

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	79/80 (1922)
Heft:	9
Artikel:	Die "Tauchbootsschleuse", ein Beitrag zur Lösung des Problems der Schiffshebewerke
Autor:	Burkhardt, E.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-38054

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 21.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

gewandt worden. Ihr Hauptanwendungsgebiet bilden die Flüsse mit flachen Ufern, wo nicht zu grosse Stauhöhen verlangt werden. Parallel der Flussaxe werden Pfeilerwände gestellt, die durch Eisenbetonplatten miteinander verbunden werden. Einen der Vorzüge der Bauart Amburseen bildet der Umstand, dass diese Mauern auch bei schlechten Fundament-Verhältnissen angewandt werden können. Durch mehr oder weniger starkes Neigen der Verbindungsplatten kann der darauf lastende Wasserdruk selbst zur Erhöhung der Mauerstabilität herangezogen werden. Meist sind diese Platten um 42° gegen die Wasserfläche geneigt.

Einen weiteren Typus, der besonders in Kalifornien und Arizona zur Anwendung kommt, bildet die *Vielfachbogen-Mauer*. Der Bauart Amburseen ist sie grundsätzlich ähnlich, jedoch werden hier die Pfeiler durch Gewölbe verbunden. Diese Gewölbe sind um etwa 45° gegen das Wasser geneigt, bilden Zylinder-Segmente und werden auch als solche berechnet.

Die genannten Staumauern bilden die „reinen“ Typen. Daneben kommen auch Konstruktionen vor, die Kombinationen der geschilderten Typen darstellen. (Schluss folgt.)

Die „Tauchbootschleuse“, ein Beitrag zur Lösung des Problems der Schiffshebewerke.

Von Dr.-Ing. E. Burkhardt, Stuttgart.

Die neueren Entwürfe zu Schiffahrtswegen, als Glieder eines grossen, Länder verbindenden Wasserstrassennetzes, haben erneuert das Problem grösserer Schiffshebung aufgerollt. Zwingend hierfür war einerseits die Gestaltung des zu durchschneidenden Geländes zusammen mit dem Bestreben, möglichst lange Kanalhaltungen und wenige Absteige herzustellen, andererseits die Schwierigkeit der Beschaffung des erforderlichen Schleusungswassers, das in den hochgelegenen Haltungen und bei den grossen Ausmassen der Kanalanlage manchenorts nicht mehr aus den natürlichen Zuflüssen gedeckt werden konnte.

Die bis heute bekannt gewordenen Entwürfe zur Lösung dieses Problems: die sogenannten Schiffshebewerke mit senkrechter Hebung, die Schiffshebung auf geneigter

Ebene und die sogen. Hebelhebewerke, waren und sind in ihrem Ergebnis nicht derart, dass sie das Forschen nach andern Lösungen aufgehalten hätten. Auch die schon ausgeführten älteren Hebwerke ersterer Art, wie das Hebwerk bei Les Fontinettes (für 300 t-Kähne und $13,1$ m Gefälle) in Frankreich, und bei La Louvière in Belgien

(für 400 t-Kähne und $15,4$ m Gefälle), sowie das im Jahr 1895 bei Henrichenburg am Dortmund-Ems-Kanal erbauete Hebwerk mit 14 bis 16 m Gefälle für Schiffe bis zu 900 t gaben keine Veranlassung zu ihrer Nachahmung bei den neuen Entwürfen.

Eine neue Lösung¹⁾ des Problems, die dem Verfasser durch Schweizer Patent Nr. 86143 geschützt ist, möge nachstehend beschrieben werden. Die als „Tauchbootschleuse“ bezeichnete Lösung beruht auf der Nutzbarmachung der Auftriebskraft des Wassers und besteht aus einem röhrenförmigen Tauchkörper, der in einem mit Wasser gefüllten Tauchschat auf- und abbewegt wird, dessen Stirnseiten gegen die Kanalhaltungen durch Schützen abgeschlossen sind.

Der Tauchkörper,

der im Innern das zu befördernde Schiff aufnimmt, ist so bemessen, dass sein Gewicht samt Füllung dem Auftrieb entspricht, sodass infolge des konstanten indifferenten Gleichgewichtszustands zum Heben bzw. Senken des Tauchkörpers nur eine geringe Zusatzkraft zur Ueberwindung der Reibung und Trägheit der Masse erforderlich ist.

Im einzelnen spielt sich der Betrieb der Tauchbootschleuse folgendermassen ab: Angenommen das Schiff soll vom Unterkanal in den Oberkanal gehoben werden (Abbildung 1). Nach erfolgter Einfahrt durch die gezogene Schütze a des Tauchschat und das geöffnete Tor b des Tauchkörpers werden das Tor und die Schütze geschlossen; alsdann wird mittels der Zuleitung c Wasser aus dem Tauchschat in den Raum zwischen Schütze und Tor

¹⁾ Die Lösung entstand aus der durch Patent Nr. 85187 geschützten Vorrichtung zum Heben von Schiffströgen mit Hilfe rollender Gegengewichte und stellt die Nutzbarmachung konstanter Auftriebskraft für grosse Höhen dar. Der Gedanke war jedoch — wie sich ergab — erstmalig schon vor 100 Jahren in England aufgetaucht und sogar schon für kleine Verhältnisse, allerdings nur mit kurzem Bestand, verwirklicht. (Vgl. Handbuch der Ingenieur-Wissenschaft, 3. Teil, 1914, Der Wasserbau, Bd. 8, Die Schiffschleuse).

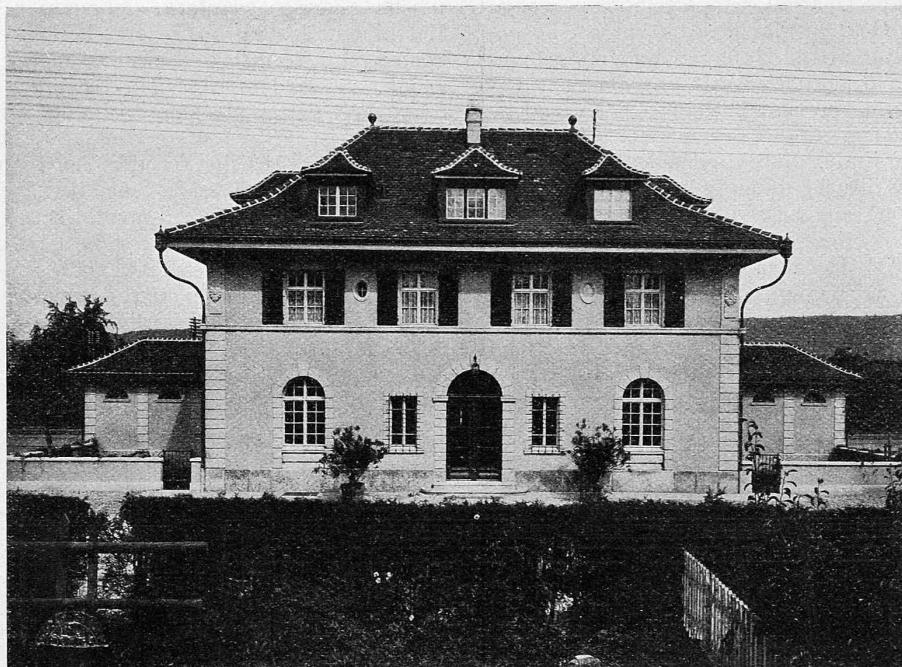


Abb. 11. Bahnhofgebäude Augst (Strassenseite). — Arch. Alb. Froelich, Zürich.

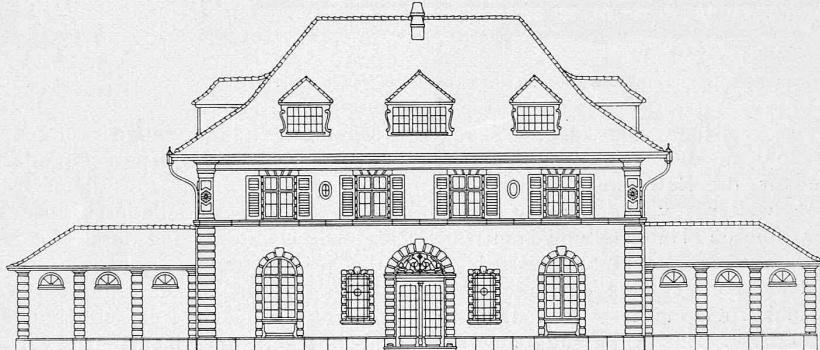


Abb. 10. Fassade der Strassenseite. — Massstab 1:250.

eingelassen, sodass Druckausgleich herrscht und der Dichtungsschild des Tauchkörpers, der vorher durch den Ueberdruck der Wasserfüllung im Tauchschatz an die Schachtoffnung angepresst wurde, sich von der Schachtoffnung löst.

Unter der Einwirkung einer zuvor vorgenommenen Gewichtsverringerung des Tauchkörpers in der Weise, dass der Tauchkörper in der unteren Haltestellung um ein geringes Mass über der Unterwasserspiegelhöhe festgelegt wurde, sodass beim Oeffnen des Tauchkörpers eine entsprechende Wassermenge in den Unterkanal abgeflossen ist, beginnt nun der Tauchkörper nach Auslösung der Führungs-Einrichtung e-e sich zu heben und bewegt sich entlang der Bahn f. Die Führungseinrichtung besteht aus gekuppelten Gallschen Ketten ohne Ende, die ein genaues Einhalten der horizontalen Lage des Tauchkörpers sichern.

In Oberwasserhöhe angelangt (Abb. 2 und 3) und an der Schachtoffnung festgelegt, wird das Wasser zwischen dem Tor b' und der Schütze a' mittels der Ableitung d' in den Oberwasserkanal abgelassen, sodass der Tauchkörper an die Schachtoffnung angepresst wird. Hierauf wird die Schütze a' gezogen, das Tor b' geöffnet und das Schiff kann in die obere Kanalhaltung ausfahren.

Vorteil im Tauchschatz selbst unter Mitbenutzung der Auftriebskraft des Wassers erfolgen.

Die maschinellen Einrichtungen beschränken sich auf Vorrichtungen zur Bewegung der Schachtschützen und Tore und zur Betätigung der Umläufe, ferner auf die Führungseinrichtungen e-e und f. Die Getriebe sind, da die Schützen und Tore nur in entlastetem Zustand bewegt werden müssen, einfach. Im ganzen sind empfindliche Maschinenteile, die im Wasser laufen, viel Unterhaltskosten und vermehrte Veranlassung zu Betriebstörungen geben, vermieden. Für den Betrieb ist noch von Bedeutung, dass der Schleusungsvorgang vor Wind und Wetter geschützt ist.

Die Betriebsicherheit der Tauchschleuse ist begründet in der *reinen* Nutzbarmachung der Auftriebskraft, die als solche unbedingt wirken muss. Durch die Führung auf den seitlichen Bahnen f ist eine gewisse Freiheit in der Bewegung möglich gemacht, sodass Verschiebungen und Verdrehungen, die bei der Bewegung einer Röhre von etwa 100 m Länge und 15 m Durchmesser, wie sie bei einer Schleuse für 1200 t-Kähne erforderlich ist, nicht zu vermeiden sind, sich schadlos auswirken können; auch Wirbel-

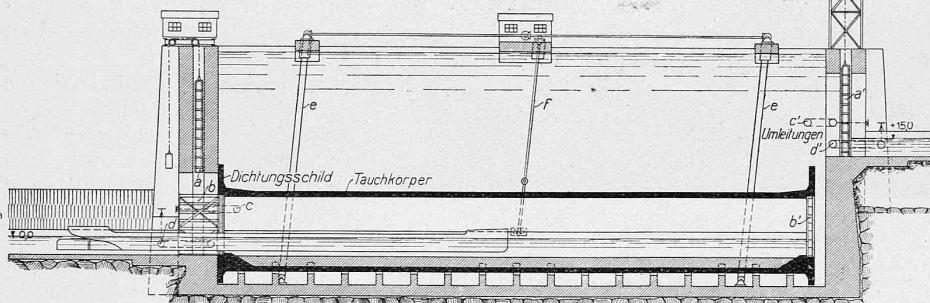


Abb. 1. Längsschnitt durch die Tauchbootschleuse: Tauchkörper in der unteren Lage.

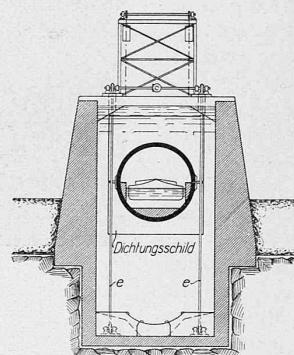


Abb. 2. Querschnitt der Schleuse.

In umgekehrter Weise vollzieht sich der Vorgang beim Abstieg vom Oberkanal in den Unterkanal. Damit auch in diesem Fall die für die Bewegung notwendige Gewichtsvermehrung ohne weiteres vorhanden ist, wird der Tauchkörper in der oberen Haltestellung um ein geringes Mass unter der Oberwasserspiegelhöhe festgelegt, sodass beim Oeffnen des Tauchkörpers eine entsprechende Wassermenge in den Tauchkörper einfliest und dadurch die Gewichtsvermehrung bewirkt. Zur Anpassung an verschiedene Wasserspiegelhöhen in den Haltungen trägt der Tauchkörper an den Enden vergrösserte Dichtungssilde; zum gleichen Zweck ist die Bahn f in ihrer Neigung veränderlich.

Was die Ausführung der Tauchschleuse anbetrifft, bietet diese bei der Einfachheit der ganzen Anordnung keine nennenswerten Schwierigkeiten. Die Sohle des Tauchschatzes liegt nur wenig tiefer als die Sohle im Unterkanal, sodass jegliche Tiefe und umfangreiche Fundierungen vermieden werden. Die Ausführung der Wände lässt sich der natürlichen Festigkeit des Gesteins anpassen, das ja an den Stellen, wo Hebwerke errichtet werden sollen, von Natur aus meistens gegeben ist.

Die statischen Verhältnisse des Tauchkörpers sind durch den allseitigen Wasserdruck klar und einfach. Die erforderliche Schwere des Tauchkörpers gestattet, den Querschnitt vollwandig auszuführen, sodass nur einfache Bewehrung notwendig wird; bei grossen Gefällstufen könnte eine Querschnittsform gewählt werden, die nur Druckbeanspruchungen aufweist. Temperaturänderungen sind bei der allseitigen Wasserberührung von geringem Einfluss auf den Tauchkörper. Die einfachen statischen Verhältnisse und der geringe Temperatureinfluss bieten andererseits Gewähr für eine leichtmögliche Dichtung des Tauchkörpers. Die Herstellung des Tauchkörpers kann mit

Erscheinungen und Saugwirkungen, die bei unmittelbarer Führung des Tauchkörpers entlang den Stirnwänden auftreten würden und zu folgenschweren Betriebstörungen führen können, sind dadurch ausgeschaltet.

Die Dichtung des durch die miteinander gekuppelten Gallschen Ketten e genau horizontal geführten Tauchkörpers an der Schachtoffnung gegen die Kanalhaltungen, die wohl mit von entscheidender Bedeutung für die Brauchbarkeit der Bauart ist, wird durch Auslösung des hydrostatischen Drucks und die Anordnung eines Vollgummiringes, der in dem Dichtungsschild bezw. in der Stirnwand eingelassen ist, bewirkt. Durch die Nutzbarmachung der Naturkraft des Wasserdrucks zur Erzeugung des Anpressdrucks bzw. des Tauchkörpers mittels abschliessbarer Umleitungen und die Anordnung der Gummidichtung, die, was wohl hervorzuheben ist, nur in der Haltestellung zu wirken braucht, ist jede gekünstelte Einrichtung vermieden. Die Einfachheit der Dichtungseinrichtung und die Grösse der ausgelösten Kräfte spricht für ihre Betriebsicherheit.

Der Gesamtvorgang beim Durchschleusen eines Schiffes besteht aus einer Reihe Einzelhandlungen bei der Auffahrt und bei der Anfahrt, wie Schliessen des Tors und der Schachtschütze, Oeffnen der Zuleitung, Auslösen der Führungsvorrichtung einerseits; nach erfolgter Abfahrt, Oeffnen der Ableitung, Oeffnen der Schachtschütze und des Tors des Tauchkörpers andererseits. Er kann automatisch und in kürzester Zeit durchgeführt werden. Unzulässigen Massnahmen im Betrieb der Einzelhandlungen kann hierbei durch elektrische Kupplung und Verriegelung vorgebeugt werden.

Um schliesslich den Betrieb noch weitergehend zu sichern, kann neben der Inbetriebsetzung des Tauchkörpers durch Wasserballast allein der Tauchkörper noch

durch motorische Kraft unter Zuhilfenahme der endlosen Ketten e-e bewegt werden. Verglichen mit der Betriebssicherheit der Kammerorschleuse, dürfte es in Anbetracht der Einfachheit aller Hilfsmittel nicht zuviel gesagt sein, wenn die Betriebsicherheit der Tauchbootschleuse mit der der Kammerorschleuse auf eine Stufe gestellt wird.

Ueber das System der Tauchschleuse wird im Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 3. Teil, 1914, der Wasserbau, Bd. 8, die Schiffsschleusen, ausgeführt¹⁾: „Die Tauchschleuse übertrifft die anderen Schwimmerschleusen durch die Einfachheit und Billigkeit der Gründung, sowie dadurch, dass, wenn der Brunnen aus Beton mit Erdhinterfüllung hergestellt wird, der Eisenverbrauch und damit die Unterhaltungskosten bedeutend geringer sind, als bei jenen. Da der Brunnen leicht nach dem Unterwasser entwässert und trocken gelegt werden kann, bildet er gleichzeitig für die Schleusentrommel ein bequemes Trockendock, sodass auch deren Unterhaltung keine Schwierigkeit bietet, was von den anderen Schwimmerschleusen nicht behauptet werden kann. An sich ist der Gedanke entschieden beachtenswert und für unsere jetzigen technischen Leistungen keineswegs schwer, vollständig betriebsicher durchzuführen.“ —

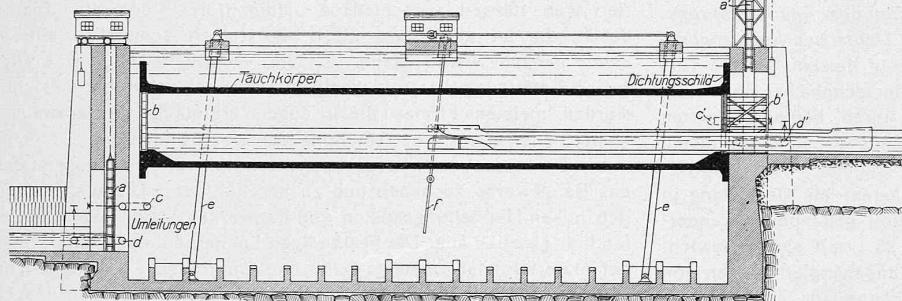


Abb. 3. Längsschnitt durch die Tauchbootschleuse: Tauchkörper in der oberen Lage.

Konnte die bis heute bekannt gewordene Konstruktion der Tauchschleuse in den Einzelheiten nicht befriedigen, war insbesondere eine betriebsichere und einfache Dichtung des Tauchkörpers an der Schachttoröffnung noch ungelöst, und war nicht zuletzt die Idee der Tauchschleuse ihrer Verwirklichung durch den Stand der technischen Wissenschaften lange Zeit vorausgeileit, so dürfte die vorgeschlagene Lösung in ihren Einzelheiten weitgehenden Anforderungen hinsichtlich des Betriebs und der Betriebssicherheit genügen; ihrer Verwirklichung stehen nach den heutigen Leistungen der technischen Wissenschaften Schwierigkeiten nicht mehr entgegen.

Anmerkung der Redaktion. Wir haben der generellen Darstellung dieser Tauchbootschleuse, trotz gewisser Bedenken grundsätzlicher Natur, Aufnahme gewährt, nachdem uns der Verfasser mitgeteilt, dass sie in den Abmessungen von 12 m Breite und 85 m Länge bei 15 m Höhe für den Abstieg des Oder-Spreekanals bei Fürstenberg a. d. Oder, ferner für Niederfinow am Finowkanal in Aussicht genommen ist. Bei Entwurfbearbeitung durch erstklassige deutsche Baufirmen habe es sich bisher gezeigt, dass sich alle technischen Fragen durchaus einwandfrei lösen lassen.

Vom Deutschen Eisenbau-Verband.

Der Deutsche Eisenbau-Verband, die 1904 gegründete Vereinigung der deutschen Eisenbaufirmen, hielt seine letzthäufige Hauptversammlung vom 12. bis 14. Oktober in München ab.

Aus dem Geschäftsbericht geht hervor, dass der Verband in zielbewusster Zusammenfassung aller seiner Kräfte mit Erfolg bemüht ist, die auch seiner Industrie durch den Krieg geschlagenen Wunden zu heilen. Die Gesamterzeugung des Verbandes im

¹⁾ Vergl. auch „Wasserkräft“ Nr. 13 vom 10. Juli 1920, „Moderne Hebesysteme für Grossschiffahrtsstufen“, von Reg.-Baumeister Baun.

Geschäftsjahr 1920/21 beläuft sich auf 209000 t, mit einem Lieferungswerte von 1,2 Milliarden Mark. Die Zunahme der Beschäftigung war eine erfreuliche, immerhin bleibt sie noch gegenüber einer Erzeugung von 412000 t, mit einem Lieferungswert von 120 Mill. Mark, im letzten Friedensjahr 1913/14, erheblich zurück.

Ein wesentlicher Teil der Verbandstätigkeit ist auf die Fortbildung der Eisenbau-Wissenschaft gerichtet.¹⁾ In enger Fühlungnahme mit den Technischen Hochschulen und behördlichen Organen wird in Kommissionen und durch, in Materialprüfungsanstalten und Instituten durchgeführte Versuche sehr wertvolle Arbeit geleistet, deren Bedeutung für eine innige Verbindung von Theorie und Praxis besonders erwähnt zu werden verdient. Zahlreiche Vertreter der Wissenschaft und Praxis, die sich zu den wissenschaftlichen Verhandlungen, die in der Technischen Hochschule in München stattfanden, eingefunden haben, zeigten, welche Bedeutung diesem innigen Zusammenwirken von Lehre und Erfahrung beigemessen wird.

Im Namen des Rektors der Technischen Hochschule begrüßte Prof. Dr.-Ing. Schachenmeier die Versammlung. Er wies dabei auf die Notwendigkeit des Zusammenarbeits von Technischen Hochschulen und der Industrie hin, und der Vorsitzende des Verbandes, Geh. Baurat Dr.-Ing. Carstanjen, gab einen Überblick über die Gründung und die Entwicklung des Deutschen Eisenbau-Verbandes, der, rein wirtschaftlichen Bedürfnissen entsprungen, schon wenige Jahre nach der Gründung zur Verfolgung wissenschaftlicher, für die Eisenbauweise wichtiger Fragen in erheblichem Umfang ausgebaut wurde.

Die wissenschaftlichen Vorträge wurden durch Dipl.-Ing. Rein vom Deutschen Eisenbau-Verband eingeleitet, mit dem Bericht über „Versuchsarbeiten des Deutschen Eisenbau-Verbandes“. Im Zusammenhang mit den bereits 1909 begonnenen Arbeiten wurden Versuche mit einer mehrfachen Stoßdeckung besprochen. Eine bedeutsame Arbeit wurde geleistet durch Vorversuche, die

die Verwendbarkeit grosser Prüfmaschinen stehender und liegender Anordnung, und die Frage der zweckmässigsten Lagerung für die geplanten umfangreichen Knickversuche klären sollten. Die grosse liegende 3000 t-Maschine, vom D.E.V. eigens für Versuchszwecke 1912 gebaut²⁾, hat sich auch für kleine Stablängeln und kleine Kraftäusserungen als vollkommen brauchbar erwiesen. Soweit die Ueberprüfung der Ergebnisse einen Schluss zulässt, wird sich voraussichtlich die Lagerung der Stabenden von auf Druck, bzw. Knickung beanspruchten Stäben auf kleinen Stahlkugeln mit besonderen kleinen, nach jedem Versuch auszuwechselnden Stahl-Einsatzpfannen von ganz besonderer Härte, als zweckmässig erweisen. — Ing. Rein berichtete ferner über umfangreiche Versuchsreihen über Winddruckmessungen an Brückenmodellen. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigen, dass bei senkrecht auftreffendem oder schwach geneigtem Luftstrom der Winddruck auf vollwandige und gegliederte Brückenträger abhängig ist von dem Quadrat der Windgeschwindigkeit und ausgedrückt werden kann durch die Beziehung: $W \text{ kg/m}^2 = 0,1 v^2 \text{ m/sec}$. Der Unterschied, herrührend von den verschiedenen Ausbildungen der Querschnitte der einzelnen Stäbe, ist für die Praxis unbedeutend. Zwei hintereinander angeordnete Brückenträger beeinflussen sich gegenseitig und bei zwei Brückenträgern, deren Abstand ein Mehrfaches ihrer Bauhöhe beträgt und die nicht durch eine Querkonstruktion — Fahrbahn, Wind- und Querverbände — verbunden sind, ergibt ein schräger von oben unter 30° einfallender Wind wesentlich höhere Werte, als wenn er winkelrecht zu den Tragwänden wirkt. Die Grösse des Winddruckes wird nur unwesentlich durch den Völligkeitsgrad der Träger beeinflusst. Weitere ergänzende Modellversuche des D.E.V.

¹⁾ Berichte des Ausschusses für Versuche im Eisenbau: Heft 1 „Der Einfluss der Nietlöcher auf die Längenänderungen von Zugstreben und die Spannungsverteilung in ihnen“, 1915. — Heft 2 „Versuche zur Prüfung und Abnahme der 3000 t-Maschine“, 1920. — Heft 3 „Versuche mit Anschlüssen steifer Stäbe“, 1921. Des fernern: „Festigkeitsversuche mit Eisenkonstruktionen“ 1909, „Versuche mit Nietverbindungen und Brückenteilen“ 1911, und „Untersuchung von Druckstreben auf Knickfestigkeit“ 1914.

²⁾ „Prüfmaschine von 3000 t-Druckkraft für Eisenkonstruktionsteile“. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1912, Seiten 4, 7, 9.