

DIE BAUTECHNIK

14. Jahrgang

BERLIN, 28. August 1936

Heft 38

Alle Rechte vorbehalten.

Die Hochbauten des Eisenbahnsicherungswesens.

Von Reichsbahnoberrat Ernst Richter, Münster i. W.

Der Tag der Eröffnung der ersten von Stephenson auf der Strecke von Liverpool nach Manchester in Betrieb genommenen Eisenbahn brachte auch zugleich den ersten für die geschichtliche Entwicklung des Eisenbahnsicherungswesens bedeutsamen Eisenbahnunfall. Der englische Staatsmann William Huskisson, Abgeordneter in Liverpool, geriet auf dem Bahnhof Parkside unter den Eröffnungszug und wurde schwer verletzt. Mit einem gewissen Recht kann dieser Unfall als der Ursprung des Eisenbahnsicherungswesens angesehen werden. Stephenson ließ in der Folge an den Enden der Bahnhöfe und der unübersichtlichen Bahnabschnitte Scheibensignale aufstellen, die von Signalwerkern bedient wurden, die ihrerseits mit Hilfe des — gerade rechtzeitig erfundenen — elektrischen Telegraphen vom Bahnhofsgebäude her verständigt wurden.

Die Geschichte der Entwicklung des Eisenbahnsicherungswesens von diesen ersten Anfängen bis zu der heute erreichten Vervollkommenung kann natürlich hier nur mit einem Wort angedeutet werden. Ein Blick über das Hebelwerk eines elektrischen Mehrreihen-Stellwerks hinaus auf das im Schatten der Dunkelheit liegende, nur durch die zahllosen Weichen- und Signallampen kenntlich gemachte Fahrstraßengewirr eines großen Bahnhofs läßt erkennen, welch weiten Weg die Technik auf diesem Gebiete bis heute gegangen ist und wie sie den steigenden Anforderungen des Verkehrs weitergehen wird, um ein Höchstmaß an Sicherheit für den fahrenden Zug und für den den Bahnkörper irgendwie in Anspruch nehmenden Menschen zu erreichen.

Der Eisenbahnsicherungsfachmann wird nun, um seine schwierige Aufgabe erfüllen zu können, ein inniges Verhältnis mit dem Eisenbahnarchitekten aufnehmen müssen. Handelt es sich doch für ihn immer wieder darum, die Sicherung der Bahnanlagen, soweit nur irgend möglich, von einem Standort vornehmen zu lassen, wo der Mensch vor den Unbilden der Witterung geschützt ist. Denn immer noch ist es das Hirn dieses Menschen, das — auch bei den besten, seinen Willen kontrollierenden technischen Einrichtungen — die letzte entscheidende Tat auslöst. Er, der Sicherungsfachmann wird also dem Architekten nicht nur jede Einzelheit seiner von ihm für richtig und notwendig gehaltenen inneren Einrichtung zur Kenntnis geben, er wird mit ihm auch jeden Handgriff durchsprechen, der in dem zu errichtenden Gebäude getan werden soll, jeden Blick, der ungehemmt auf die zu sichernden Anlagen hinausgehen muß, mit ihm durchdenken, um eine völlig ausreichende und dabei doch nicht zu weitgehende Auflösung der Wände in Glas zu erreichen. Und der Architekt wird seinerseits diese Forderungen des Sicherungsfachmanns bei seiner Planung zusammenzubringen haben mit den in jedem Falle besonders gelagerten örtlichen Verhältnissen. So wird es des öfteren erforderlich werden, daß aus wirtschaftlichen und praktischen Gründen noch andere Belange des Eisenbahnbetriebes im Zusammenhange mit denen der eigentlichen Sicherung der Bahnanlagen erfüllt werden müssen. Um nur ein Beispiel zu nennen, kann oft die Unterkunft einer Rangiererguppe in günstiger Weise im Erdgeschoß eines hochgereckten Stellwerks untergebracht werden. Weiter wird es heute für den Architekten eine Selbstverständlichkeit sein, was in einer noch gar nicht sehr lange zurückliegenden Zeit in dieser Klarheit und Schärfe nicht gefordert wurde,

dem Gedanken „Schönheit der Arbeit“ auch an dieser Stelle zu seinem Rechte zu verhelfen. Wenn z. B. an der Tür des Untergeschosses des auf Abb. 1 gezeigten Stellwerks das Wort „Rangierer“ zu lesen ist, muß man wissen, daß diese Forderung nach „Schönheit der Arbeit“ in der Planung des Architekten auch hier Berücksichtigung gefunden hat: Die Männer, die nach harter Arbeit in Wind und Wetter eine Ruhepause einlegen oder sich zum Feierabend zurecht machen wollen, finden hier neben dem freundlichen Aufenthaltsraum die Möglichkeit, in besonderen Räumen sich zu waschen und zu duschen, ihre nassen Kleider unter warmem Durchzug zum schnellen Trocknen aufzuhängen und sich, jeder vor seinem Schrank, umzuziehen.

Von der Selbstverständlichkeit, daß das neu zu errichtende Bauwerk gut im Raume zu stehen hat, daß ihm darüber hinaus, wie es bei einem größeren Stellwerk eines Bahnhofs immer der Fall ist, eine persönliche Note zu geben ist, davon zu sprechen sollte sich erübrigen.

Der einfachste Hochbau im Eisenbahnsicherungswesen ist wohl das Haus des Schrankenwärters. Die Aufgaben und die Verantwortung dieses

einfachen Mannes, in dessen Hand die Sicherheit nicht allein der den Übergang über die Gleise benutzenden Menschen und Fahrzeuge, sondern damit oft auch des auf der freien Strecke vorbeibrausenden Zuges und seiner Insassen liegt, sind mit der Steigerung und der fortschreitenden Motorisierung des Verkehrs auf der Straße und mit der gleichzeitig einsetzenden Erhöhung der Fahrgeschwindigkeiten gewachsen. Auf Abb. 2



Abb. 1. Stellwerksgebäude.



Abb. 2. Schrankenwärtergebäude.

können wir ein Beispiel dieser Entwicklung von der „Postenbude“ zu einem neuen Schrankenwärtergebäude sehen. Brüderlich stehen diese beiden hier noch nebeneinander. Ob bei der Errichtung der kleinen „Bude“ von einer Planung eines Architekten gesprochen werden kann, muß füglich bezweifelt werden. Es wird damals wohl als genügend angesehen worden sein, daß ein „Normalentwurf“ aus irgendeiner Schublade genommen wurde. Ob der Mann, der dort vielleicht 30 Jahre und länger seinen Dienst machte, durch die kleinen Fenster viel von der Strecke und dem Übergang sehen konnte, ob die Tür infolge des besagten „Normalentwurfes“ ausgerechnet nach der Windseite zu liegen kam, war eben damals sicher nicht wichtig. Die handbediente Schranke wurde zu planmäßiger Zeit betreut, und damit hatte der Dienst meist schon sein Bewenden. — Das neue daneben errichtete Gebäude ist unter Berücksichtigung aller Belange des Eisenbahnbetriebes und des Straßenverkehrs durchdacht: Der Standort des Wärters, der die Schranken „fernbedient“, ist, der besseren Übersicht über Strecke und Straße wegen, hoch herausgehoben, der Blick geht ungehemmt überall hin. Im Untergeschoß steht der kleine Zentralheizungsofen, der das Gebäude und vor allem den oberen Dienstraum mit seinen großen Fensterflächen gleichmäßig erwärmt, und der Abort, der früher, wenn er überhaupt vorhanden war, irgendwo als Wellblechbude im Gelände herumstand, ist jetzt mit wenigen Schritten, unmittelbar neben dem Dienstraum angeordnet, zu erreichen.

In Abb. 3 bis 5 ist noch ein zweites Beispiel eines neuen Schrankenwärtergebäudes gegeben. Ein sehr lebhafter Überweg unmittelbar vor den Toren der Großstadt kreuzt hier in sehr spitzem Winkel den Bahnkörper. Um den Verkehr auf der Straße von beiden Seiten möglichst nahe an das gesperrte Gleis heranzubringen und ihn als Seitenverkehr durchzuführen, ist ein doppeltes Schrankensystem, verbunden mit Richtungsinseln innerhalb des gesperrten Straßenteils, geschaffen worden. Der

Schrankenwärter hat auf der überdeckten Terrasse seines kleinen Gebäudes ein kleines elektrisches Klavier, um es so zu nennen, zu stehen, auf dessen Tasten er während der lebhaften Verkehrszeiten mit angestrengter Aufmerksamkeit (die Bahnstrecke ist hier sehr unübersichtlich) zu spielen hat, um die Schranken zu bedienen. Für den Fall, daß eine Störung in dem elektrischen Betriebe eintritt, stehen unmittelbar daneben die mechanischen Ersatzantriebe für die Schranken. —

Die wichtigsten Hochbauten des Eisenbahnsicherungswesens sind — wie bekannt sein wird — die Stellwerke. Es verbietet sich, an dieser Stelle eine nähere Darstellung der Entwicklung des modernen Stellwerks zu geben. Die nachstehenden allgemeinen Ausführungen sollten aber doch demjenigen, der einem Stellwerkgebäude einigermassen mit Verständnis gegenüberstehen oder gar sein Inneres betreten will, bekannt sein.

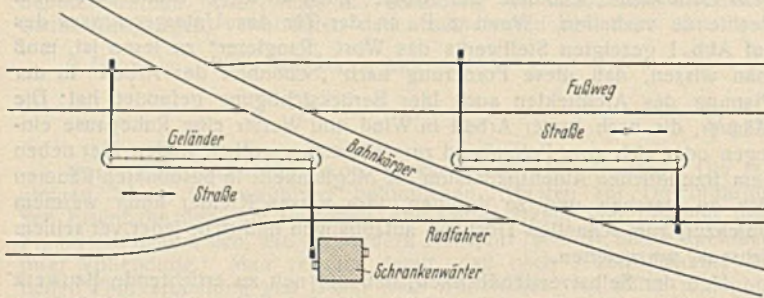


Abb. 3.

Der Zweck des Stellwerks ist, auf eine kurze Formel gebracht, der, die Betriebsicherheit zu erhöhen und den Zug- und Rangierdienst zu beschleunigen.

A. Nach der baulichen Einrichtung unterscheidet man im wesentlichen zwei Arten von Stellwerken:

1. Riegel- und Signalstellwerke. Durch sie werden Signale gestellt und ortsbediente Weichen durch Riegelhebel gerlegt. Die Abhängigkeit zwischen Signal und Weichen wird durch den sogenannten Fahrstraßenhebel hergestellt. (Die mit den Fahrstraßenhebeln verbundene Bahnhofsblokkung siehe weiter unten.)

2. Weichen- und Signalstellwerke; sie dienen zum Stellen der auf diese Weise fernbedienten Weichen und der Signale. Die Abhängigkeit zwischen diesen wird wiederum durch den Fahrstraßenhebel bewirkt.

B. Nach der betrieblichen Bestimmung unterscheidet man:

1. Befehlsstellwerke; hier herrscht der Fahrdienstleiter des betreffenden Bahnhofs, in dessen Hände allein die Regelung der Zugfolge gelegt ist. Es ist ein immer noch verbreiteter Irrtum, zu glauben, daß der Fahrdienstleiter in dem eigentlichen Bahnhofsgebäude sitzen muß. Bei größeren Betriebsanlagen wird sein Arbeitsplatz besser aus dem Getriebe dieses Gebäudes heraus und in ein Stellwerk verlegt werden. Oft wird es sogar erforderlich, um in besonders schwierigen Fällen den Fahrdienst einwandfrei durchführen zu können (siehe wiederum das weiter unten über die Bahnhofsblokkung Gesagte), für den Fahrdienstleiter eine besondere Befehlsstelle — ohne Stellwerk — mit guter Übersicht über die Bahnhofsanlagen zu errichten.

Abb. 6 zeigt das Innere einer solchen reinen Befehlsstelle eines größeren Bahnhofs.

2. Wärterstellwerke; hier ist der Stellwerkswärter von dem Befehl des an anderer Stelle untergebrachten Fahrdienstleiters abhängig.

3. Rangierstellwerke, die nur dem Rangierverkehr dienen.

Das in Abb. 1 dargestellte Stellwerksgebäude zeigt in letzterem Punkte eine Besonderheit. Es handelt sich hier um ein elektrisches Wärterstellwerk. In dem großen Erkerbau des oberen Dienstraumes ist nun

die Unterbringung eines zweiten, nämlich eines Rangier-Ablaufstellwerks vorgesehen. Die Handhabungen des hier seinen Dienst versiehenden Beamten haben mit denen seines Kollegen nebenan, der in dem eigentlichen Stellwerk die Zugfolge im Bahnhof zu betreuen hat, unmittelbar keine Beziehungen.

Um alle in dem Stellwerk oder in den Stellwerken eines Bahnhofs vorzunehmenden Sicherungsmaßnahmen in die Hand eines Beamten zu legen, der beurteilen kann, ob eine Zugfahrt stattfinden oder eine Fahrstraße freigegeben werden kann, ist die sogenannte Bahnhofs- und Streckenblockung eingeführt. Die einzelnen Blockfelder eines Bahnhofs oder einer Strecke werden geblockt und entblockt.

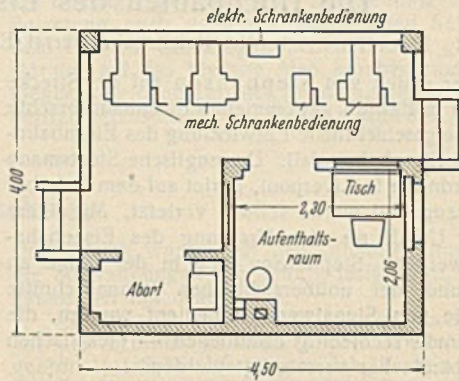


Abb. 4. Schrankenwärtergebäude.

Jedermann, der schon einmal einen Stellwerksraum betreten hat, hat dieses Blocken und Entblocken mitangesehen: Die an dem Blockkasten befindliche Blocktaste wird niedergedrückt, die Kurbel des Stromgebers (Induktors) wird gleichmäßig sechsmal herumgedreht, bis die Farbscheibe des Blockfensters ihre Farbe vollständig gewechselt hat. Rot oder weiß, das ist hier die Frage: Rot ist die Grundstellung; die Signale sind in Haltstellung festgelegt, die Fahrstraßen sind nicht verschlossen. Weiß bedeutet: die Signale sind zur Bedienung freigegeben, die Fahrstraßen sind verschlossen. Durch Umlegen des Signalhebels wird das Signal auf Fahrt gestellt und der zugehörige Fahrstraßenhebel in umgelegter Stellung festgelegt. Der Signalhebel kann erst nach dem Umlegen des zugehörigen Fahrstraßenhebels und letzterer erst bei richtiger Stellung der für die Fahrstraße in Betracht kommenden Weichenhebel umgelegt werden. (Eisernes Gesetz des Stellwerksdienstes.)

Über die richtige Unterbringung von Hebelbank, Block sowie der für den Zugmeldedienst erforderlichen Morseapparate und Fernsprecher vergleiche die beigegebenen Grundrisse ausgeführter Stellwerksräume.

Für die Streckenblockung auf freier Strecke, wo im allgemeinen nur Signale zu bedienen sind, werden reine Blockstellen zu errichten sein.

C. Nach der Bedienungsart unterscheidet man:

1. Mechanische Stellwerke,
2. Kraftstellwerke.

Es ist ein Irrtum anzunehmen, daß heute nur noch Kraftstellwerke gebaut würden. Bei einfachen betrieblichen Verhältnissen wird man immer noch auf das mechanische Stellwerk zurückgreifen können. In Abb. 7 bis 10 bringen wir ein mechanisches Wärterstellwerk eines mittleren Bahnhofs im Bezirk der RBD Münster (Westf.), das vor kurzem dem Betriebe übergeben worden ist. Es handelt sich hier um ganz einfache, normale Verhältnisse. An der Längsseite des seitlich der Gleisanlagen stehenden Gebäudes führt die Treppe frei zum Dienstraum herauf. An dem windgeschützten Vorraum liegt der Abort, hinter dem sich noch, unmittelbar vom Dienstraum zugänglich, eine kleine, jederzeit „splitter-sicher“ zu machende Ecke verbirgt, die im übrigen sonst als Wasch- und Schankraum benutzt wird.

Jeder, der den Stellwerksraum eines mechanischen Stellwerks betritt und die Tätigkeit des Stellwerkswärters an dem Hebelwerk beobachtet,

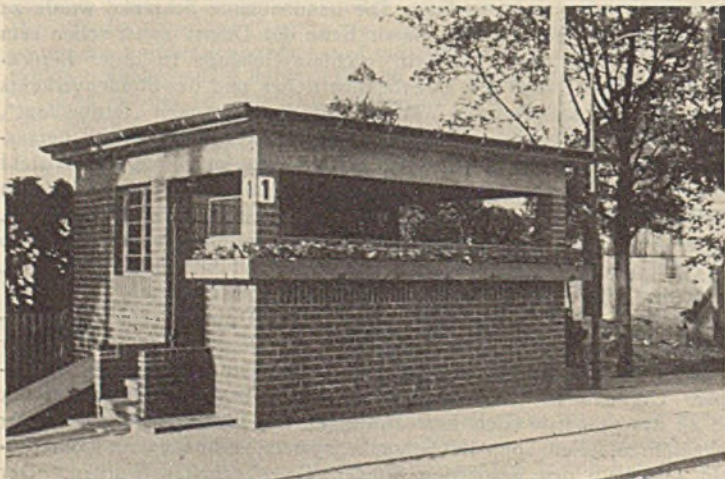


Abb. 5. Schrankenwärtergebäude.



Abb. 6. Befehlsstelle eines größeren Bahnhofs.

sollte wissen: Die Weichen- bzw. Riegelhebel haben blauen, die Signalhebel roten und die Fahrstraßenhebel grünen Anstrich. Im Vordergrund des in Abb. 7 gebrachten Innenraumes sehen wir die mit der Bahnhofsblokkung verbundenen Fahrstraßenhebel des Stellwerks. Die hier gezeigte Blockung steht in unmittelbarer Abhängigkeit von der an anderer Stelle

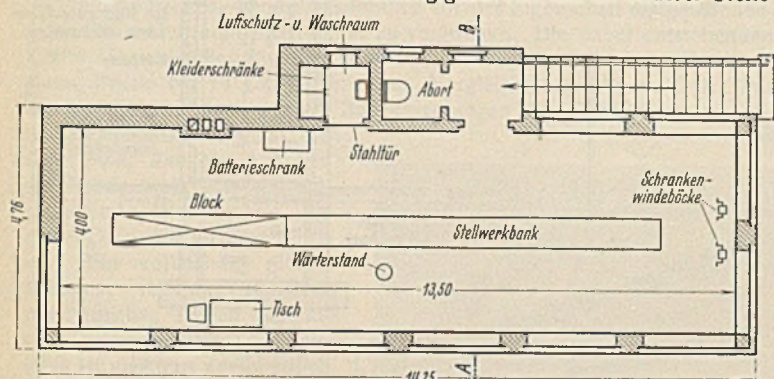


Abb. 8.

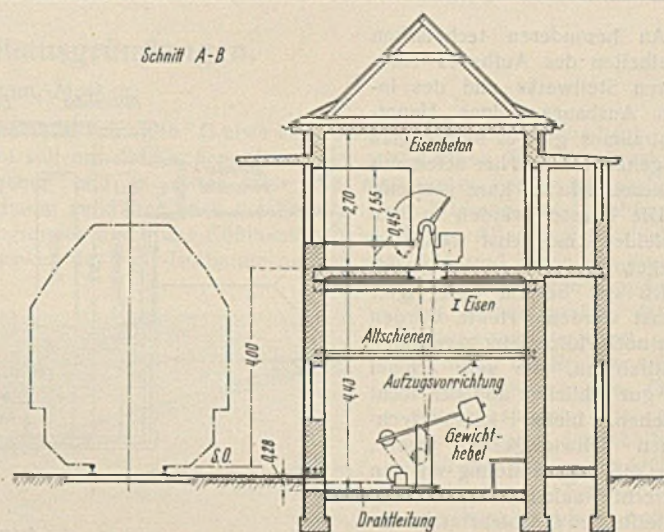


Abb. 9.

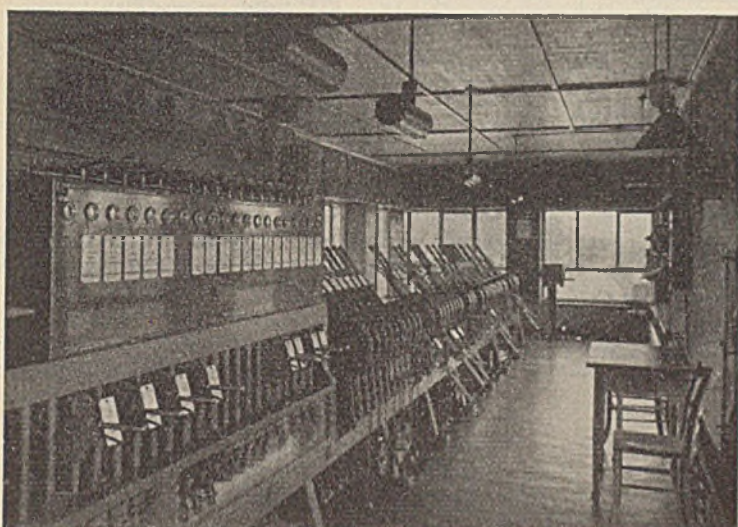


Abb. 7. Dienstrraum im mechanischen Stellwerk.

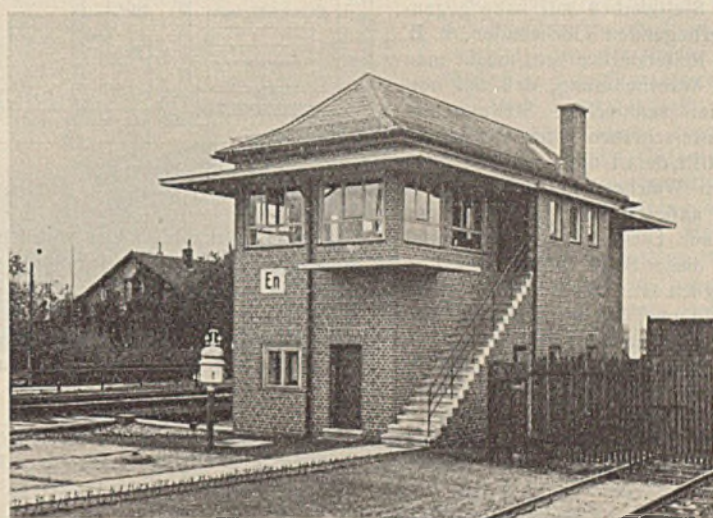


Abb. 10.

Abb. 7 bis 10. Mechanisches Wärterstellwerk.

des Bahnhofs untergebrachten Befehlsstelle des Fahrdienstleiters (siehe weiter unten).

Dem Stellwerkswärter ist gleichzeitig die Betreuung der Schranken eines unmittelbar neben dem Gebäude den Bahnkörper kreuzenden Überweges übertragen. Man wird gern das Endstellwerk eines Bahnhofs für diesen Zweck eines Schrankenwärterpostens wegen der so erreichten Personalsparnis mitverwenden. Unter dem Dienstraum befindet sich, und das ist auch ein wesentliches Merkmal eines mechanischen Stellwerks, der sogenannte Spannwerksraum (Abb. 9). Hier sind — unter dem oberen Hebelwerk — die Drahtzugspannwerke für die zu den draußen liegenden Signalen und Weichen führenden Leitungen untergebracht. —

Sollen bei gespannten Betriebsverhältnissen die Einrichtungen des Stellwerks von einem Mann bedient werden, so ergeben sich bei mechanischen Stellwerken gewisse Grenzen bei einer größeren Anzahl von Hebeln. Es liegt dies einmal an dem Kraftaufwande, der für die Bedienung der einzelnen Hebel notwendig ist, dann aber vor allem an der Länge der Hebelbank, die für die einzelnen Handhabungen größere Wege erforderlich macht. Eine Vermehrung der Bedienstellen in einem Stellwerksraum bedeutet aber eine Vermehrung der Fehlerquellen. Beim Kraftstellwerk liegen die Bedienungshebel gedrängter und übersichtlicher, jede Kraftanstrengung des Wärters ist vermieden.

In Abb. 11a u. b ist der Dienstrraum eines mechanischen Befehlsstellwerks dem eines als Ersatz dafür erstellten elektrischen Stellwerks im Grundriß gegenübergestellt. Wir sehen, wie heute im Gegensatz zu früher eine gedrängte und übersichtliche Anlage geschaffen ist.

In Abb. 12 bis 14 bringen wir ein Beispiel eines neuerdings im Reichsbahndirektionsbezirk Münster (Westf.) ausgeführten Kraftstellwerks. Es handelt sich um ein normales Befehlsstellwerk eines mittleren Bahnhofs. Die Außenwände des Dienstraumes sind, soweit es die Sichtverhältnisse erfordern, in Glas und Eisen

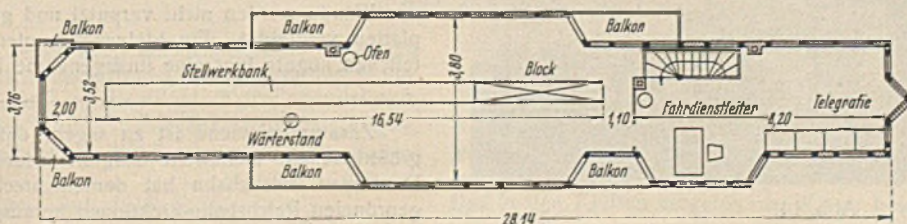


Abb. 11a.

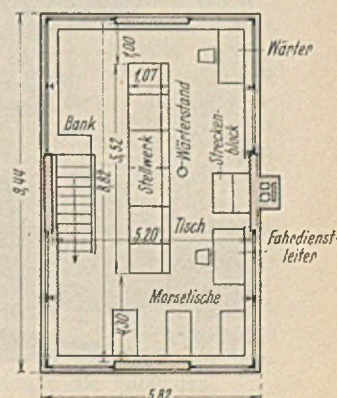


Abb. 11b.

aufgelöst. An einer Stelle ist ein kleiner Erker herausgebaut. Auch hier ist in dem hochliegenden Dienstraum des Stellwerks, und zwar in dem herausgebauten Erker, der Standort eines Schrankenwärters untergebracht. Das Gebäude selbst steht mitten zwischen den Gleisen. Das Erdgeschoss wird, wie meist in solchen Fällen, in geringer Breite gehalten werden, um den lichten Raum der vorüberfahrenden Züge freizuhalten. Der Dienstraum kragt soweit über die Untergeschosse hinaus, wie es zur Unterbringung der Inneneinrichtung und wegen der jeweils gegebenen Sichtverhältnisse erforderlich ist. Die letztere unabwiesbare Forderung des Betriebes zwingt den Architekten in vereinzelt Fällen zu Lösungen (Auskragungen des immer als geschlossene Masse wirkenden Obergeschosses oder dessen Unterstützung durch ganz schmal gehaltene Eisenstützen), die vom baukünstlerischen Gesichtspunkte aus gewagt erscheinen müssen.

Das Kabel wird durch den massiven Fußboden des Erdgeschosses (unter dem sich ein Luftschutzraum befindet) hochgeführt in den Umformer- und geht über den Gleichrichter in einen Kabelverteilungsraum des Zwischengeschosses. Die einzelnen Kabelstränge gehen dann schließlich innerhalb der etwa 6 cm hohen Magerbetonauffüllung des Fußbodens im oberen Dienstraum zu den einzelnen Stellen, wo sie benötigt werden: zum eigentlichen Stellwerk, zum Streckenblock und zu den Morselischen.

Aufbau und sonstiger innerer Ausbau des Gebäudes gehen aus Abb. 12 bis 14 zur Genüge hervor. —

An besonderen technischen Einzelheiten des Aufbaues eines neueren Stellwerks und des inneren Ausbaues seines Hauptdienstraumes gibt es naturgemäß eine ganze Reihe. Hier seien nur die wesentlichsten kurz gestreift.

Die Fenster werden in den Blickfeldern möglichst weit heruntergezogen und sollen grundsätzlich mit bestem Spiegelglas verglast werden. Heute werden kaum noch Holzfenster verwendet. Metallrahmen, die sehr schmal sind, gut schließen und sich nicht verzichen, bieten keine technischen Schwierigkeiten mehr. Auch die Eckausbildung an den senkrecht aufeinanderstoßenden Fensterflächen geschieht fast durchweg in schmaler Eisenkonstruktion. In besonderen Fällen, und zwar bei Stellwerken mit nahe gegenüberliegenden Glaswänden, z. B. bei Reiterstellwerken, macht man die Wahrnehmung, daß bei normaler senkrechter Stellung der Fensterscheiben eine Spiegelung auftritt, derart, daß beim Durchblick auch Weichen- und Signallichter der anderen Seite in Erscheinung treten. Diese Spiegelbilder vermischen sich mit den Bildern der wirklich auf dieser Seite vorhandenen Lichter, so daß eine gefährliche Irreführung möglich ist. Durch eine leichte Neigung der Fensterflächen nach innen erreicht man, daß innerhalb des Blickfeldes keine Spiegelbilder mehr auftreten.

Das Auge des Stellwerksbediensteten darf vom Sonnenlicht unmittelbar nicht getroffen werden, auch bei tief stehender Sonne nicht. Diesem

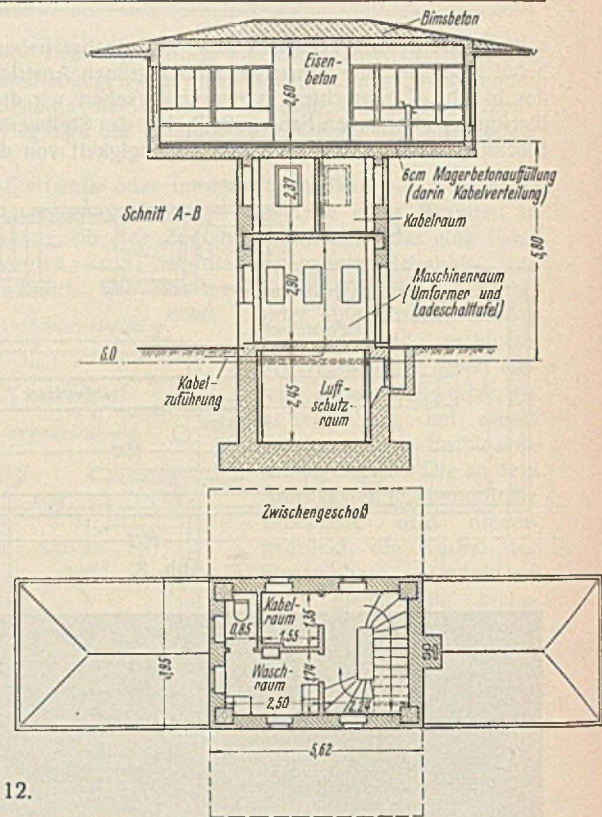
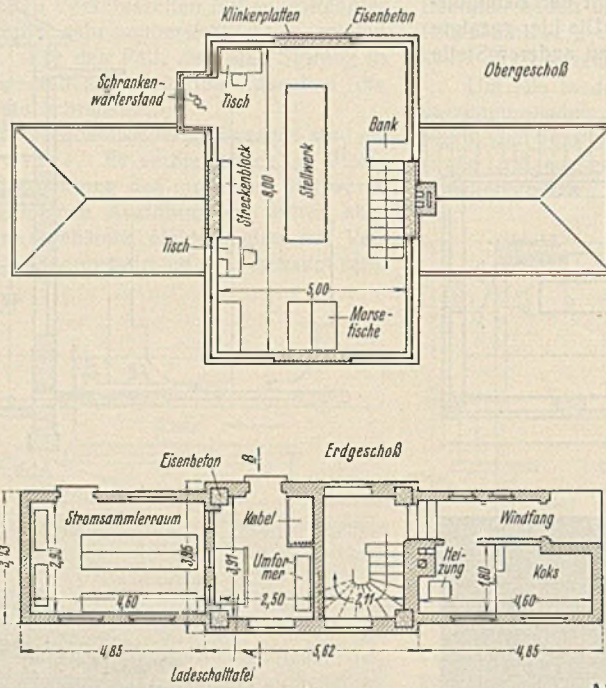


Abb. 12.

Ziel kommt man am nächsten, wenn man den Sturz der Fenster nur wenig höher hält als Augenhöhe und das Dach weit ausladen läßt (vgl. die in den Abbildungen gezeigten Beispiele).

Keinerlei Staubentwicklung darf in dem Dienstraum, dessen Sicherungsgerät mit größter Genauigkeit arbeiten muß, aufkommen. Eine örtliche Heizung ist natürlich ein Unding in einem solchen Raum. Die Decken

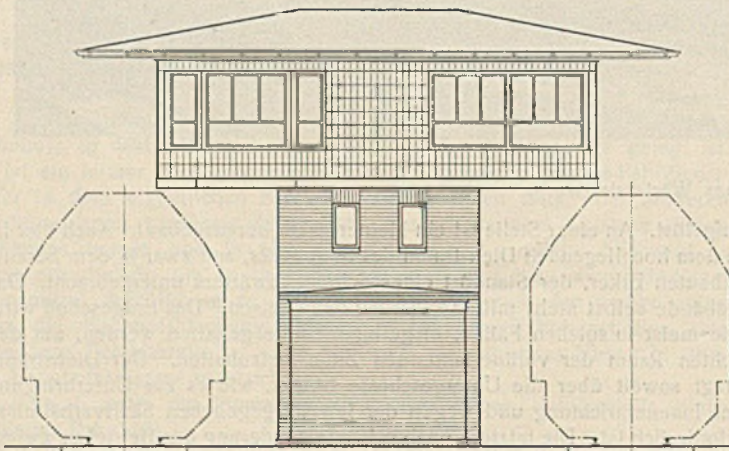


Abb. 13.

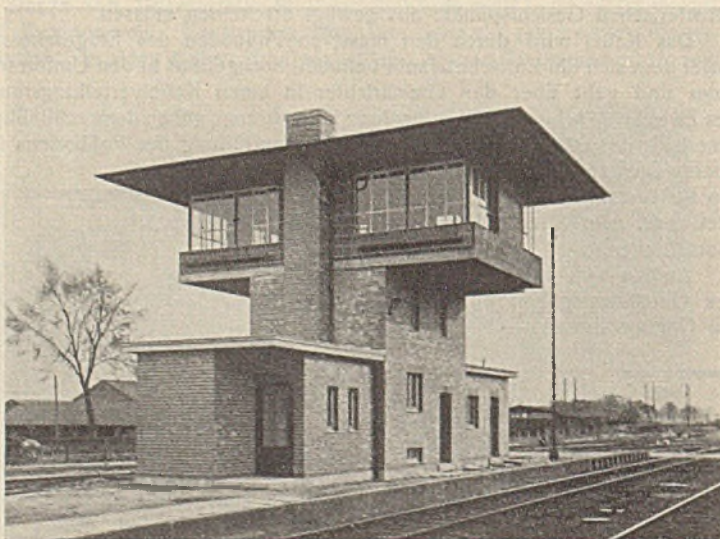


Abb. 14.

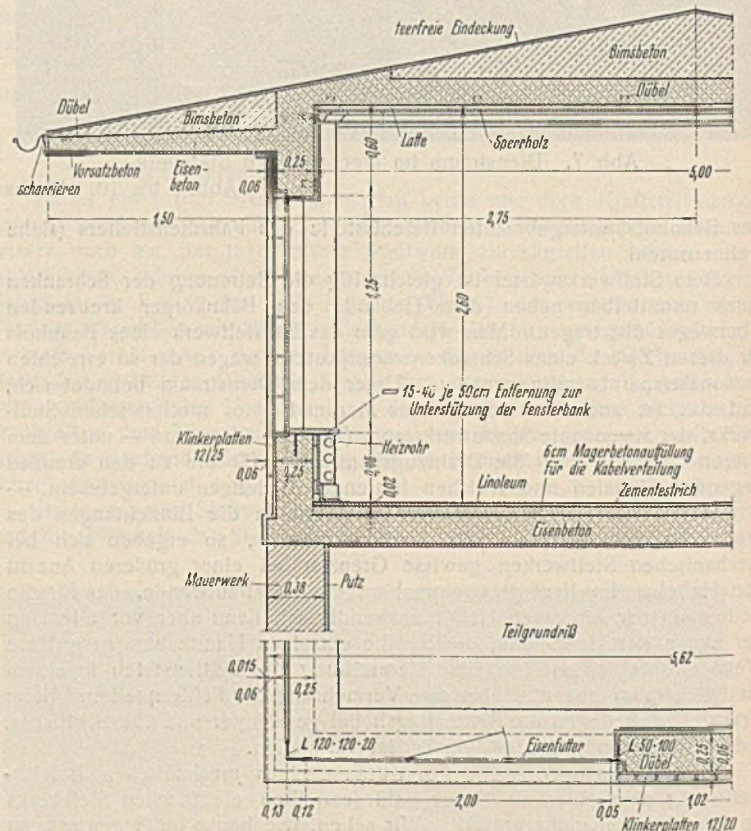


Abb. 15.

und Wände werden nicht verputzt und gestrichen, sondern mit Sperrholzplatten verkleidet. Ein kleines herunterfallendes Mörtel- oder Anstrichteilchen könnte hier eine unangenehme Betriebsstörung verursachen.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß der Bau eines Stellwerks die größdenkbare technische Sorgfalt erfordert. Die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn hat dementsprechende Weisungen an die nachgeordneten Reichsbahndirektionen herausgegeben.

Alle Rechte vorbehalten.

Wärmegänge der Kühlhausgründungen.

Von Prof. M. Steuermann, Moskau.

Die Vorschrift, die Fundamente eines Bauwerkes unterhalb der Frostgrenze zu verlegen, beruht bekanntlich auf der Eigenschaft einiger Bodenarten, beim Gefrieren ihren Raum zu vergrößern. Die dabei entstehenden Kräfte können außerordentlich groß sein: Leimboden übt beim Gefrieren einen Druck bis zu 150 kg/cm^2 aus. Vergleicht man diesen Druck mit den gewöhnlich vorhandenen Bodenpressungen der Gebäudefundamente von höchstens 5 kg/cm^2 , so sieht man, daß ein Anheben der Fundamente, die auf solchen Bodenarten stehen, bei deren Gefrieren unvermeidlich ist. Ein vollständig gleichmäßiges, für das Bauwerk unschädliches Heben kommt dabei selten zustande: das Bauwerk ist meistens uneinheitlich der Höhe und der Steifigkeit nach ausgebildet, der Boden ist selten auf dem ganzen Grundriß des Gebäudes gleichmäßig beschaffen, schließlich ist das Gefrieren und folglich das Heben des Bodens unter den verschiedenen Teilen des Bauwerkes ungleich groß. Das ungleichmäßige Heben der Fundamente führt aber zu Rissen im Bauwerk, die um so gefährlicher und schädlicher werden, je steifer die Konstruktion des Bauwerkes ist. Abb. 1 u. 2 zeigen Risse, die infolge des Hebens der Fundamente im Kühlhause Perm entstanden sind.

Auch die Bodenarten, wie Kies und Sand, die unter günstigen Bedingungen beim Gefrieren kein Quellen zeigen, können, wenn sie wassergesättigt sind, beim Frost für flach gegründete Bauwerke dadurch gefährlich werden, daß der Raum des Wassers im Baugrunde sich beim Gefrieren vergrößert, wodurch ebenfalls die Fundamente gehoben werden. Die allgemeine Vorschrift, die Fundamente unter der Gefriergrenze zu gründen, darf also nur in besonderen Ausnahmefällen, nach eingehendem Studium aller Verhältnisse, aufgehoben werden.

Die Frostgrenze liegt in den mittleren Zonen Europas etwa 1,20 m tief; im kalten Winter 1928/29 ging die Frostgrenze auch in Deutschland auf 1,50 m hinunter, was zu einer entsprechenden Verschärfung der Vorschriften bezüglich der Gründungstiefe führte.

Falls im untersten Stockwerk eines Kühlhauses, besonders in seinem Keller, Minus-Temperaturen herrschen, wird die Frostgrenze unter ihm bedeutend hinuntergedrückt. Beträgt beispielsweise die „mittlere Jahrestemperatur“ des Kühlhauses -15° , so herrscht dort ein „ewiger Winter“, allerdings nur auf einer beschränkten Grundfläche. Zum Vergleich sei hier in Abb. 3 der Einfluß der Beseitigung der Schneedecke auf einem beschränkten Grundriß schematisch dargestellt¹⁾. Eine derartige Mulde in den Boden-Isothermen bildet sich im Laufe der Zeit auch unterhalb eines Kühlhauses. Beobachtungen und Näherungsberechnungen zeigen, daß die Null-Isotherme unterhalb eines Kühlhauses mit einer Dauer-

temperatur von -15° C etwa 12 m unter der Bodenoberfläche liegt. Diese Zahl soll nur die Größenordnung der tatsächlichen Tiefe der Frostgrenze angeben und in erster Linie die auch unter Fachleuten verbreitete Meinung entkräften, daß die Erdwärme die Wirkung der Abkühlung des Baugrundes durch das Kühlhaus beheben kann. Allerdings geschieht das Absinken der Null-Isotherme nur langsam und wird besonders durch die Anwesenheit von Grundwasser mit seiner großen latenten Wärme stark verzögert, so daß Sumgin mit Recht von einem „Gefrierschirm“ des Grundwassers spricht. Bei einem Dauerbetriebe des Kühlhauses muß aber mit dem endgültigen Absinken der Null-Isotherme gerechnet werden, und die Fundamente sind entsprechend tief zu legen. Die Nichtbeachtung dieser Regel führt zu großen Schäden, was durch einige Beispiele aus der Praxis des Verfassers gezeigt werden soll.

Das Kellergeschoß des Kühlhauses Poltawa war zum Aufbewahren von Gütern bei Plus-Temperaturen konstruiert. Während des Betriebes wurden jedoch dort Minus-Temperaturen eingeführt. Nach 18 Monaten froh der lehmige Baugrund unter dem Kellerboden durch und hob ihn an. Man war gezwungen, die Kühlbatterien aus dem Kellergeschoß zu entfernen und wiederum zu Plus-Temperaturen überzugehen. — Das Kühlhaus Perm ist auf einer durchgehenden Platte gegründet, das Kellergeschoß wurde für Plus-Temperaturen konstruiert. Im Winter — in Perm herrschen Fröste bis zu -35° — wurde im Kellergeschoß Fleisch gelagert und deshalb der Zugang der Außenluft zum Keller ermöglicht. Noch im selben Winter froh der Baugrund — nasser Sand — unter der Gründungsplatte durch und hob die Platte so ungleichmäßig, daß die Säulen sich schief stellten und Risse, wie in Abb. 1 u. 2 gezeigt, erhielten. Eine völlige Instandsetzung des Kellergeschosses war erforderlich. Nach dieser lehrreichen Erfahrung sorgte die Kühlhausverwaltung dafür, daß im Keller keine Minus-Temperatur vorkam; seitdem sind auch keine Hebungen des Baugrundes mehr zu beobachten gewesen. In Iwanowo-Wosnesensk war das Kellergeschoß des Kühlhauses wärmeisoliert, da dort Minus-Temperaturen vorgesehen waren. Die Isolierung erwies sich jedoch als unzureichend; nach einem Jahre war der Boden hinaufgedrückt. Man hörte sofort mit dem Kühlbetrieb im Kellergeschoß auf, um den Frost nicht unter die Stützfundamente gelangen zu lassen.

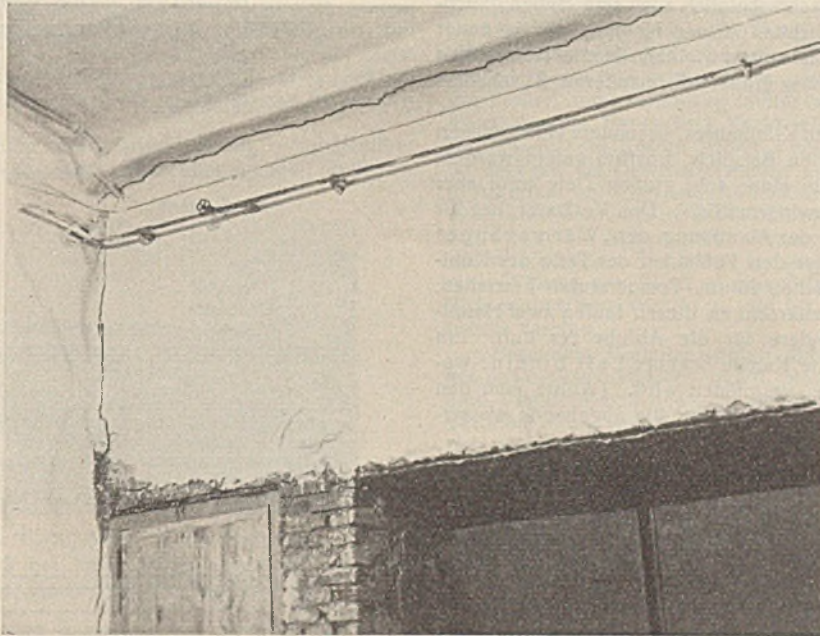


Abb. 1.

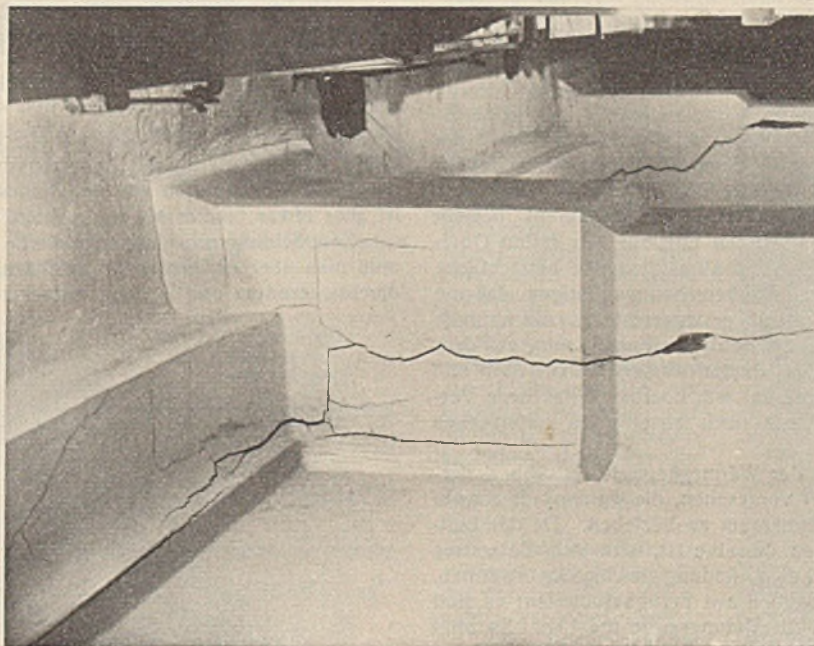


Abb. 2.

Ein Plus-Temperaturenkeller eines Kühlhauses im Handelshafen Leningrad wurde zu Gefrierzwecken verwendet, mit dem Ergebnis, daß der nasse Sand die Gründungsplatte hob und das Haus infolge starker Verformung zur Instandsetzung für längere Zeit außer Betrieb gesetzt werden mußte.

In Eriwan steht das kellerlose Kühlhaus auf stark zerklüftetem Fels. Das in den Klüften eingefrorene Wasser beschädigt die Fußböden.

¹⁾ Luboslawsky, Wetterlehre. Aufl. 1915, S. 75.

Ein Gegenstück zu den angeführten Beispielen bildet das Smirnow-Kühlhaus in Leningrad. Dieses aus der Vorkriegszeit stammende Bauwerk besteht aus Ziegelmauern, eisernen Säulen, Holzdecken. Die Holzdecken waren durch den Hausschwamm zerfressen und mußten durch Eisenbetondecken ersetzt werden. Gelegentlich dieses Umbaus untersuchte der Verfasser die Gründung des Hauses und stellte fest, daß der wassergesättigte Sand des Baugrundes auf eine bedeutende Tiefe gefroren war und die Fundamente auf gefrorenem Grunde standen. Es ist anzunehmen, daß beim erstmaligen Gefrieren der Baugrund seinen Raum vergrößert und das Bauwerk gehoben hat, jedoch sind, bis auf geringe Risse in den Wänden, keine Schäden im Bauwerk entstanden. Der Baugrund ist sehr gleichmäßig, so daß wahrscheinlich auch sein Heben gleichmäßig war, aber für die Unschädlichkeit dieser Hebung war in erster Linie der elastische Aufbau des Gebäudes wichtig, da die Holzdecken auch bei einer ungleichmäßigen Hebung größere Formänderungen schadlos ertragen.

Die Gründung eines neuzeitlichen Kühlhauses, besonders eines solchen aus Eisenbeton, muß, trotz des letzten Beispiels, frostfrei gelegt werden. Die Anordnung der Fundamente in einer sehr großen Tiefe wäre aber bei tragfähigem Baugrunde sehr unwirtschaftlich. Der Verfasser hat für seine Kühlhausbauten die Lösung in der Anordnung der „Wärmegänge“ bei Flachgründungen gefunden: Unter den Fußböden der Teile des Kühlhauses, in denen im untersten Geschoß Minus-Temperaturen herrschen, werden Luftkanäle angeordnet; senkrecht zu diesen laufen zwei Hauptkanäle: einer für die Zu-, der andere für die Abfuhr der Luft. Ein Ventilator (Luftpumpe) drückt in die Kanäle warme Luft hinein, wodurch das Gefrieren des Baugrundes vermieden wird. (Wollte man den Ventilator als Saugpumpe aufstellen, so würde er die abgehende wasserreiche Luft ansaugen und schnell rosten.)

Schickt man durch die Wärmegänge immer dieselbe Luft im Kreislauf hindurch, indem man sie in einem Ofen immer wieder anwärmt, so kann man die Wärmezufuhr durch das Maß der Erhitzung der Luft regeln und vermeidet die Bildung von Kondenswasser in den Wärmegängen; die Kosten der Ofenheizung muß man dabei mit in Kauf nehmen.

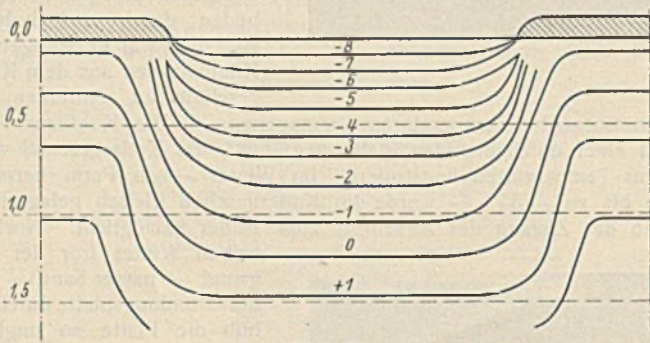


Abb. 3.

In manchen Fällen kann man im Winter auf das Durchschicken der warmen Luft verzichten und lediglich im Sommer die warme Außenluft durchpumpen, so daß der natürliche Wechsel der Jahreszeiten unter dem Kühlhaus nachgeahmt wird. Der Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, daß die Feuchtigkeit aus der warmen Luft auf den kalten Oberflächen der Wärmegänge ausscheidet, so daß allmählich eine beträchtliche Menge Wasser in die Gänge gelangt. Vorberechnungen zeigen, daß die Menge dieses Schwitzwassers bedeutend geringer ist als die normale Niederschlagsmenge. Es wird Sache der Betriebsleitungen sein, auf dem Wege der Messungen die Menge des Kondenswassers festzustellen und seine Wirkung auf das Bauwerk zu prüfen, wie überhaupt das neue Verfahren der Wärmegänge in der Praxis noch allseitig zu untersuchen sein wird.

Eine der ersten Ausführungen der Wärmegänge ist in Abb. 4 dargestellt. Dort wurde die Möglichkeit vorgesehen, die warme Luft sowohl von außen, als auch aus einem Wärmeraum zu beziehen. Da der Luftströmungswiderstand in allen Kanälen derselbe ist, wird sich die warme Luft überall gleichmäßig verteilen und die Gründung gleichmäßig erwärmen.

Die Wände der Wärmegänge bestehen aus Fertigbetontellen; es sind aber selbstverständlich auch andere Ausbildungsarten möglich. So zeigt beispielsweise Abb. 5 die in drei neueren Kühlhäusern verwendeten Querschnitte der Wärmegänge, die aus Backsteinmauern mit einer Betondecke hergestellt sind.

Die Gründung der Wärmegänge ist in Abb. 5 verbreitert angedeutet, was bei weniger tragfähigem oder durch den Aushub für die tiefer gehenden Fundamente gelockertem Baugrunde erforderlich ist.

Die beiden gezeigten Lösungen haben einen gemeinsamen Nachteil: die über den Gängen angeordnete Isolationsschicht aus leichten geschütteten Stoffen, wie Schlacke, Blms usw., setzt sich nachträglich, und der auf ihr

verlegte Boden erhält öfters Risse. Falls kein anderer Ausweg vorhanden ist, muß man einen behelfmäßigen Fußboden verlegen, um den endgültigen erst nach der Setzung des Schüttmaterials, unter Umständen erst nach einigen Jahren einzubauen. Einen gangbaren Weg hat Ing. Sagljadimow

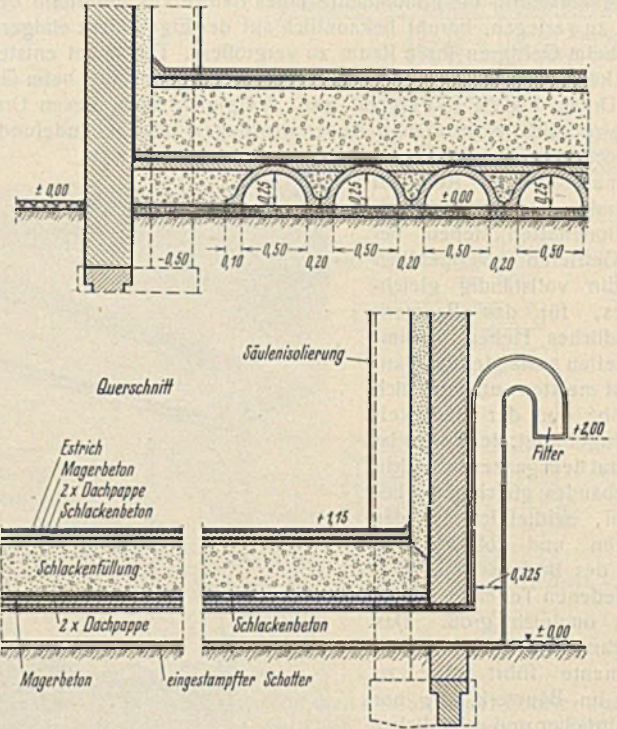


Abb. 4.

vorgeschlagen: an Stelle der losen Schüttung werden leichte Schlackensteine schachtbrettartig mit Zwischenschüttung eingebaut; die Setzung ist bei dieser Konstruktion auf ein Mindestmaß zurückgeführt; diese Lösung ist aber etwas teurer als nach Abb. 4 u. 5.

Zum Schluß noch einige praktische Bemerkungen: Die Dampfsolation muß man über und unter der Schüttung anordnen, um die Schüttung vor durchsickerndem und Kondenswasser zu schützen.

Bei einwandfrei trockenem Sand und Kiesboden sowie bei rissefreiem Fels kann man auf einen Frostschutz der Fundamente verzichten. Auch bei quellenden Böden kann man auf die Wärmegänge verzichten, wenn es sich um sehr billige Bauwerke von beschränkter Lebensdauer handelt, sowie bei Bauten, deren Konstruktion eine ungleichmäßige Setzung gut verträgt.

Bei Kühlhäusern mit schmalen Grundriß, wenn sie keinen Keller haben, scheint es zulässig, ohne Wärmegänge zu bauen. Zwei neue Kühlhäuser in der Nähe von Moskau wurden versuchsweise so ausgebildet und werden zur Zeit beobachtet.

Die Wahl der Gründungsart hängt von der Wärmegängenanlage nicht ab, soll also nach allgemeinen bautechnischen Gesichtspunkten geschehen. Bei durchlaufenden Plattenfundamenten sind die Wärmegänge parallel der Platte zu verlegen, damit die Platte auf einen gleichmäßig beschaffenen Baugrund zu liegen kommt.

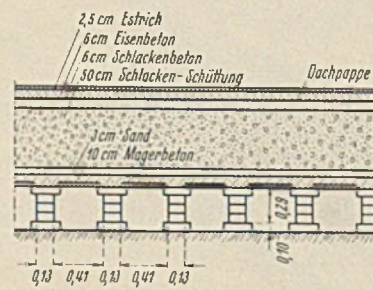


Abb. 5.

Alle Rechte vorbehalten.

Einiges vom heutigen Brückenbau in Amerika.

In einem Vortrage, den C. E. Webb, ein Ingenieur der American Bridge Company, vor der Vereinigung für Eisenbahnbau und Eisenbahnbrücken gehalten hat, stellte er den Howe-Träger, den er als den Anfang neuzeitlichen Brückenbaues ansieht, der im Bau befindlichen Brücke über das Goldene Tor von San Francisco mit ihrer Spannweite von 1280 m¹⁾ gegenüber. Howe war bekanntlich ein Deutscher, und so hat nach der Auffassung von Webb der amerikanische Brückenbau auf dem deutschen aufgebaut. Es ist daher reizvoll, zu verfolgen, welche Wege er dabei eingeschlagen hat. Dem europäischen Brückenbau gegenüber hatte der amerikanische das voraus, daß ihm die großen Ströme Nordamerikas Aufgaben stellen, die in Europa nicht oder nur ausnahmsweise vorkommen, und amerikanischer Unternehmungsgeist hat sich diesen Aufgaben gewachsen gezeigt; dabei ist aber nicht zu vergessen, daß deutscher Geist bei der Entwicklung des amerikanischen Brückenbaues in oft ausschlaggebender Weise mitgewirkt hat; es seien nur die beiden Namen Roebling und Lindenthal genannt.

Gegen Ende des neunzehnten Jahrhunderts errang — gegenüber Stein, Holz und Gußeisen — sich Stahl eine überragende Stelle im

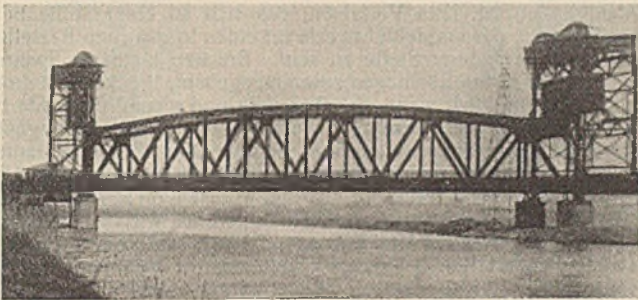


Abb. 1. Hubbrücke der Elgin, Joliet & Ost-Eisenbahn über den Des-Plaines-Fluß bei Joliet (zweigleisige Brücke von 95,5 m Stützweite unter 51° 37' Neigung).

Brückenbau²⁾; der Bau von Stahlbrücken ist also ein verhältnismäßig junger Zweig der Technik, und seine Entwicklung hängt zum Teil eng mit den Fortschritten im Eisenbahnwesen zusammen. Die Zunahme des Gewichts der Lokomotiven und die erhöhten Geschwindigkeiten zwangen zum Umbau und zur Verstärkung älterer Brücken. Andererseits verlangte die Schifffahrt auf den großen Strömen Nordamerikas weitere und höhere Lichtöffnungen für die Brücken, wodurch der Brückenbau vor die Aufgabe gestellt wurde, Brücken mit Spannweiten zu entwerfen, die man vor gar nicht langer Zeit kaum für möglich gehalten haben würde. Wo es nicht zugänglich war, die geforderten Lichtweiten und vor allem die großen Lichthöhen mit festen Brücken zu schaffen, mußten bewegliche Brücken gebaut werden, ein Gebiet, auf dem der amerikanische Brückenbau Besonderes geleistet hat (Abb. 1).

Unterstützt wurde der Stahlbrückenbau bei seiner Entwicklung zum heutigen Stande durch die Hütten- und Walzwerke, die ihm einen festeren Stahl und geeignete Formen für seine Zwecke zur Verfügung stellten. Infolgedessen konnten dem stählernen Tragwerk höhere Beanspruchungen zugemutet werden, und die neuesten amerikanischen Vorschriften für den

¹⁾ Vgl. Bautechn. 1934, Heft 36, S. 464.

²⁾ Die Leistungen, die der Eisenbeton im Bau von Großbrücken vollbracht hat, sollen dabei nicht unterschätzt werden.

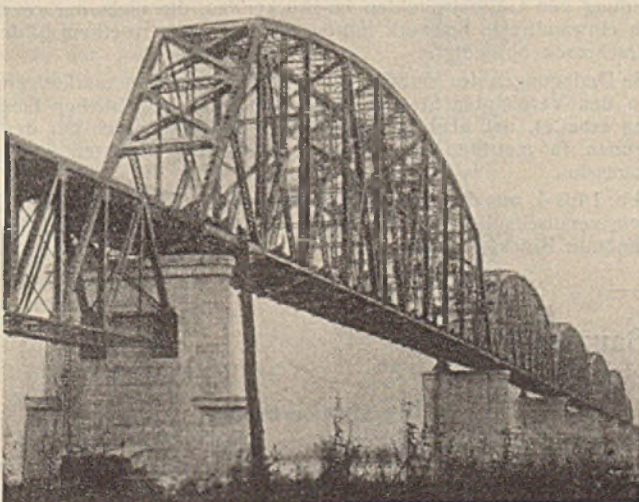


Abb. 2. Brücke der Chicago, Burlington & Quincy-Eisenbahn über den Ohio bei Metropolis (der längste Balkenträger auf zwei Stützen).

Brückenbau, herausgegeben von der American Railway Engineering Association, lassen denn auch schon für den gewöhnlichen Kohlenstoffstahl höhere Beanspruchungen zu; sie sehen außerdem die Verwendung von Silizium- und Nickelstahl vor, die namentlich für große Bauwerke wegen ihrer um bis 50% höheren Festigkeit und der damit verbundenen Verminderung des Eigengewichts einen besonderen Vorteil bieten. Ein solcher Vorteil kommt auch bei langen, schlanken Druckgliedern zur Geltung; er nimmt allerdings mit zunehmendem Schlankheitsgrade, wenn dieser besonders hohe Werte annimmt, wieder ab. Da der Preis der Sonderstähle hoch ist, bedarf es sorgfältiger Untersuchung, welche Stahlart technisch und wirtschaftlich die größeren Vorteile bietet.

Bei sehr weit gespannten Brücken spielt die Verminderung der Eigenlast bei Verwendung hochwertiger Stahls eine wichtige Rolle. Die Vergrößerung der Spannweite führt zugleich zu einer Verminderung der Zahl der Pfeiler, deren Gründung immer besondere Schwierigkeiten macht. Hier kann also die Verwertung hochwertiger Stahls einen merklich günstigen Einfluß auf die Kosten haben. Bei Brücken mit kleineren Spannweiten ist dagegen die Gewichtsersparnis nur unbedeutend. Siliziumstahl wurde in Amerika zuerst bei einer Brücke der Chicago, Burlington & Quincy-Eisenbahn über den Ohio-Fluß bei Metropolis im Staate Illinois (Abb. 2) in den Jahren 1916/17 angewendet. Vorangegangen waren eingehende Versuche mit verschiedenen Stahlarten im staatlichen Prüfungsamt. Die Brücke hat eine Öffnung von 219,6 m, vier Öffnungen von 168 m, eine Öffnung von 91,5 m und eine von 74 m, die für zwei Gleise mit Balkenträgern überbrückt werden.

Besondere Vorteile werden durch die Verwendung von Sonderstahl bei beweglichen Brücken erzielt, weil hier die Verminderung des Gewichts eine Verminderung der zum Bewegen nötigen Kraft zur Folge hat. Die Betriebskosten werden geringer, und die Bewegung geht schneller vor sich, es wird also auch Zeit gespart.

Die Forderungen, die neuerdings in bezug auf die Lichtweite unter den Brücken gestellt worden sind, haben Anlaß zum Bau von Brücken mit ungewöhnlichen Spannweiten gegeben. Über mehrere Öffnungen durchgehende Träger, Auslegerträger und Hängebrücken haben sich für diese Spannweiten als geeignet erwiesen. Als der längste Balken auf zwei Stützen gilt der Träger über die 219,6 m weite Öffnung der schon genannten Brücke bei Metropolis. Die Chesapeake & Ohio-Eisenbahn hat denselben Fluß bei Sciotoville mit einer Brücke (Abb. 3) überschritten, deren Tragwerk zwei je 236,4 m weite Öffnungen überspannt. Die bekannte Brücke von Quebec, eine Auslegerbrücke, hat eine Hauptöffnung von 549 m. Die längste bis jetzt fertiggestellte Hängebrücke ist die George-Washington-Brücke über den Hudson-Fluß mit ihrer 1067,5 m weiten Hauptöffnung. Sie kann aber diesen Ruhm nicht mehr lange in Anspruch nehmen, denn die schon erwähnte Brücke über das Goldene Tor, die im Bau schon ziemlich weit vorgeschritten ist, erhält, wie bereits mitgeteilt, eine Öffnung von 1280 m¹⁾. Die größte bewegliche Brücke überführt die Eisenbahn über den Cape Cod-Kanal; ihr Tragwerk hat eine Spannweite von 165,9 m und gibt gehoben eine Lichthöhe von 41 m für die Schifffahrt frei.

Die Mitwirkung der Walzwerke bei der Förderung des Brückenbaues wurde bereits erwähnt. Auch in den Vereinigten Staaten sind neuerdings Regelformen für Walzträger entwickelt worden. Dadurch und durch die Einführung von Breitflanschträgern sind dem Brückenbau nützliche Dienste geleistet worden. Das schwerste Formeisen für Balken, das in Amerika geliefert werden kann, hat eine Höhe von 915 mm und wiegt 440 kg/m. Für Säulen ist ein Formeisen zu haben, dessen größte Abmessungen 476 mm und 425 mm sind und das 634 kg/m wiegt. Werden größere Querschnitte gebraucht, so müssen in der üblichen Weise Gurtplatten aufgelegt werden.

Die großen Walzträger haben gegenüber den zusammengesetzten Trägern bekanntlich manche Vorzüge. Die amerikanischen Vorschriften lassen die Breitflanschträger für größere Spannweiten zu, als sie früher für möglich galten. Sie werden viel für die Füllglieder von Fachwerk-



Abb. 3. Brücke der Chesapeake & Ohio-Eisenbahn über den Ohio-Fluß bei Sciotoville (zwei Öffnungen von je 236 m, durchlaufende Träger).

balken, neuerdings auch für deren Gurtungen verwendet. — Einige amerikanische Eisenbahnen ersetzen neuerdings ihre hölzernen Bockbrücken durch Breitflanschträger auf Betonjochen. Sie erreichen dadurch ein einfaches, billiges Bauwerk von langer Lebensdauer, und es ist zu erwarten, daß diese Bauart in Zukunft noch mehr als bisher angewendet werden wird.

Ein Gebiet, auf dem der Breitflanschträger mit Vorteil angewendet wird, ist auch der Stelfrahmen, der sich allerdings zunächst im Hochbau findet. Er eignet sich aber auch ausgezeichnet für Straßenunterführungen unter der Eisenbahn. Ein solches Bauwerk von größerer Spannweite ist bereits in Vorbereitung und wird demnächst gebaut werden.

Die Durchführung des Schotterbettes unter den Gleisen auf eisernen Brücken ist neuerdings in den Vereinigten Staaten in größerem Umfange angewendet worden. Bei Brücken mit untenliegender Fahrbahn wird die Tragfläche für den Schotter von Blechen oder getränkten Hölzern gebildet. Bei obenliegender Fahrbahn wird eine Betonplatte über die Obergurte gespannt, die das Schotterbett aufnimmt. Die Bleche unter dem Schotter bei untenliegender Fahrbahn sind gekupfert, wodurch ihre Widerstandsfähigkeit gegen Rost bekanntlich vier- bis sechsmal so groß wird wie bei gewöhnlichem Stahl. Die Vorteile des über die Brücke durchgeführten Schotterbettes sind bekannt und in Europa längst erprobt. Namentlich die verminderte Stoßwirkung äußert sich in einem geringeren Gewicht des Tragwerks, wodurch die Kosten für die dichte Fahrbahn ausgeglichen werden. Amerikanische Eigenheiten bringen es mit sich, daß die offene, aus Holz bestehende Fahrbahn besonders durch Feuer gefährdet ist, und

die Stahlteile der Fahrbahn leiden häufig durch die Sole, die aus den Kühlwagen tropft. Beide Schäden werden bei durchgeführtem Schotterbett vermieden. Dadurch werden die Unterhaltungsarbeiten wesentlich vermindert, und das gilt namentlich wegen der Feuerschäden, bei denen ja nicht nur die Fahrbahn zerstört wird, sondern bei denen auch das Tragwerk schwer

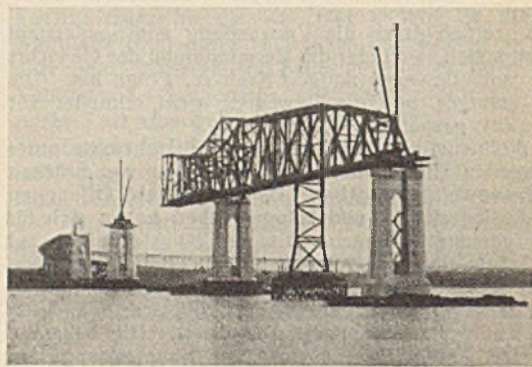


Abb. 4. Brücke über den Mississippi bei New Orleans im Bau.

leiden kann. Dem Schutze der hölzernen Fahrbahn gegen Feuer hat man in den Vereinigten Staaten neuerdings größere Aufmerksamkeit gewidmet; so werden in Brücken mit hölzerner Fahrbahn zuweilen einzelne Felder aus Stahl eingebaut, die die Ausbreitung eines Feuers verhüten sollen.

Große Fortschritte sind in der letzten Zeit in der Technik des Schweißens gemacht worden. In vielen Stellen werden heute Schweißverbindungen statt oder in Verbindung mit Nietungen zugelassen, und es sind auch schon ganz geschweißte Bauwerke gebaut worden. Eine geschweißte Brücke über den Rancocas-Fluß im Staate New Jersey mit einer 11 m breiten Fahrbahn und einem 1,5 m breiten Fußweg ist im Bau; sie hat zwei feste Öffnungen von 34,3 m Weite und eine mit einer beweglichen Brücke überspannte Öffnung von 48,8 m Weite.

Die Ansichten über die Zweckmäßigkeit und die Möglichkeit der Anwendung des Schweißens im Brückenbau sind in den Vereinigten Staaten noch geteilt. In bezug auf Eisenbahnbrücken, bei denen beträchtliche Stoßwirkungen auftreten, vermißt man noch die Ergebnisse von Versuchen über die Frage, wie sich die Schweißnähte bei Stößen und Schwingungen verhalten; solche Versuche sind allerdings zur Zeit im Gange. Bei Instandsetzungen und Verstärkungen von Stahlbrücken glaubt man dagegen schon mit Sicherheit sagen zu können, daß das Schweißen nützliche Dienste tut. Bei der ersten größeren Arbeit auf diesem Gebiete, bei der Verstärkung einer Brücke der Chicago Great-Western-Eisenbahn über den Missouri bei Leavenworth, hat sich gezeigt, daß die Kosten beim Schweißen niedriger wurden, als sie für Nietungen veranschlagt worden waren, und die verstärkte Brücke hält sich gut. Auch das Schneiden mit dem Schneidbrenner hat sich im amerikanischen Brückenbau bewährt.

Als ein besonderer Fortschritt wird angegeben, daß man neuerdings Druckstäbe größerer Fachwerkträger nicht mehr als Fachwerke ausbildet,

sondern sie mit einem zwischen den Gurten durchgehenden vollen Stegblech versteht. Ein so gebildeter Stab ist leichter herzustellen, weil er aus einer geringeren Anzahl von Teilen besteht und weil die Stellen, wo die Nieten sitzen, leichter zugänglich sind; auch das Anstreichen ist bequemer. Mit solchen Gliedern sind in den letzten Jahren Druck- und Knickversuche gemacht worden, und es hat sich gezeigt, daß sie namentlich die Scherkräfte besser aufnehmen können.

Man ist neuerdings in den Vereinigten Staaten dazu übergegangen, Nieten mit größerem Durchmesser anzuwenden. $\frac{3}{4}$ "-Niete (19 mm) werden heute im amerikanischen Brückenbau nur noch selten benutzt, und wo bisher $\frac{7}{8}$ " (22 mm) angewendet wurden, nimmt man heute 1"-Niete (25,4 mm). Bei schwereren Bauteilen sind Nieten von $1\frac{1}{8}$ " und $1\frac{1}{4}$ " (29 und 38 mm) Durchmesser üblich. Es wird empfohlen, möglichst dicke Nieten zu verwenden. Bei den größeren Nietlöchern kann man kräftigere Bolzen zur Verbindung der Teile während der Arbeit anwenden, und die Zahl der zu bohrenden Löcher und der zu schlagenden Nieten wird verringert.

Was die Montage der stählernen Brücken anbelangt, so stellt jeder Fall neue Aufgaben. Das beim Bau einer Brücke anzuwendende Verfahren hängt ab von den örtlichen Verhältnissen der Baustelle, von der verfügbaren Zeit, von der Jahreszeit, vom Wasserstande des Flusses unter der Brücke während der Bauzeit, vom Verkehr und vom Umfang, in dem er aufrechtzuerhalten ist. Ein Verfahren, das sich an einer Stelle bewährt hat, braucht nicht das empfehlenswerte für einen in manchen Beziehungen ähnlichen Bau an anderer Stelle zu sein. Brücken kleinerer Spannweite werden meist auf festen Rüstungen zusammengebaut, Brücken mit größeren Spannweiten, namentlich wenn sie über tiefe und schnell fließende Flüsse führen, werden meist ohne Rüstung von den Widerlagern her freitragend vorgekragt. Bei Auslegerbrücken und über mehrere Öffnungen durchlaufenden Trägern wird allgemein das letztgenannte Verfahren angewendet (Abb. 4). Namentlich bei Eisenbahnbrücken, also bei Brücken für schwere Verkehrslasten, ist der freie Vorbau auch deshalb, namentlich wirtschaftlich, vorteilhaft, weil der Träger keiner Verstärkungen bedarf, um die gegenüber dem Endzustande veränderten Spannungen während des Zusammenbaues ohne Überbeanspruchung aufzunehmen. Wenn während dieses Vorganges Verstärkungen nötig sind, können dazu häufig Glieder verwendet werden, die zum endgültigen Trägergerüste der Brücke gehören.

Ein besonders vorteilhaftes Hilfsmittel für die Montage einer Brücke ist der Lokomotivkran, weil er eine Last sowohl in der Längsrichtung befördern, sie aber auch hochheben und seitlich ablegen kann. Allgemein angewendet werden auch Schwenk- und Laufkrane, und neuerdings hat auch der Hammerkopfkran im Brückenbau Bedeutung erlangt; er dient z. B. zum Zusammenbau der Großbrücke über die Bucht von San Francisco.

Eine wichtige Rolle beim Brückenbau spielt nach Webb auch der Anstrich und die Unterhaltung. Eine Stahlbrücke muß natürlich sauber und in bezug auf den Anstrich in gutem Stande erhalten werden. Namentlich die Lager, und an erster Stelle die beweglichen, müssen frei von Schmutz gehalten werden, damit sie sich ungehindert bewegen können. Auf die Unterhaltung sollte schon beim Entwurf einer Brücke Rücksicht genommen werden. Mit geringen Mehrkosten beim Bau können zuweilen Unterhaltungskosten gespart werden. Eine geringe Verstärkung gewisser Glieder kann z. B. erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen Rost zur Folge haben und die Zeit hinausschieben, nach der sie erneuert werden müssen. —

Am Schluß seines Vortrages faßte C. E. Webb einige Gesichtspunkte zusammen, die sich neuerdings im amerikanischen Brückenbau durchgesetzt haben und von denen er erwartet, daß sie in Zukunft erhöhte Bedeutung erlangen würden. Dabei erwähnte er die Verwendung breitflanschiger Träger und genormter Walzisen, die Schaffung einheitlicher Liefervorschriften, die Einführung hochwertiger Baustähle, die Anwendung des Stelfrahmens im Brückenbau, das Schneiden mit dem Schneidbrenner und das Schweißen, die Entwicklung von Trägergerüsten, die sich besonders für den freien Vorbau eignen, also Gerüste entbehrllich machen, und die Anwendung von Gesichtspunkten im Brückenbau, die nicht nur zu einem statisch einwandfreien Bauwerk führen, sondern auch zu einem Bilde, das den Geschmack befriedigt.

Die Darlegungen des amerikanischen Fachmanns lassen erkennen, daß man in den Vereinigten Staaten zwar auch nach neuzeitlichen Gesichtspunkten arbeitet, daß aber der europäische und namentlich der deutsche Brückenbau in manchen Beziehungen weiter vorgeschritten ist als der amerikanische.

Abb. 1 bis 4, aus der Zeitschrift *Railway Age* 1935 (Bd. 99, Nr. 21) entnommen, veranschaulichen einige für amerikanische Verhältnisse besonders bezeichnende Brücken.
Wernecke.

Alle Rechte vorbehalten.

Druckluftgeräte für Bauzwecke.

Von Fr. Riedig, VDI, Zeulenroda, Unt. Haardt.

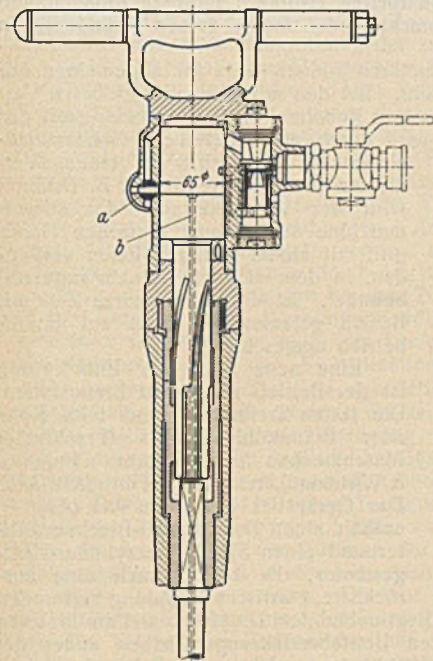
Infolge der gesteigerten Bautätigkeit der letzten Jahre und der Forderung nach Wirtschaftlichkeit beim Baubetriebe ist der Anwendungsbereich der Druckluft, der früher vorherrschend auf Aufbrucharbeiten beschränkt war, auf weitere Arbeiten ausgedehnt worden. Mit dieser Erweiterung hängt nicht nur die Entwicklung der Druckluftwerkzeuge, sondern auch die Vervollkommnung der Druckluftzeuger zusammen, die durch den Betrieb mit einheimischen Brennstoffen (Rohöl, Holz) an die heutigen Verhältnisse angepaßt wurden.

a) Druckluftwerkzeuge.

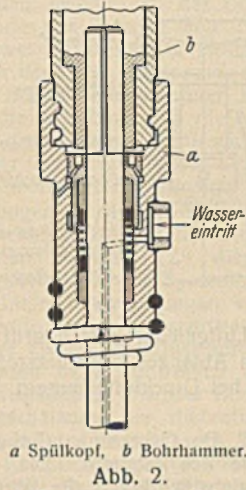
Die beim Vortreiben von Löchern im Gestein losgeschlagenen Teile müssen aus den Bohrungen von Zeit zu Zeit beseitigt werden. Je tiefer man bohrt und je feuchter das Gestein ist, desto öfter muß man das Bohrgut entfernen. Es bedeutet daher eine Steigerung der Leistungsfähigkeit, wenn das Druckluftwerkzeug selbst das Beseitigen des Bohrgutes ausführen kann. Je nach der Beschaffenheit des Gesteins entfernt man das Bohrgut durch Ausblasen mit Luft oder durch Ausspülen mit Wasser.

Beim Ausblasen durch Luft ist die Einrichtung im Druckluftwerkzeug selbst untergebracht, während beim Ausspülen durch Wasser ein Zusatzteil befestigt wird.

Einen Bohrhammer von Frölich & Klüpfel mit Ausblasvorrichtung zeigt z. B. Abb. 1. Zum Ausblasen wird der Absperrhahn (a) geschlossen. Der Hammer bleibt stehen, die Druckluft tritt mit vollem Druck durch die Bohrung (b) im Kolben und durch dessen Verlängerung durch den Hohlbohrer auf die Bohrlochsohle und bläst das Bohrmehl heraus. Nach dem Öffnen des Ausblasahnes fängt der Hammer wieder selbsttätig an zu arbeiten.



a Absperrhahn, b Ausblasbohrung im Kolben.
Abb. 1. Drucklufthammer mit eingebauter Ausblasvorrichtung.

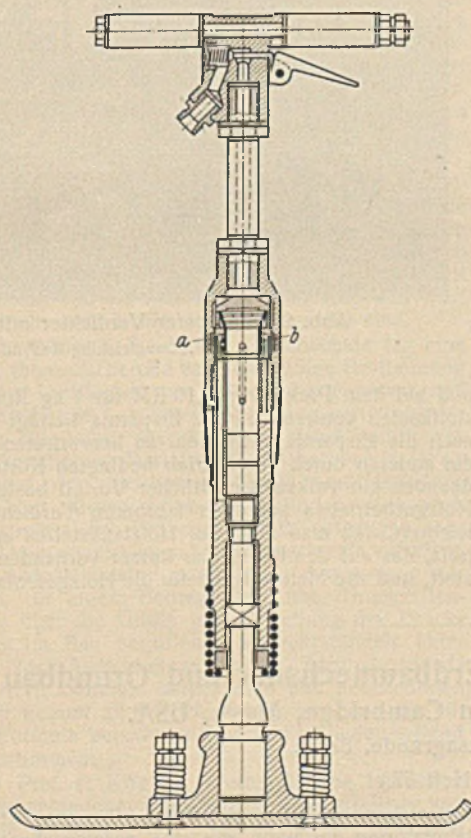


a Spülkopf, b Bohrhammer.
Abb. 2. Auf einen gewöhnlichen Bohrhammer aufgeschraubter Spülkopf.

Die Wasserspüleinrichtungen lassen sich an jedem Drucklufthammer bei Verwendung von Hohlbohrern ansetzen. Da mit der Zusatzeinrichtung eine Steigerung des Gewichtes des Werkzeuges verbunden ist, sind die neueren Spülköpfe möglichst leicht gebaut. Während z. B. die ältere Ausführung der Flottmann AG 5,5 kg wog und aus 29 Einzelteilen bestand, wiegt die neue Bauart nur 1 kg und setzt sich aus fünf Teilen zusammen. Diese Ausführung ist auf dem Bohrschaft lose aufgesetzt. Eine weitere Bauart (der Deprag, Abb. 2) wird auf den vorderen Gewindeteil eines gewöhnlichen Bohrhammers aufgeschraubt.

Eine neue Verwendungsmöglichkeit der Druckluft ist durch die Gleisstopfer, die Schwingungsverdichter für Beton und die Druckluftbaupumpen (Ausführungen der Flottmann AG) geschaffen worden.

Zur Steuerung von Druckluftwerkzeugen haben sich die Kugelventile seit langen Jahren bewährt, so daß auch der Gleisstopfer (Abb. 3) mit dieser Steuerung versehen wurde. Das Anlassen des Gerätes geschieht lediglich durch den An- druck an den Schotter, ohne daß eine zusätzliche Absperrvorrichtung vorhanden ist. Da umgekehrt das Gerät sofort zu arbeiten aufhört, wenn der Stopfschuh ohne Widerstand ist, werden freie Stöße und dadurch manchmal bedingte Zylinderbrüche auf ein Mindestmaß beschränkt. Der Stopfschuh ist durch einen Sechskantbund gegen Verdrehen gesichert und wird durch einen gefederten Ring in der Einstecköffnung festgehalten.



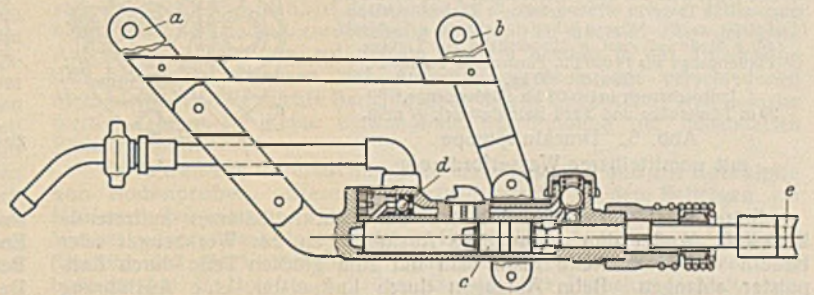
Stampfplatte 0,5 x 0,3 m. a Steuergehäuse, b Rohrschieber.
Abb. 4. Schnitt durch einen Spatenhammer mit Rüttelstampfplatte zum Oberflächenverdichten von Beton.

Um die Verwendungsmöglichkeit des Spatenhammers, der sonst im Bauwesen zum Ausheben von schmalen Gräben und Einschnitten in festem Erdreich dient, zu erweitern, kann als Einsteckwerkzeug außer einem Spaten, einem Pick- und Kelleisen oder einem Meißel auch eine Rüttelstampfplatte zum Oberflächenverdichten von Beton (z. B. beim Straßenbau) eingesetzt werden (Abb. 4), die durch die Schläge des Grundwerkzeuges in rasche Schwingungen versetzt wird. Die Steuerung des Schlagkolbens geschieht durch ein Steuergehäuse mit Rohrschieber.

Zum Verdichten von Beton in Schalungen dient ein weiteres Druckluftgerät, das als Außen- oder Innenrüttler auf verschiedene Arten (Abb. 5) gebraucht werden kann. Als Außenrüttler wird es an einem Ring an der Verschalung angeschraubt, und als Innenrüttler befestigt man es an einem Eintaucheisen. Eine Steigerung der Rüttelwirkung erreicht man durch zwei Schwingungserzeuger mit je einem Eintaucheisen, die durch eine Gabel zu einem Gerät vereinigt sind. Geschmiert wird das Gerät von unten her durch den Kolben. Man hält dabei den Kolben durch einen durch die Auspufföffnung gesteckten Nagel od. dgl. fest.

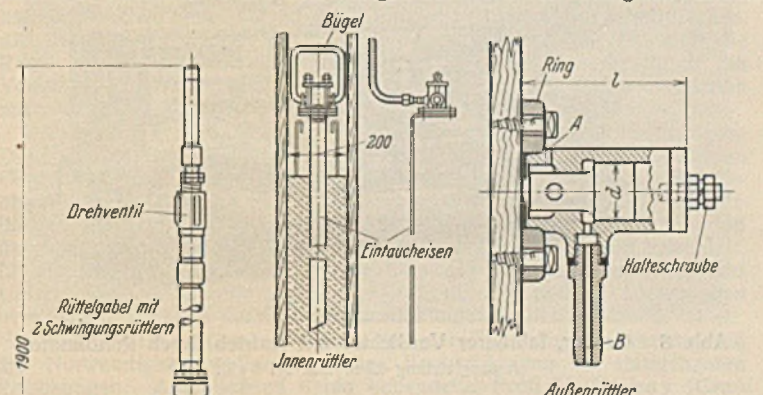
Durch die mit Druckluft betriebenen Baupumpen lassen sich die Druckluftezeuger in höherem Maße ausnutzen.

Die eine Art arbeitet ähnlich wie die elektrisch betriebenen Tauchpumpen. An Stelle des Elektromotors ist jedoch ein Druckluftmotor eingebaut, der unmittelbar mit einer Kreiselpumpe mit einem offenen Laufrad gekuppelt ist. Das Pumpengehäuse ist mit einem großen Saugkorb versehen, so daß auch kleine Holzteile, Schmutz oder Schlamm mitgefördert werden können.



a oberer Handgriff, b unterer Handgriff, c Schlagkolben, d Steuerkugel, e Stopfschuh.
Abb. 3. Schnitt durch einen Druckluft-Gleisstopfer.

Die andere Art (Abb. 6) verwendet die Druckluft unmittelbar zum Fördern des Wassers. Die vom Verdichter erzeugte Druckluft tritt durch einen einstellbaren Drosselhahn und eine Schalteinrichtung in die auf der Sohle aufgestellte oder an der Steigleitung aufgehängte, kleine Tauchglocke, aus der sie das Wasser in die Steigleitung drückt. Sobald der Glockeninhalt verdrängt ist, verhindert die Schalteinrichtung den Zutritt weiterer Druckluft. Nach dem völligen Entleeren der Tauchglocke strömt



Kolben- durch- messer (d) mm	Höhe des Gerätes (l) mm	Ge- wicht kg	Luft- verbrauch bei 5 atü m ³ /min	Schlagzahl bei 5 atü Schläge/min
27	90	2	0,25	6000
40	110	3	0,48 bis 0,09	4500 bis 4000
60	146	6	0,45	3800

A Auspufföffnung, B Druckluftzufuhr.

Abb. 5. Druckluftrüttler für Betonverdichtung.

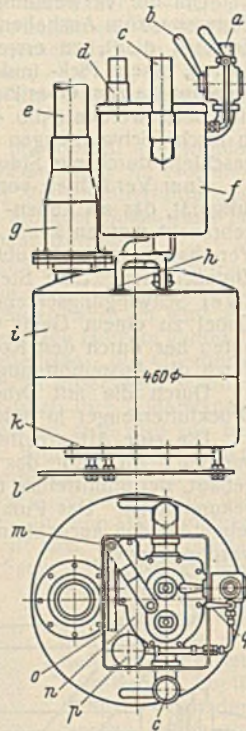
die darin enthaltene Druckluft in die Steigleitung und fördert durch Nachströmen und Ausdehnen die in der Steigleitung befindliche Wassersäule bis zum Auslauf. Darauf stellt die Schalteinrichtung eine Verbindung der Tauchglocke mit der Außenluft her, so daß sich die Glocke wieder füllt. Angetrieben wird die Schalteinrichtung durch ein kleines Turbinenrad, das durch die Druckluft in Umlauf versetzt wird. Das Spiel wiederholt sich je nach der durch eine Nadeldüse an der Schalteinrichtung eingestellten Fördermenge alle

7 bis 11 sek. Da infolge der Ausdehnung der Druckluft der Betriebsdruck nicht der vollständigen Förderhöhe zu entsprechen braucht, arbeitet die Pumpe sehr wirtschaftlich. Mit 5 bis 6 atü Betriebsdruck können bis 100 m Förderhöhe überwunden werden.

Bei einer dritten Art, der tragbaren Umlauf-Schlauchpumpe, beaufschlagt die in die Pumpe eintretende Druckluft ein Schaufelrad, durch dessen Drehung zunächst eine Wassersäule in die Steigleitung gedrückt wird. Gleichzeitig tritt aber auch Druckluft in die Steigleitung, durch die die Wassersäule spezifisch leichter und durch deren Ausdehnung zum Auslauf gebracht wird. Die Druckluft wird also nach der Beaufschlagung nochmals zum Fördern herangezogen, so daß geringer Luftverbrauch, hoher Wirkungsgrad und hohe Förderleistung bei kleinen Pumpenabmessungen erreicht werden. Die Fördermenge wird durch Drosseln der Luftzufuhr geregelt. Aufgehängt wird die Pumpe unmittelbar am Schlauch.

a Druckluftzuleitung, b Drosselhahn, c Verbindungsrohr mit der Außenluft, d Entlüftung der Turbine, e Steigleitung, f Behälter zur Schalteinrichtung, g Gehäuse zum Saugventil, h Traggriff, i Tauchglocke, k Rückschlagklappe, l Fußplatte, m Nadeldüse, n Schalteinrichtung, o Turbinenrad, p Stoßwindkessel, q Absperrhahn zur Turbine.
Fördermenge bis 14 000 l/h, Förderhöhe bis 100 m, Gewicht 100 kg.
Luftverbrauch bei 6000 l/h Fördermenge, 20 m Förderhöhe und 2 atü Betriebsdruck 27 m³/h.

Abb. 6. Druckluftpumpe mit unmittelbarer Wasserförderung.



Druckluft und dem Querschnitt der Kolbenstange. Der luftgefederter Handgriff kann ohne weiteres an die Stelle eines gewöhnlichen Handgriffes auf den Hammerkörper aufgeschraubt werden.

b) Druckluftherzeuger.

Für den Baubetrieb sind die Verdichter meistens fahrbar. Ortsfeste Verdichter findet man gelegentlich auf größeren Baustellen. Der Straßenbau und zahlreiche andere Bauarbeiten erfordern fahrbare Anlagen, die bis an den Arbeitsplatz herangebracht werden und bei dessen Veränderungen ihren Standort wechseln.

Der Antrieb durch Benzinmotoren kommt heute im allgemeinen nur noch für kleine Geräte in Betracht. Bei den mittleren und größeren Verdichtern benutzt man fast stets den Rohölmotor. Die Schwierigkeit des Anlassens von Rohölmotoren wird durch eine zusätzliche Benzinanlaßeinrichtung behoben. An einem Verdichter von Irmer & Elze z. B. (Abb. 8) wird der Verdichterraum der Dieselmachine durch einen einfachen Handgriff mit einem weiteren Raum verbunden, in dem sich ein Benzinsaugventil befindet. Ist der Motor kurze Zeit mit Benzin gelaufen, so wird auf Rohölbetrieb umgeschaltet.

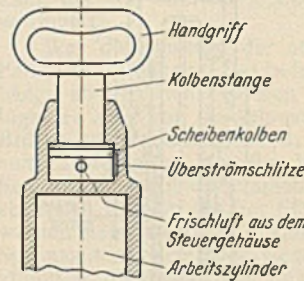


Abb. 7. Luftgefederter Handgriff zum Abfangen des Rückstoßes bei Druckluflhämmern.

Eine neue Stufe der Entwicklung ist der Betrieb mit festen Brennstoffen. Die festen Treibstoffe sind teils Koks oder Braunkohlenbriketts (Frankfurter Maschinenbau AG, vorm. Pokorny & Wittekind), teils Holz (Flottmann AG). Das Gerät der Flottmann AG (Abb. 9) enthält einen Dreizylinder-Blockverdichter und einen 52-PS-Vierzylinder-Holzgasmotor, die beide durch eine ausrückbare, elastische Kupplung verbunden sind. Der Gaserzeuger (Imbert) liegt neben dem Druckluftkessel am hinteren Ende des Rahmens. Die ersten Betriebserfahrungen haben außer der Betriebstüchtigkeit die Wirtschaftlichkeit des Holzgasbetriebes bewiesen. Der achtstündige Betrieb des Holzgasverdichters kostet bei einem Holzverbrauch von 30 kg/h (1 kg zu 0,03 RM) 7,20 RM/8 h, während ein Rohölverdichter gleicher Größe und Leistung an Rohöl 10 kg/h verbraucht

Störend ist der beim Arbeiten der Druckluflhämmer auftretende Rückstoß. Außer durch besondere Ausführungen des Werkzeuges oder Federn und Gummiteile kann man ihn zum größten Teile durch Luftpolster abfangen. Beim Abfangen durch Luftpolster, eine Ausführung von A. Ehrenreich & Cie. (Abb. 7), liegen Handgriff und Arbeitszylinder beweglich zueinander unter Zwischenschalten eines einmalig mit Druckluft gefüllten Federungszyllinders. Wird das Druckluftwerkzeug infolge eines Rückstoßes in Richtung auf den Arbeiter bewegt, so zeigt der Handgriff das Bestreben, seine Lage im Raume beizubehalten. Durch

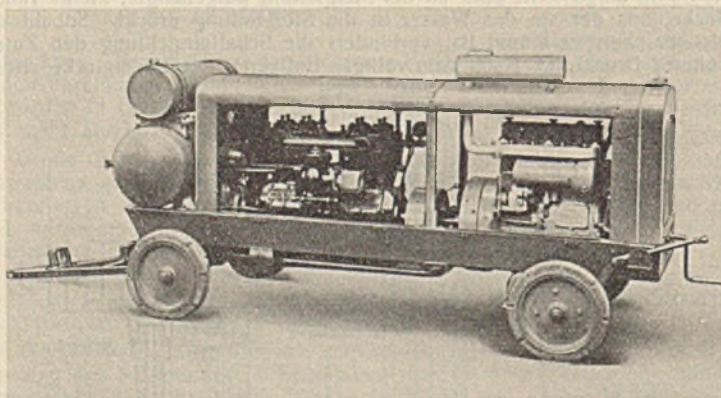


Abb. 8. Großer, fahrbarer Verdichter mit Antrieb durch Rohölmotor. Ansaugleistung 4,5 m³/min bei 6 atü.

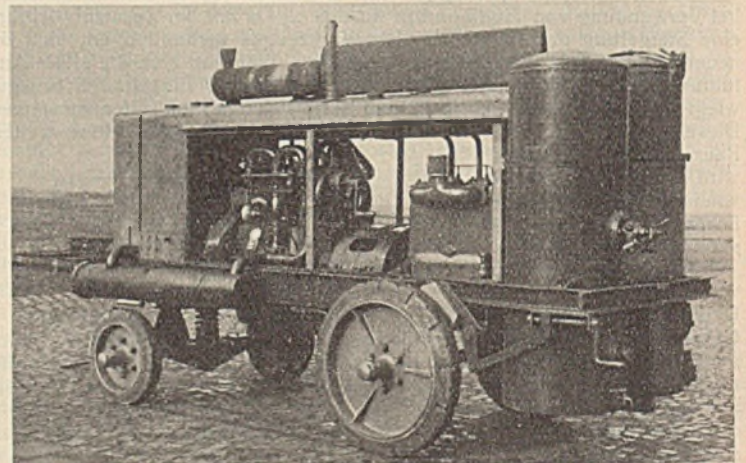


Abb. 9. Fahrbarer Verdichter mit Holzgasbetrieb. Ansaugleistung 5 m³/min.

die Wucht des Rückstoßes wird die Druckluft aus dem Raum vor dem Scheibenkolben durch die Überströmschlitzte in den Raum hinter dem Scheibenkolben gedrückt, wodurch die Rückstoßenergie bis zu 80% vernichtet wird. Ist der Rückstoß abgefangen, so befindet sich der Scheibenkolben in der Mittelstellung. Da die beiden Flächen des Scheibenkolbens um den Querschnitt der Kolbenstange verschieden sind, hat der Scheibenkolben das Bestreben, nach jedem Rückstoß seine Ausgangstellung wieder einzunehmen, die durch den Andruck des Arbeiters gegeben ist. Dieser Andruck ist daher immer gleich dem Produkt aus der Spannung der

und bei dem Preise von 0,19 RM für 1 kg Rohöl 15,20 RM/8 h an Treibstoffkosten verursacht. Die Ersparnis beträgt demnach rd. 50%. Wenn auch die Ersparnis nicht mehr so hervortretend ausfällt, wenn man noch die anderen durch den Betrieb bedingten Kosten berücksichtigt, so bleibt dennoch ein volkswirtschaftlicher Vorteil bestehen. Die Anwendung des Holzgasbetriebes bei einer fahrbaren Verdichteranlage wird dadurch erleichtert, daß man nicht auf Holztankstellen angewiesen ist. Das Abfallholz, das auf den Baustellen immer vorhanden ist, ist der billigste Treibstoff, und die Mehrausgabe für die Holzgasanlage macht sich bald bezahlt.

Alle Rechte vorbehalten.

Der Internationale Kongreß für Erdbaumechanik und Grundbau an der Harvard-Universität in Cambridge, Mass., USA.

Von Dr.-Ing. Leo Casagrande, Berlin.

(Schluß aus Heft 37.)

In den nachfolgenden Wechselreden wurden u. a. die wertvollen Aufschlüsse besprochen, die man durch systematische Beobachtung von Grundpegeln bekommt.

„Eigenschaften der Böden“, „Regionale Bodenkunde für bautechnische Zwecke“ und „Erdbaulaboratorien“. Die ersten zwei Bände der Abhandlungen enthalten etwa sechzig Beiträge zu diesen Gegenständen.

Unter ihnen befinden sich Beschreibungen fast aller bedeutenden Erdbaulaboratorien der Welt, die eine ausgezeichnete Übersicht über den derzeitigen Stand der einschlägigen Versuchstechnik geben. Die zahlreichen Beiträge betreffend die Scherfestigkeit der Böden beseitigen jeden Zweifel, daß unsere Kenntnis dieser Eigenschaft noch sehr lückenhaft ist. Besonders beachtenswert ist die nunmehr als bewiesen zu betrachtende Tatsache,

daß keine eindeutige Beziehung zwischen dem Reibungsbeiwert in der Coulombschen Gleichung für die Scherfestigkeit bindiger Böden und dem Winkel besteht, den die Scherflächen untereinander bilden.

In einer Arbeit von K. Endell und U. Hoffmann werden die chemischen Ursachen des verschiedenen Verhaltens petrographisch-ähnlicher Tone behandelt. Die Ursachen liegen in dem ausgiebigen Einfluß der austauschbaren Ca- und Na-Kationen auf das physikalische Verhalten der Tone.

Die Aussprache wurde von D. W. Taylor eröffnet. Sie befaßte sich vornehmlich mit einer Besprechung der zahlreichen Lücken, die unsere Kenntnis der physikalischen Eigenschaften der Böden heute noch aufweist.

Setzung von Bauwerken. Den Setzungserscheinungen sind etwa zwanzig Beiträge gewidmet. Unter diesen Arbeiten seien insbesondere die holländischen und ägyptischen Beiträge hervorgehoben. Das umfangreiche Beobachtungsmaterial, das in den Beiträgen über Setzungen aufgespeichert ist, müßte selbst den hartnäckigsten Zweifler zu der Überzeugung bringen, daß die Terzaghsche Theorie der Setzung von Tonschichten im wesentlichen richtig ist. An zwei Baustellen in Holland wurden nicht nur die Setzungen, sondern auch der Druck gemessen, den die Belastung im Porenwasser des belasteten Bodens hervorgerufen hat. Diese Beobachtungen bestätigen für den Ton die Annahme, daß die Auflast zum Zeitpunkte der Aufbringung völlig durch einen Überdruck im Porenwasser aufgenommen wird. Im Laufe der Zeit strebt dieser Druck in Übereinstimmung mit der „Konsolidations-Theorie“ dem Nullwerte zu.

Die Aussprache über die Setzungserscheinungen wurde von Professor Terzaghi eingeleitet. Er erörterte die zahlreichen Faktoren, die in den Theorien bisher keine Berücksichtigung finden konnten. Zu diesen gehören insbesondere der Einfluß des Bodenprofils auf die Spannungsverteilung und die in manchen Fällen beobachteten Abweichungen vom normalen Setzungsverlauf belasteter Tonschichten in einem vorgeschrittenen Stadium des Setzungsverganges. Eine weitere Quelle der Unsicherheit besteht in der Störung der Struktur der Böden beim Eintreiben des Entnahmewerkzeugs und in der teilweisen Entspannung, die der Boden nach seiner Entnahme erfährt. Die zur Einschätzung der theoretisch nicht erfassbaren Komponenten der Setzungen und die Kenntnis des Einflusses der Störung der Bodenproben auf das Rechnungsergebnis können bloß im Laufe der Zeit durch Vergleich zwischen den berechneten und den wirklichen Setzungen von Bauwerken erworben werden. Die aus theoretischen Überlegungen und aus Laboratoriumsversuchen abgeleiteten Regeln können erst dann für den praktischen Gebrauch empfohlen werden, nachdem der Grad ihrer Genauigkeit durch wiederholte Beobachtung in der Natur in Erfahrung gebracht wurde.

R. Tillmann (Wien) und W. Loos (Berlin) berichteten über die Ergebnisse eigener Beobachtungen. Prof. Terzaghi äußerte sich über die durch Schwankungen in der Höhenlage des Flußwasserspiegels verursachten Hebungen und Senkungen von Brückenpfeilern und anderen Bauwerken.

Überraschend war die ohne sachliche Begründung von W. S. House (Ann Arbor, Michigan) aufgeworfene Behauptung, daß die zeitliche Zunahme der Setzungen von Bauwerken auf Tonschichten lediglich durch plastisches Fließen, bei praktisch unverändertem Wassergehalt, zurückzuführen sei. Diese Behauptung, die auch heute noch die Ansicht einer allerdings nicht zahlreichen Gruppe amerikanischer Ingenieure zum Ausdruck bringt, steht besonders in offenkundigem Widerspruch zu den Ergebnissen der in den holländischen Beiträgen über Setzungserscheinungen mitgeteilten Beobachtungen.

Tragfähigkeit der Pfähle. 15 Beiträge befassen sich mit Einzelpfählen und ganzen Pfahlgründungen. Besonders beachtenswert sind die aus Holland und China eingelaufenen Arbeiten. Die ersteren befassen sich vornehmlich mit der Tragfähigkeit stehender Einzelpfähle, die letzteren mit schwebenden Einzelpfählen und ganzen Pfahlgründungen. Der Inhalt der Wechselreden ließ erkennen, daß die Meinungen betreffend den Wert der verschiedenen Rammformeln auch heute noch sehr geteilt sind.

Spannungsverteilung in Böden. Zu diesem Gegenstande lag eine Reihe von Beiträgen über die theoretische und versuchsmäßige Bestimmung der Spannungsverteilung unter Lastflächen vor. Es wird zugegeben, daß die auf Grund der Elastizitätstheorie berechnete Spannungsverteilung für örtlich belastete Böden zwar eine rohe, aber für die meisten praktischen Zwecke hinreichend genaue Annäherung darstellt. Eine Arbeit von H. Gray enthält die Zusammenfassung der wichtigsten bisher veröffentlichten theoretischen Lösungen. Unter diesen Lösungen befinden sich auch solche, die bisher den Vertretern der Erdbaumechanik entgangen sein dürften. Die Arbeit ist mit einem ausführlichen Literaturnachweis versehen. Mehrere Autoren berichten über Methoden zur raschen Auswertung der Boussinesqschen Formeln. In einem Beitrage wird über Druckzellenbeobachtungen berichtet, die über die Größe und Verteilung des Drucks auf die Tunnelwandung des im Bau begriffenen Verkehrstunnels unter dem Hudson River in New York Aufschluß geben. G. Tschebotareff (Ägypten) bringt einen Vergleich zwischen berechneten und beobachteten Kurven gleicher Setzung. Er kommt zu der Schlußfolgerung, daß die auf Grund der Boussinesqschen Formeln berechneten Kurven zufriedenstellend mit der Wirklichkeit übereinstimmen.

Als erster Redner gab Prof. F. Kögler (Freiberg) eine lehrreiche Übersicht über den Einfluß verschiedener Faktoren auf die Verteilung von Bodenreaktionen und auf die Verteilung der Spannungen im belasteten Material. Im Laufe der Wechselreden berichtete R. D. Mindlin (New York), daß es ihm gelungen sei, die Spannungsverteilung für eine im Innern des elastisch-isotropen Halbraumes angreifende Einzellast zu berechnen. Dies würde die strenge Lösung einer Anzahl von wichtigen Problemen ermöglichen.

Verfahren zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften von Böden für Ingenieurzwecke. Die einschlägigen Beiträge enthalten Beschreibungen mechanischer, chemischer und elektro-chemischer Verfahren zur Verfestigung von Böden.

W. Loos (Berlin) hielt einen Vortrag über „Vergleichsstudien über die Wirksamkeit verschiedener Methoden der Verdichtung von kohäsionslosen Böden“. Diese, hauptsächlich im Zusammenhang mit dem Bau der Autobahnen durchgeführten Untersuchungen erregten bei den amerikanischen Ingenieuren lebhaftes Interesse, da sich die einschlägigen Bemühungen in den Vereinigten Staaten bisher fast ausschließlich mit der Ausarbeitung verlässlicher Verfahren zur Verdichtung von Schüttungen aus bindigen Böden befaßten. Die praktischen Ergebnisse dieser Bemühungen, einschließlich der Verfahren zur Überwachung der Verdichtungsarbeiten auf den Baustellen wurden in einem Filmvortrag über den Bau der Hochwasserschutzdämme im Muskingum-Tal (Ohio) anschaulich zur Darstellung gebracht.

Prof. Terzaghi eröffnete die Aussprache durch eine knappe, aber klare und fesselnde Darstellung der geschichtlichen Entwicklung und des heutigen Standes der Injektionsverfahren. Er begann mit einer Erörterung der Bedingungen für die erfolgreiche Anwendung des Zementinjektionsverfahrens und einer Beschreibung der neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Injektionstechnik. Sodann behandelte er das Wesen der chemischen Injektionsverfahren und der Umstände, von denen der Erfolg ihrer Anwendung abhängt. Die Zahl der Patente, die auf diesem Gebiete seit 1880 erteilt wurden, ist derart, daß es heute bereits schwer fällt, eine neue, noch nicht patentierte Mischung ausfindig zu machen. Die wichtigste Aufgabe der Forschung auf diesem Gebiete besteht in der Aufklärung der natürlichen Grenzen der Anwendungsgebiete der verschiedenen Methoden. Veröffentlichte Berichte über diesen Gegenstand sind beinahe wertlos, sofern sie keine einwandfreie Beschreibung der behandelten Böden enthalten.

Verfahren zur Untersuchung des Untergrundes und zur Entnahme von Bodenproben. Dieser Gegenstand wurde in den Beiträgen zur Konferenz besonders ausführlich behandelt, und die Teilnahme an den Wechselreden war sehr lebhaft. In der Einleitungsrede betonte H. A. Mohr (Boston), daß die Verfahren zur Entnahme ungestörter Proben trotz der bedeutenden Fortschritte auf dem Gebiete der Entnahmetechnik auch heute noch manches zu wünschen übriglassen. Prof. Terzaghi teilte mit, daß nach seinen Erfahrungen ein beträchtlicher Teil der Gefügestörung auf die Formänderungen zurückzuführen ist, die der Boden während des Eintreibens des Entnahmewerkzeugs in den unterhalb der Schneide gelegenen Bereich erfährt. D. E. Moran berichtete, daß er in einigen Fällen eine ausgiebige Raumzunahme der Bodenproben beobachtet hat, die mit keiner Zunahme des Wassergehaltes verbunden war. Er führt diese Raumzunahme auf die Ausdehnung von Gaseinschlüssen zurück. Um Aufschluß über die Größe der Raumzunahme zu bekommen, schlägt er vor, im Entnahmegerät zwei Drahtschlingen einzubauen. Aus dem Verhältnis zwischen dem Abstand der Schlingen und jenem der Schnittflächen, die durch das Anziehen der Schlingen erzeugt werden, läßt sich die Raumvergrößerung berechnen. E. F. Bennett (Maine) beschrieb ein Verfahren zur Vorherbestimmung der Rammtiefe durch Rammversuche mit einer einzölligen Sondierstange.

Tragfähigkeit der Gründungen und Standfähigkeit von Böschungen. Die Abhandlungen der Konferenz enthalten zehn wertvolle Beiträge zu diesem Gegenstande. Außerdem wurden in den Wechselreden bemerkenswerte Beobachtungen mitgeteilt. Besonders eingehend wurden die Gestalt der Gleitflächen, die Frage nach dem wirksamen Scherwiderstande und der Einfluß des Spannungszustandes im Porenwasser auf die Standfestigkeit behandelt. Ein Beitrag von Terzaghi enthält eine auf den Ergebnissen neuerer Untersuchungen fußende Kritik der auf den Resalschen Gleichungen beruhenden Theorien der Böschungsrutschungen.

F. A. Marston (Boston) betonte bei der Eröffnung der Wechselrede die Notwendigkeit weiterer genauer Beobachtungen an stattgehabten Rutschungen. Anschließend daran behandelte Prof. G. Gilboy (Cambridge, Mass.) die Frage der Tragfähigkeit des Untergrundes geschütteter Dämme. Er betonte besonders den Wert der Berechnung der durch das Gewicht der Auflast im Untergrunde hervorgerufenen Scherspannungen. Die von ihm durchgeführten Berechnungen dieser Art wurden nachträglich, durch Beobachtungen auf der Baustelle, in bemerkenswerter Weise bestätigt.

J. Ehrenberg (Berlin) berichtete über eine Dammrutschung auf einer Tonschicht, die den Beweis für die Richtigkeit einer vorher ausgeführten Stabilitätsberechnung erbrachte.

T. T. Knappen (Ohio) teilte mit, daß sich der bergseitige Fuß eines gewalzten Erddammes seines Arbeitsgebietes bald nach der Herstellung allmählich um einen Betrag bis zu 2,5 m vorschob. Er führte diese Erscheinung auf die Auslösung ausgiebiger, durch den Walzvorgang erzeugter Spannungen zurück.

Erddruckerscheinungen. Die größtenteils von Prof. Terzaghi stammenden Beiträge zu diesem Gegenstande zählen zweifellos zu den wichtigsten Arbeiten, die bei der Konferenz zur Kenntnis der Teilnehmer gelangten. Vom gegenwärtigen Stande unserer Kenntnis der Festigkeitseigenschaften der Böden ausgehend, decken sie in überzeugender Weise den Tragschluß auf, der den bisherigen Annahmen einer hydrostatischen Verteilung des Erddrucks über die Abstützung von Baugrubenwänden zugrunde liegt. Sie liefern eine zwanglose Erklärung der zahlreichen, den gebräuchlichen Annahmen widersprechenden Erddruckerscheinungen, die im Laufe der letzten dreißig Jahre beim Bau der U-Bahnen in New York beobachtet wurden. Bei gegebenem Gesamtwerte des Erddrucks wird dessen Verteilung durch das Bauverfahren und durch den Grad der Nach-

giebigkeit der Aussteifung bedingt. Die Gefahr des Festhaltens an den alten Anschauungen besteht darin, daß man die Größe des auf die oberen Teile der Aussteifung wirksamen Druckes unterschätzt. Das Bestehen dieser Gefahr wird durch zahlreiche, auf amerikanischen Baustellen beobachtete Verblegungs- und Brucherscheinungen bestätigt. Die Theorie der Druckverteilung liefert lediglich die Grenzwerte, zwischen denen die wirkliche Druckverteilung liegen kann. Infolgedessen besteht die wichtigste Aufgabe der Forschung auf diesem Gebiete in der unmittelbaren Messung der Druckwirkungen auf Baustellen.

Weitere, ebenso wichtige Beiträge behandeln die Frage des hydrostatischen Auftriebes in bindigen Böden und den Einfluß vorübergehender, durch Dauerregen verursachter Strömungen im Porenwasser auf den Seiten- und den Hinterfüllung von Stützmauern. Durch die letztgenannte Arbeit wird die Frage nach der vorteilhaftesten Anordnung der Entwässerung für die Hinterfüllung von Stützmauern in den Vordergrund des praktischen Interesses gebracht.

Prof. A. Casagrande (Cambridge, Mass.) gab in der Eröffnung der Aussprache eine Übersicht über den Inhalt der eingelaufenen Beiträge. Anschließend teilte Prof. Terzaghi die Ergebnisse bemerkenswerter Beobachtungen und Messungen mit, die K. Langer (Paris) über das Schwellen und den Schwellendruck steifer tertiärer Tone in Nordfrankreich durchgeführt hat. Aus den Ergebnissen der Beobachtungen geht hervor, daß der Schwellendruck dieser Tone die Größe des durch das Gewicht der Überlagerung erzeugten lotrechten Druckes weit übersteigen kann. Die zeitliche Zunahme des Schwellendruckes wird in einem Versuchsstollen östlich von Paris mit Hilfe einer Druckzelle neuartiger Konstruktion gemessen.

J. E. B. Jennings (Cambridge, Mass.) berichtete über Modellversuche an einer Stützwand, die durch den Seitendruck einer aus Rundisenstäben bestehenden Hinterfüllung beansprucht wird. Durch diese Versuche, bei denen der Einfluß der Seitenwandreibung ausgeschaltet ist, wurde gezeigt, daß die nach Terzaghi mit einer geringfügigen Ausweichung der Stützwand verbundene ausgiebige Abweichung von der hydrostatischen Druckverteilung auch bei der Rundisenhinterfüllung zustande kommt.

R. Tillmann (Wien) teilte die Ergebnisse von Beobachtungen mit, die das Wiener Stadtbaureamt über die Größe der durch den Straßenverkehr erzeugten Erschütterungen von Gebäuden machte. Aus diesen Beobachtungen scheint hervorzugehen, daß die Kantendruckung an der Grundfläche der Fundamente durch die Wirkungen des Straßenverkehrs eine bedeutende Erhöhung erfahren kann.

Bodenmechanische Probleme im Straßenbau. Die vielseitigen und schwierigen Probleme, die sich beim Straßenbau ergeben, wurden in einer stattlichen Anzahl von Berichten und von mündlichen Mitteilungen behandelt. Besonders eingehend wurden die Verfahren zur Aufnahme von Bodenprofilen und zur Auswertung dieser Profile für Straßenbauzwecke erörtert. Von Interesse ist auch eine Arbeit des kalifornischen Straßenbauamtes über die Beschleunigung der Verdichtung einer Moorschicht durch Einbau stehender Sandfilter. Ein holländischer Beitrag enthält die Beschreibung einer Versuchsstrecke, in der die Auflast mittels Faschinen auf eine Moorschicht übertragen wird.

In der Wechselseite berichtete C. H. Hogentogler (U. S. Bureau of Public Roads, Washington) über eingehende Untersuchungen, die das Büro in Verbindung mit anderen Straßenbauämtern über die Methoden zur Stabilisierung von Erdstraßen mit Hilfe billiger chemischer Verfahren ausführt. Im Anschluß daran brachte Prof. Winterkorn (Missouri) nähere Angaben über die Verfahren der Stabilisierung von Erdstraßen im Staate Missouri.

Unterricht in der Erdbaumechanik. Die Fragen betreffend den Unterricht in der Erdbaumechanik stehen derzeit in den Vereinigten Staaten im Vordergrund des Interesses, da die Absicht besteht, diesen Gegenstand in den Lehrplan sämtlicher größeren Hochschulen aufzunehmen. Infolgedessen wurde nach der Konferenz eine Sondersitzung einberufen, an der hauptsächlich Vertreter des Lehrfaches teilnahmen. Prof. Terzaghi erläuterte an der Hand eines Beispiels aus seinem eigenen Wirkungskreis die Schwierigkeiten, die sich aus der raschen Entwicklung des Gegenstandes ergeben. Um den Lehrzweck zu erfüllen, sei es unerlässlich, scharf zwischen dem gesicherten Bestande unseres Wissens und den bloßen Vermutungen oder Hypothesen zu unterscheiden. Außerdem empfiehlt es sich, den Schwer-

punkt des Unterrichts nicht in die Schlußfolgerungen, sondern in die empirischen Verfahren zu verlegen, mit deren Hilfe wir neue, praktisch verwendbare Kenntnisse erwerben. Weit aus dem wichtigsten sind die Verfahren zur Messung und Beobachtung auf der Baustelle und am fertigen Bauwerk. Diese Art der Behandlung des Gegenstandes erfordert Erfahrung und ein reifes Urteil. Der Unterricht in diesem Gegenstande kommt lediglich für die letzten Jahre der technischen Fachausbildung in Betracht. Aus dem Inhalt der zahlreichen Wechselreden ging hervor, daß die Meinungen über den Grad der für das Studium der Erdbaumechanik erforderlichen Vorbildung heute noch sehr geteilt sind.

Verlauf und Abschluß der Konferenz. Nach der ersten Sitzung, am Nachmittag des 22. Juni, wurden die Mitglieder der Konferenz vom Präsidenten der Harvard-Universität, Dr. Conant, im Park ihres Helmes empfangen und bewirtet. Am Abende des gleichen Tages waren die Mitglieder Gäste der Fakultät. Nach dem Essen schilderte der Direktor der Harvard-Jubiläumsfeier, J. D. Greene, in humorvoller Ansprache die kulturelle Bedeutung des Gründungsfestes. Für den Monat September ist als Höhepunkt der Feier eine Reihe von Tagungen geplant, in denen etwa sechzig der hervorragendsten Gelehrten aller Nationen über den Stand der Forschung auf ihren Fachgebieten berichten werden. Am Abende des zweiten Sitzungstages waren die Mitglieder zu einem Symphonie-Konzert in Boston eingeladen. Für die Dauer des Kongresses waren die Teilnehmer als Gäste der Universität in den behaglich eingerichteten, in den alten Parkanlagen der Universität gelegenen Wohngebäuden der Studenten untergebracht.

Den Abschluß der Konferenz bildete ein Festessen in den Räumen der historischen Wayside Inn, das durch seinen Besitzer, Henry Ford, zur Erinnerung an die Zelten des Postkutschenverkehrs in seinem ursprünglichen Zustande erhalten wird. Nach dem Abschiedessen schilderte der Schriftleiter des Eng. News-Rec., F. E. Schmitt, in einer geistreichen Ansprache die Eindrücke, die er während der Konferenz vom Standpunkte des Unbeteiligten, über den Parteilich stehenden Beobachters empfangen hatte. Er führte u. a. aus:

„Heute werden bereits in den Vereinigten Staaten allein Arbeiten im Gesamtwert von 200 Mill., die Straßenbauten nicht inbegriffen, durch die Ergebnisse dieser jungen Wissenschaft beeinflusst. Der Auftakt zu dieser raschen Entwicklung wurde durch die experimentellen Untersuchungen des Präsidenten der Konferenz gegeben, der in siebenjähriger Arbeit mit äußerst unzureichenden Hilfsmitteln die Grundlagen der jungen Wissenschaft schuf, und die Geschwindigkeit, mit der sich das werktätige Interesse an dieser Wissenschaft über alle Länder der Erde verbreitete, ist sicher nicht in letzter Linie auf seine dynamische Persönlichkeit zurückzuführen. Die zukünftige Entwicklung wird zweifellos zu einer weitgehenden Arbeitsteilung zwischen den theoretisch und physikalisch eingestellten Forschern, den vornehmlich auf Baustellen wirksamen Vertretern der Erdbaumechanik und jenen Ingenieuren führen, die sich darauf beschränken, die Ergebnisse der Forschung bei der Entwurfsbearbeitung zu verwerten. Ersprößliche Arbeit auf diesem neuen und schwierigen Gebiete erfordert vor allem engste Fühlung zwischen den Vertretern dieser drei Richtungen und zwischen den Vertretern jeder Richtung untereinander. Infolgedessen ist es nicht nur wünschenswert, sondern notwendig, das durch die Konferenz eingeleitete internationale Zusammenwirken durch Schaffung einer Dauerorganisation aufrechtzuerhalten.“

In einer launigen Erwiderung griff Prof. Terzaghi die von P. E. Schmitt angeregte Dreiteilung der Vertreter der Erdbaumechanik auf und warnte die Vertreter jeder Gruppe vor den Versuchungen, die im Laufe ihrer Berufsarbeit an sie heranreten werden. Abschließend verwies er auf die unerhörte Arbeitsleistung, die der Generalsekretär der Konferenz, Prof. A. Casagrande, und seine Mitarbeiter mit der Organisation dieses Kongresses bewältigt haben, und beglückwünschte sie zu dem durchschlagenden Erfolg ihrer Bemühungen. Dieser Dank und Glückwunsch wurde von Prof. A. Agatz (Berlin) im Namen der auswärtigen Mitglieder der Konferenz wiederholt.

Dieser Kongreß hat durch den praktischen Wert der Beiträge und durch die Kundgebung des allgemeinen großen Interesses an den Verhandlungsgegenständen die Erdbaumechanik zum Range einer vollwertigen und selbständigen technischen Wissenschaft erhoben und eine neue, durch internationale Zusammenarbeit gekennzeichnete Stufe in der Entwicklung dieser Wissenschaft eingeleitet.

Vermischtes.

Neue Bestimmungen über die Befähigung zum höheren bautechnischen Verwaltungsdienst. Die Reichsregierung hat unterm 16. Juli 1936 ein „Gesetz über die Befähigung zum höheren bautechnischen Verwaltungsdienst“ beschlossen und verkündet, das zugleich mit den zugehörigen „Ausführungsbestimmungen“ vom gleichen Tage sowie mit der „ersten Verordnung über die Ausbildung und Prüfung für den höheren bautechnischen Verwaltungsdienst“ vom 4. August 1936 in einer Beilage (3) zu Heft 33 des Ztbl. d. Bauv. 1936 veröffentlicht ist¹⁾. Die „erste Verordnung“ gliedert sich in

- I. Vorschriften über die Ausbildung und Prüfung für den höheren bautechnischen Verwaltungsdienst;
- II. Ausbildungs- und Prüfungsordnung, und zwar
 - A. Hochbau, Städtebau, Wohnungs- und Siedlungswesen,
 - B. Wasser-, Kultur- und Straßenbau sowie Maschinen- und Schiffbau der Reichswasserstraßen-Verwaltung,

¹⁾ Zu beziehen durch den Verlag von Wilh. Ernst & Sohn, Berlin W 9, zum Einzelpreise von 1,80 RM., mit Heft 33 zusammen 2,60 RM.

- C. Eisenbahn- und Straßenbau,
- D. Maschinenbau (einschließlich Elektrotechnik),
- E. Heerestechnik;

III. Geschäftsordnung des Reichsprüfungsamts für höhere bautechnische Verwaltungsbeamte.

Zu den vorstehenden Bestimmungen hat Ministerialrat W. Paxmann in der genannten Beilage eine eingehende Erläuterung gebracht, auf die wir unsere Leser besonders hinweisen.

INHALT: Die Hochbauten des Eisenbahnsicherungswesens. — Wärmegänge der Kühlbaugründungen. — Einiges vom heutigen Brückenbau in Amerika. — Druckluftgeräte für Bauzwecke. — Der Internationale Kongreß für Erdbaumechanik und Grundbau an der Harvard-Universität in Cambridge, Mass., USA. (Schluß). — Vermischtes: Neue Bestimmungen über die Befähigung zum höheren bautechnischen Verwaltungsdienst.