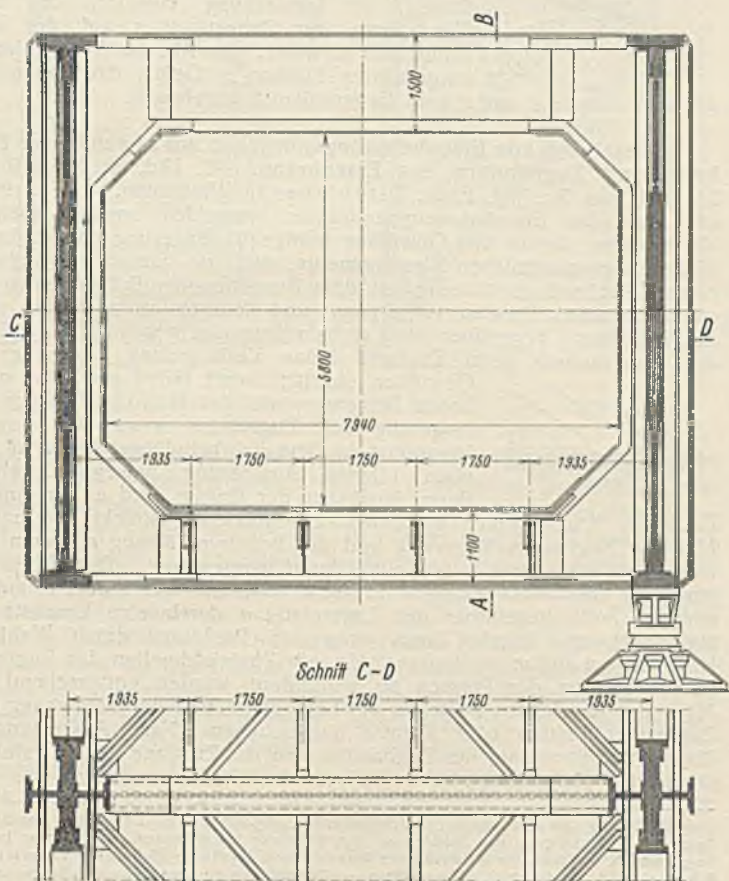


Abb. 3. Schnitte am Mittelpfeiler.

Vorteilen des Systems legte er besonderes Gewicht bei. Wie er angibt, eignen sich solche Träger als Hauptträger für Stützweiten von 60 bis

verfasser auf Grund von vergleichenden Rahmenrechnungen berechtigt zu sein; er empfiehlt aber Modellversuche zur Nachprüfung.

Die Stegbleche der Hauptträger sollen 12 bis 15 mm Dicke erhalten und auf der Innenseite der Hauptträger durch aufgeschweißte lotrechte und waagerechte Flacheisen (vgl. Abb. 3) oder durch aufgenietete Z-Eisen ausgesteift werden, die äußeren Ansichtflächen aber von solchen Aussteifungen frei bleiben.

G. Müller vergleicht das Gewicht des geschlitzten Blechträgers mit dem Gewichte der Rautenträgerbrücke über den Rhein bei Wesel, deren

<sup>1)</sup> Vgl. Bautechn. 1926, Heft 25, S. 351; 1929, Heft 36, S. 544.

<sup>1)</sup> Bautechn. 1929, Heft 14, S. 215, und Ztrbl. d. Bauv. 1929, S. 105.

Hauptträger die gleichen Stützweiten von zweimal 104 m aufweisen und auch aus St 48 bestehen<sup>2)</sup>. Er kommt zu dem Ergebnis, daß sich durch Verwendung des geschlitzten Trägers eine Gewichtersparnis erzielen ließe, die zum großen Teil auf die Verminderung des Fahrbahngewichtes infolge des engen Querträgerabstandes zurückzuführen ist, während die Hauptträgergewichte nahezu übereinstimmen. Er glaubt auch, mit einem etwa 8% geringeren Einheitspreise rechnen zu können als beim Rautenträger<sup>3)</sup>, und zwar im wesentlichen wegen der Verminderung der Aufstellungskosten. Seinen Vorschlag für die Aufstellung der geschlitzten Träger zeigt Abb. 4. Jeder Hauptträger ist durch waagerechte Montagestöße in der Mitte aller Pfosten in zwei Teile geteilt, die in Stücken von größerer Länge (bis 36 m) herangebracht und mit Hilfe hölzerner Hilfspfeiler versetzt werden, wobei die unteren Hauptträgerteile gleichzeitig als Montageträger dienen. Nach G. Müllers Ermittlungen ist der geschlitzte Träger um rd. 0,1 t/m leichter als ein nicht geschlitzter Vollwandträger von gleicher Tragfähigkeit. Eilerbeck.

Berichtigung zu dem Aufsatz „Beitrag zur Berechnung gekrümmter Träger“ (Bautechn. 1932, Heft 28, S. 372). Nach einer dankenswerten Mitteilung von Herrn Ing. Guido Schwarz-Bergkampfs, Graz, die der Verfasser, Herr J. Hailer, Erfurt, als zutreffend anerkannt hat, lauten die Gl. (7) richtig wie folgt:

$$(7) \begin{cases} \text{I.} & -0,215 p r^2 \left(1 + 0,777 \cdot \frac{a^3}{r^3} + k\right) + 0,785 X \left(1 + 1,274 \cdot \frac{a}{r} + k\right) - 0,5 Y r \left(\frac{a^2}{r^2} - 1 - k\right) + 0,5 Z (k - 1) = 0. \\ \text{II.} & -0,5 p r^2 \left(1 - 0,25 \cdot \frac{a^4}{r^4} + 0,328 k\right) - 0,5 X \left(\frac{a^2}{r^2} - 1 - k\right) + 0,785 Y r \left(1 + 0,424 \cdot \frac{a^3}{r^3} + 0,452 k\right) - 0,785 Z (1 - 0,274 k) = 0 \\ \text{III.} & + 0,5 p r^2 (1 - 0,14 k) + 0,5 X (k - 1) - 0,785 Y r (1 - 0,274 k) + 0,785 Z \left[1 + k \left(1 + 1,273 \cdot \frac{a}{r}\right)\right] = 0. \end{cases}$$

Für das Zahlenbeispiel auf S. 372 ergeben sich hiernach (mit  $k = 2$ ) folgende Gleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I.} & -4,838 p + 3,855 X + 0,75 Y + 0,5 Z = 0, \\ \text{II.} & -0,780 p + 0,375 X + 5,239 Y - 0,355 Z = 0, \\ \text{III.} & +1,44 p + 0,5 X - 0,71 Y + 5,354 Z = 0. \end{aligned}$$

Man erhält hieraus:

$$X = +1,3 p; \quad Y = +0,033 p; \quad Z = -0,386 p;$$

Die Biegemomente werden dann

$$\begin{aligned} \text{im Bogen AB:} & \varphi = 0: M_b = +1,3 p; \quad \varphi = 90^\circ: M_b = -3,548 p; \\ \text{im Stabe BC:} & x = 0: M_b = +1,3 p; \quad x = 3,0: M_b = -3,299 p. \end{aligned}$$

Die Verdrehungsmomente werden

$$\begin{aligned} \text{im Bogen AB:} & \varphi = 0: M_d = -0,386 p; \quad \varphi = 90^\circ: M_d = -0,918 p; \\ \text{im Stabe BC:} & x = 0: M_d = -0,386 p; \quad x = 3,0: M_d = -0,386 p. \end{aligned}$$

Der in Abb. 4 dargestellte Verlauf der  $M_b$ - und  $M_d$ -Linie ändert sich entsprechend.

### Zuschriften an die Schriftleitung.

Unterwasserpumpen für Grundwasserabsenkungen. Die Angaben am Schluß dieses in der Bautechn. 1932, Heft 39, S. 498 erschienenen Aufsatzes erfordern hinsichtlich der Pumpenleistungen eine Berichtigung und Ergänzung. UTA-Pumpen werden mit Leistungen von 25 bis 3000 l/min gebaut. Die bei dem Versuchstunnel am Teltow-Kanal bei Neukölln verwendete Absenkungstypen hatte eine Förderleistung von 20 bis 25 l/sek, also 1200 bis 1500 l/min auf 25 bis 20 m manometrische Gesamtförderhöhe. Die Motorleistung betrug 10 PS.

Die Aggregate waren in 18 m Tiefe unter Flur eingehängt und liefen im ganzen ohne Unterbrechung und ohne Störung über 12 000 Betriebsstunden hindurch im ununterbrochenen Tag- und Nachtbetrieb. In den elf vorhandenen Brunnen waren acht UTA-Pumpen eingebaut, drei Brunnen waren ohne Pumpe. Nach ungefähr vierwöchiger Betriebszeit war der Beharrungszustand erreicht, der sich bis zur Stillsetzung der Wasserhaltung nicht mehr änderte. Während der ganzen Betriebszeit wurden nur einmal die Lager abgeschmiert. Eine Lagerauswechslung oder eine sonstige Ausbesserung waren während dieser Zeit nicht notwendig. Nü.

Der Verfasser des in vorstehender Zuschrift besprochenen Aufsatzes verzichtet auf eine Erwiderung. Die Schriftleitung.

<sup>2)</sup> Bautechn. 1927, Heft 46, S. 662 u. 686.

<sup>3)</sup> Bautechn. 1927, Heft 46, S. 662; 1929, Heft 8, S. 117; 1931, Heft 53, S. 739.

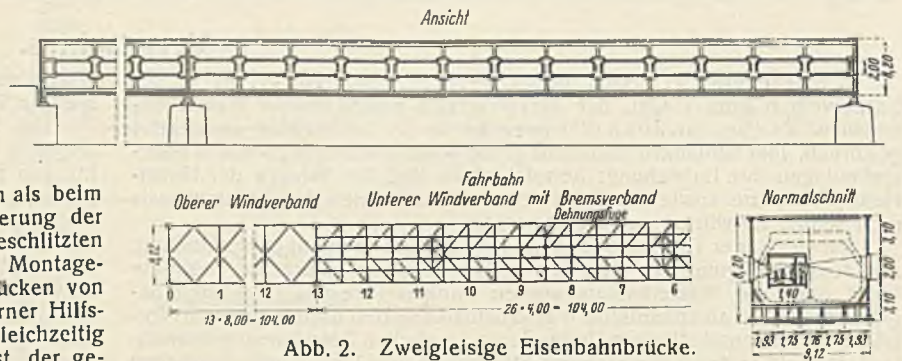


Abb. 2. Zweigleisige Eisenbahnbrücke.

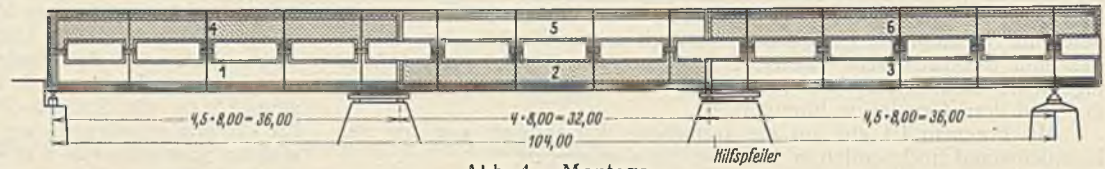


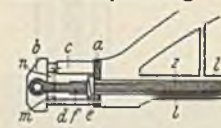
Abb. 4. Montage.

### Patentschau.

Doppelschütz mit gemeinsamem Antrieb für beide Schütztafeln. (Kl. 84 a, Nr. 522 754 vom 8. 3. 29 von Gg. Noell & Co. in Würzburg.)

Durch den Antrieb kann die obere Schütztafel in die Staulage gebracht und auch wieder abgesenkt werden, wenn sie auf der Wehrsohle aufsteht, außerdem können die beiden Schütztafeln in hintereinandergeschobenem Zustande gehoben und gesenkt werden. Die Hauptzahnstange  $c$ , die zum Windwerk führt, ist lose in dem Endrahmen  $d$  der unteren Schütztafel  $b$  gelagert. In jedem Endrahmen ist noch ein Zahnritzel  $f$  gelagert, das in die Zahnstange  $c$  der unteren Schütztafel und gleichzeitig auch in die Zahnstange  $g$  der oberen Schütztafel eingreift. Beim Ablassen der Schütztafeln befindet sich die obere Kante der Tafel  $a$  in gleicher Höhenlage mit der der unteren, und der Anschlag  $h$  am unteren Ende der Zahnstange  $c$  liegt an dem Querbalken  $i$  an. Wird die obere Tafel in die Staulage gebracht, so wird die Zahnstange  $c$  weiter nach unten gedrückt, wobei sie das Ritzel  $f$  in Umdrehung versetzt, das durch Vermittlung der Zahnstange  $g$  auf die obere Schütztafel  $a$  wirkt; das Absenken geschieht in umgekehrter Richtung. Gegen das Auspringen der Zahnstangen  $c$  und  $g$  sind Gegenrollen  $k$  angebracht.

Herstellung von Eisenbetonbogenbrücken mit angehängter Fahrbahn und Zugbändern aus Eisenbeton. (Kl. 19 d, Nr. 535 440 vom 21. 2. 28 von Dr.-Ing. Franz Dischinger in Wiesbaden.) Um nicht nur die Risse des Eisenbetonzugbandes zu vermeiden, sondern auch zur Verringerung der in den Gewölben infolge Verlängerung des Zugbandes auftretenden zusätzlichen Biegemomente, wird das vorerst lose gelagerte eiserne Zugband gleichzeitig mit dem Ausrüsten der Brücke durch Ausstrecken mittels Pressen vorgespannt und dadurch bis zum Maß seiner Höchstdehnung gegenüber den Fahrbahnträgern gekürzt, so daß trotz der Vorspannung beim Zugband keine Verlängerung gegenüber den Gewölben eintritt; damit fallen auch die zusätzlichen Biegemomente des Gewölbes infolge Verlängerung des Zugbandes weg. Das Zugband ist vorerst in dem Fahrbahnträger  $l$  in einer oben offenen Aussparung beweglich gelagert. Beim Ausrüsten der Brücke wird es am anderen Ende der Brücke durch die Druckwasserpresse  $c$  gestreckt und um das Maß der Zugbandverlängerung und der Bogenverkürzung aus dem Fahrbahnträger ausgezogen und damit vorgespannt. Das Auspressen geschieht mit einer einzigen Presse  $c$ , während der Hebel  $b$  auf der anderen Seite gegenüber der Lagerplatte  $a$  durch eine Druckstrebe  $d$  abgestützt ist. Hierbei kann man den Preßdruck durch Wahl der Hebelarme  $n$  und  $m$  verringern. Um ein Zurückschnellen des Zugbandes beim Versagen der Pressen zu verhindern, werden entsprechend dem Maße des Ausziehens zwischen der Lagerplatte und der Verdickung  $f$  des Zugbandes Platten oder Keile  $e$  eingeschoben. Nach Ausrüstung der Brücke und Streckung des Zugbandes wird das Zugband in den Fahrbahnträgern einbetoniert.



INHALT: Die Bekämpfung betriebstörender Strömungen im Unterhaken der Schleuse Spandau. — Beseitigung von Schäden an der Talbrücke bei Müngsten. — Wälzlager im Naßbaggerbetrieb. — Umbau der Straßenbrücke über den Rhein bei Mainz. (Schluß.) — Vermischtes: J. R. Freeman †. — Geschlitzte Blechträger. — Berichtigung zu dem Aufsatz „Beitrag zur Berechnung gekrümmter Träger“. — Zuschriften an die Schriftleitung. — Patentschau.

Schriftleitung: A. Laskus, Geh. Regierungsrat, Berlin-Friedenau.

Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.

Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin.