

Alle Rechte vorbehalten.

Über Luftdruckgründung mit Eisenbeton-Senkasten.

Von Regierungs- und Baurat Dr.-Ing. Herbst, Berlin.

Die Luftdruckgründung, deren Verfahren und Vorteile hier als bekannt vorausgesetzt werden, kommt vor allem dort in Betracht, wo tiefes und strömendes Wasser, sowie großer Flutwechsel herrscht, wo der Untergrund sehr schlecht, unsicher und tief ist, wo steiniger, mit Hindernissen durchsetzter, schwer zu durchdringender Boden ansteht, schließlich auch, wo unmittelbar neben anderen Bauwerken, z. B. alten Pfeilern, eine Absenkung ohne deren Erschütterung und Gefährdung geboten erscheint.

An solchen Stellen ist sie unzweifelhaft am geeignetsten, weil sie eine völlig sichere Pfeilergründung auf gutem — gegebenenfalls beim Absenken noch zu untersuchendem und vorzubereitendem Untergrund — gewährleistet, und sie ist dort — bei der großen Bedeutung der Gründung für Bauwerke — unter allen Umständen zu wählen, auch wenn sie teurer und etwas umständlicher als andere Gründungsarten, wie z. B. die neuerdings mit gutem Erfolge angewandte Gründung zwischen hohen Eisenspundwänden unter Grundwassersenkung, erscheinen mag.

Von den vielen Formen der Preßluftgründung soll hier die Absenkung mit „verlorener Arbeitskammer“ erörtert werden, bei der also der Pfeiler über einer Luftglocke — dem festen Senkkasten bestimmter Bauform — über Wasser aufgebaut, durch dieses von festen Gerüsten aus in den Untergrund abgesenkt und in diesem mit dem Senkkasten fest gegründet wird.

Der die Arbeitsluftkammer enthaltende und den ganzen Pfeiler tragende Senkkasten (Caisson) — der untere Teil des Pfeilers — soll im allgemeinen für das glückliche Gelingen der Gründung wasser- und luftdicht, feuersicher, leicht und schnell herstellbar, auch billig und vor allem sehr widerstandsfähig sein. Besonders die Widerstandsfähigkeit des an Spindeln des Gerüstes hängenden, mit seinen Schneiden in den Boden eindringenden Senkkastens ist bei dem Durchdringen eines harten, mit Steinen, Holzstämmen und anderen Hindernissen stark durchsetzten Untergrundes von großer Wichtigkeit.

Der Senkkasten ist aus Holz, Eisen, Beton- und Klinker-Mauerwerk in verschiedenster Form und Abmessung hergestellt worden.

a) Der hölzerne Senkkasten, viel in holzreichen Gegenden wie in Amerika angewandt, ist auf der Baustelle leicht zu beschaffen und nachgiebig bei auftretenden Hindernissen, vor allem in weichem Untergrund verwertbar, aber teuer in holzarmen Gegenden, undicht und nicht feuersicher; er braucht viele und kostspielige Holz- und Eisenverbindungen, um ein steifes Gefüge zu erhalten; bei vielen Bauausführungen hat er sich nicht bewährt. Er ist auch schon ausgebrannt.

b) Der zuerst und häufig verwandte eiserne Senkkasten — oft in Verbindung mit Massivbau — ist sehr gestaltungs- und widerstandsfähig, sowie recht dicht, sehr empfehlenswert bei schwierigen Hindernissen im Untergrund und großen einheitlichen Fundamenten aber teuer, schwer und nur in längerer Zeit zur Baustelle zu schaffen und für Absenkungen in zähen Bodenarten zu leicht.

c) Der Senkkasten aus Beton- und Klinker-mauerwerk, im allgemeinen billiger als Holz und Eisen, in weichen Bodenarten verwertbar und leicht auf der Baustelle herstellbar, hat den eisernen Senkkasten in selbsttragender Form vielfach abgelöst; er belastet durch sein großes Gewicht beim Versenken zu stark Rüstung und Spindeln, braucht recht starke Verankerungen und schwierige Verbindungen von Decke, Wand und Schneide, so daß er nicht als ein einheitlicher und geschlossener Versenkkörper angesehen werden kann, der widerstandsfähig harten Untergrund gut durchdringt; außerdem beschränkt sein Aufbau sehr den Arbeitsraum. —

Die Ausbildung der viel angewandten massiven Senkkasten fand bei größeren, mehr Eisenbewehrung beanspruchenden Abmessungen eine sehr glückliche Lösung in der Herstellung aus Eisenbeton. Dieser besitzt gerade für den Bau eines Hohlkörpers den großen Vorzug, daß er ein organisch-einheitliches, sehr widerstandsfähiges und feuersicheres Gebilde bei geringem Gewicht, beliebiger, dem Pfeiler sich anpassender Form und bei dichtem Gefüge gestattet, sich für jeden Untergrund und jede Abmessung auf dem Gerüst erbauen läßt, ein wichtiger, unveränderlicher Teil des ganzen Pfeilers wird und bleiben kann.

Nach Auffassung und Erfahrung des Verfassers dürfte der Eisenbeton wie kein anderer Baustoff für einen Preßluft-Senkasten ge-

eignet sein. Er hat auf dem Gebiete der Preßluftgründung zuerst in der Form von eisenbewehrten Betondecken und Wänden sich Eingang verschafft und sich allmählich als selbständiges Gebilde entwickelt. Er ist, soweit hier bekannt, zuerst in Rumänien, Österreich-Ungarn, Sibirien, Frankreich und Amerika für den Bau von Senkkästen zur Anwendung gekommen. Einige der Entwicklungsformen zeigen Abb. 1a bis 1d.

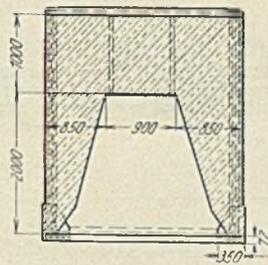


Abb. 1a. Senkkasten in der Brücke bei Balpach-Schmitter.

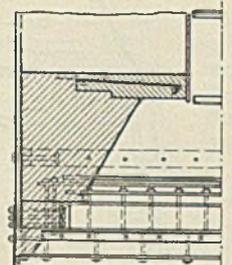


Abb. 1d. Senkkasten in Brücken der Sibirischen Eisenbahnen.

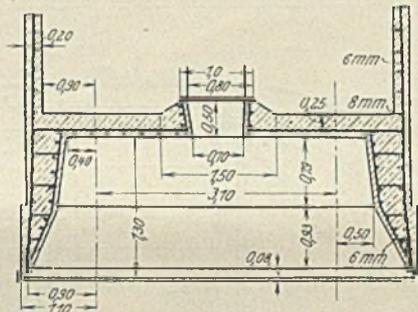


Abb. 1b. Senkkasten der Brücke über die Prohova (Rumänische Staatsbahn).

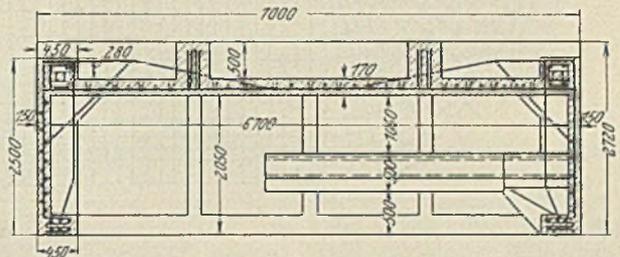


Abb. 1c. Senkkasten bei dem Bau des Trockendocks in Cadix (System Hennebique).

Abb. 1a bis 1d. Einige Anordnungsformen der Eisenbeton-Senkasten.

Auf die Verwendung von Eisenbeton-Senkästen hat, s. Zt. zum erstenmal in Deutschland, die im Jahre 1911/12 stattgefundene Ausführung des aus zwei Land- und zwei Strompfeilern bestehenden Unterbaues der Greifenhagener und Mescheriner Brücke über die Ost- und West-Oder geführt, von denen die erstere — die größere und bemerkenswertere — zur Veranschaulichung der Gesamtanlage der Mittelpfeiler (Weiten 78 + 103 + 72 m, 10 m Breite) in Abb. 2 in ihrer eigenartigen Bauweise dargestellt ist.¹⁾ Es lag NNW auf -0,54 m N. N., SMW auf +0,16 m N. N., EHW (Entwurfshochwasser) auf +0,98 m N. N. und HHW auf +2,36 m N. N., Soll-Sohle der Oder auf -6,00 m N. N.

Für die Gründung der massiven Pfeiler war im Entwurf bei den mittleren Wassertiefen von 4 bis 6 m unter Mittelsommerwasser (+0,25 m N. N.) und bei den vorhandenen Untergrundverhältnissen — feiner,

¹⁾ Vergl. Aufsatz des Verfassers im Zentralbl. d. Bauverw. 1921, S. 617 u. f.

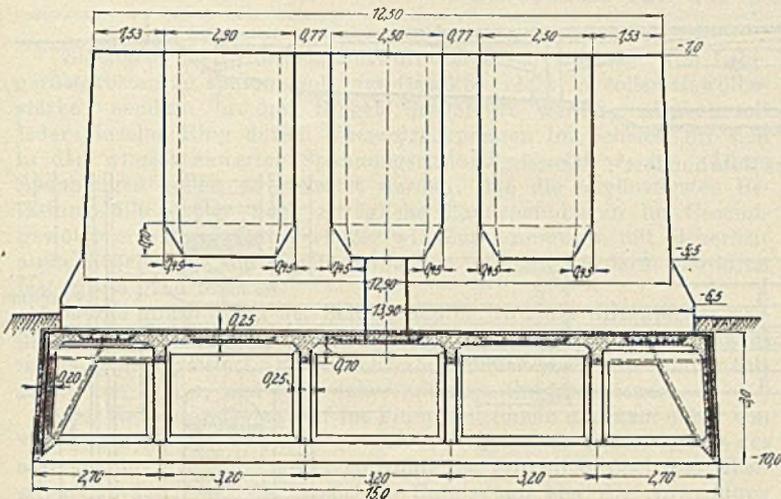


Abb. 3a. Längsschnitt.

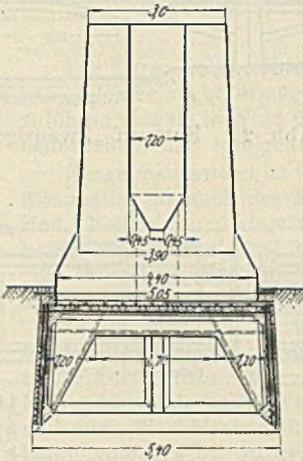


Abb. 3b. Querschnitt.

Abb. 3a bis 3c.
Eisenbeton-Senkkasten
von Grün & Bilfinger.

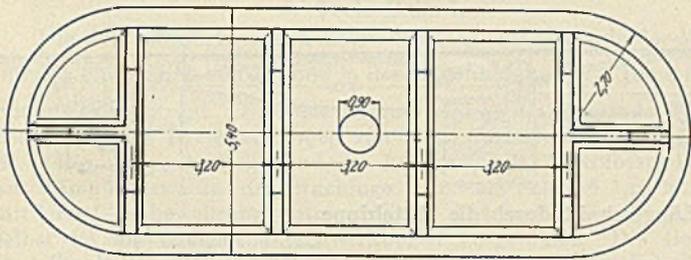


Abb. 3c. Grundriß.

hiernach zweckmäßig arbeiten und etwa auftretende Hindernisse leicht beseitigen konnte. Für den Aufbau der Pfeiler von 5,4 m bzw. 2,5 m Kopfbreite und 15 m bzw. 12 m Länge war nach dem Entwurf Klinkermauerwerk mit Werksteinverkleidung und Magerbetonfüllung in Aussicht genommen.

Der 3 m hoch bemessene Senkkasten der Pfeiler war im Entwurf zunächst einmal aus einem mit Eisenblech umgebenen, auf einer Eisenschneide stehenden Aufbau von Klinkermauerwerk mit Trägerdecke aus Ziegelkappen vorgesehen; es schien aber doch zweckmäßig, die Ausführung des Senkkastens in Holz, Eisen oder Eisenbeton je nach Angebotpreis und Vorschlag dem Ergebnis der Ausschreibung unter bewährten Unternehmern zu überlassen, aber dann möglichst dem Eisenbeton den Vorzug zu geben, da er die beste und sicherste Gewähr für glückliches Gelingen zu bieten versprach. Die Verdingung des Unterbaues vom 9. Januar 1911, an der sich nur leistungsfähige

Unternehmer beteiligten und bei der die Aktiengesellschaften Dyckerhoff & Widmann und Grün & Bilfinger Eisenbetonkasten vorschlugen, hat zur Übertragung der Arbeiten an die erstere und zur Ausführung der Pfeiler mit den von ihr vorgeschlagenen Eisenbeton-Senkkasten an festem Gerüst geführt.

Die A.-G. Grün & Bilfinger hatte einen Senkkasten aus reinem Eisenbeton mit konstruktiv und statisch klarer Gliederung vorgeschlagen, wie er in Abb. 3 dargestellt ist. Er sollte aus einem mit sechs 25 cm starken Rippen ausgesteiften Kasten von 20 cm Wand- und 25 cm Deckenstärke, mit scharfer Eisenschneide gebildet und an 8 Spindeln beim Absenken aufgehängt werden. Er hätte m. E. den Ansprüchen der Gründung voll genügt.

Der von der A.-G. Dyckerhoff & Widmann vorgeschlagene und ausgeführte Senkkasten, der mit 6 Spindeln von 8 cm Kerndurchmesser von festem Gerüst aus abgesenkt werden sollte, ist in Abb. 4 dargestellt und wie folgt aufgebaut.

Die durch ein Eisengerippe bewehrte, aus Zementbeton (1 T. Zement, 3 T. Sand, 3 T. Kies) hergestellte Luftglocke besteht aus einer der Pfeilerform entsprechenden Wand von 20 bis 30 cm Stärke und 3 m Höhe und einem dazwischen gespannten, vorn und hinten mit Viertelkugeln abgeschlossenen, den eigentlichen Arbeitsraum begrenzenden Tonnengewölbe. Beide Teile ruhen auf einer festen, aus C-Eisen und Winkeln gebildeten, ringsherumlaufenden Eisenschneide von 22 cm Auflagerbreite. Der zwickelförmige Vereinigungskörper von Wand und Gewölbe bildet einen starken Balken, der gegen Kräfte von unten und des Gewölbes sehr aussteifend wirkt.

Die beiden Seitenwände enthalten die sechs aus Winkeln zusammengesetzten Eisenhauptpfosten (4,8 m Entfernung), die unten fest auf der Schneide aufstehen und oben gegeneinander ausgesteift sind, die im Kopf die Muttern zur Aufhängung der für 85 t berechneten Stahlspindeln und der die Wand haltenden Rundeisen tragen, ferner über der Schneide mit einem Zugband aus 2 E 18 zur Aufnahme des Gewölbeschubes verbunden sind.

Das dünnwandige Tonnengewölbe, das im Scheitel eine Stärke von nur 10 cm und im Kämpfer eine solche von 15 cm besitzt, ist mit kreuzweis-strahlenförmig liegenden Rundeisen von 12 mm Stärke auf der Innenseite bewehrt. In das Gewölbe (Scheitel) ist auch der Schleusenschachtfuß mit besonderen quer- und längsgelegten Eisen eingelassen.
(Schluß folgt.)

Das Ergebnis des Wettbewerbes für die dritte Neckarbrücke in Mannheim.¹⁾

Alle Rechte vorbehalten.

Von Prof. Dr.-Ing. Ernst Gaber, Karlsruhe.

(Schluß aus Heft 48.)

3. Zwanzigstes Jahrhundert.

Dritter Preis.

Dr.-Ing. P. Borros, Berlin, Architekt H. Herfort, Berlin.

Der Verfasser unternimmt es, trotz der außerordentlich beschränkten Bauhöhe die Aufgabe durch Massivdreieckbogen, die durchweg unter der Fahrbahn liegen, zu lösen. Er ordnet zwei Strompfeiler mit einem lichten Abstände von 80 m an und erhält somit für die Mittelöffnung eine Spannweite von 79 m, während die beiden Nebenöffnungen 59,8 und 53,3 m weit gespannt werden. Dadurch und durch die Bedingungen des Wettbewerbes ergibt sich zwangsläufig für die Mittelbogen ein Pfeil von 5,28 m, also $\frac{1}{15}$ der Spannweite, und für die Nebenöffnungen ein Pfeil von 3,65 m, also $\frac{1}{14,5}$ der Spannweite, beide Male äußerst geringe Pfeile.

Um nun trotz dieser ungünstigen Pfeilverhältnisse die unerläßliche Sicherheit für die richtige Bogenform bei der Ausführung zu gewährleisten, werden die Lehrgerüste der Betonbogen unter den Gehwegen durch steife Eisenfachwerkträger aus hochwertigem Baustahl St 43 ersetzt, wobei dem Eisen nach dem Verfahren von Melan eine Vorspannung erteilt wird. Unter jedem Gehweg werden zwei solche verhältnismäßig hohe Melanbogen angeordnet, zwischen denen bei ihrer nur geringen Breite von 35 und 40 cm die Rohrleitungen usw. bequem

untergebracht werden können. Die eigentliche Fahrbahn erhält jedoch ein 11,60 m breites, zusammenhängendes Gewölbe.

Der Bau soll so vor sich gehen, daß zunächst die vier Melanbogen unter den Gehwegen mit ihrer steifen Bewehrung als Lehrgerüst einzeln betoniert werden. Nach genügender Erhärtung bilden sie das tragende Lehrgerüst für die Herstellung des zwischen ihnen liegenden breiten Gewölbes unter der Fahrbahn. Dieses über 13 m breite Gewölbe wird in so viele Einzelstreifen zerlegt, daß die Belastung der fertigen vier Melanbogen durch die tote Last eines Einzelstreifens annähernd gleich ist der späteren Belastung der Melanbogen durch ruhende und Verkehrslast. So wird jeder Einzelstreifen für sich betoniert, und erst nach seiner Ausrüstung, also wenn sein Gewicht nicht mehr auf den Melanbogen ruht, sondern von ihm selbst getragen wird, beginnt die Arbeit am nächsten Gewölbestreifen. Es liegt nahe, mit dem unter der Brückenachse liegenden Gewölbestreifen zu beginnen und beim Fortgang immer zwei symmetrisch zu den Längsachsen liegende Teilstreifen gleichzeitig herzustellen. Danach wird das Hauptgewölbe in einen Mittelteil von 3,34 m Breite und in Teilpaare von je $2 \times 1,68$ m Breite zerlegt. Über die Wirkung oder Beseitigung der dadurch entstehenden Arbeitsfugen spricht sich die Denkschrift nicht aus.

Durch Verwendung von hochwertigem Zement wird trotz dieses Programms die Bauzeit nicht in unerträglicher Weise verlängert werden.

Bei einer zulässigen Betondruckspannung von 70 kg/cm² schlägt der Verfasser je nach der Forderung einer 4- bis 6fachen Sicherheit ein Mischungsverhältnis von 1:4,5 bis 1:7 für den Gewölbebeton vor.

¹⁾ Von diesem Aufsatz erscheint demnächst im Verlage von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W66, ein Sonderdruck. Geh. 2,40 R.-M.

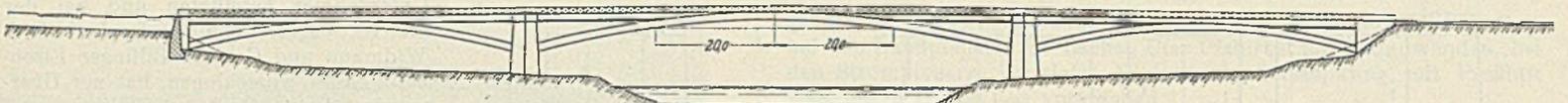


Abb. 22. Entwurf „Zwanzigstes Jahrhundert“. Ansicht.

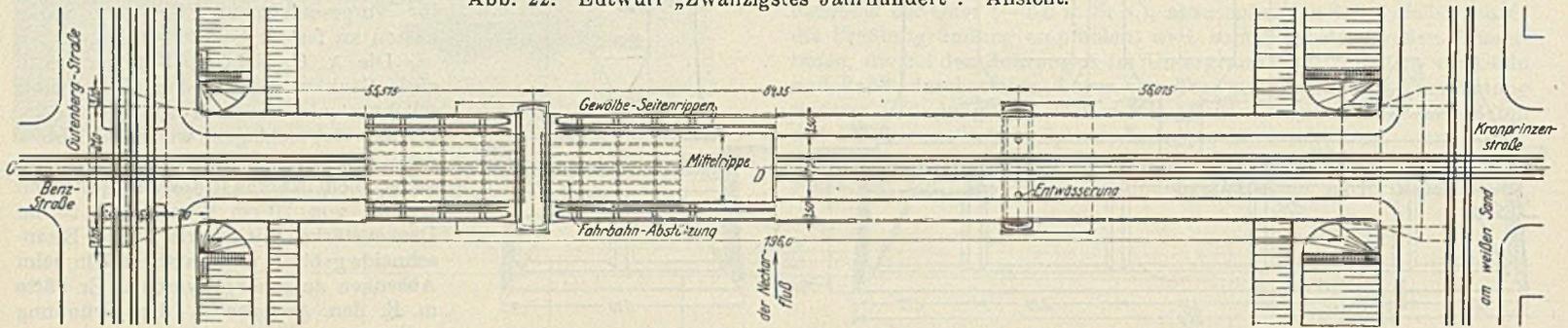


Abb. 23. Entwurf „Zwanzigstes Jahrhundert“. Grundriß.

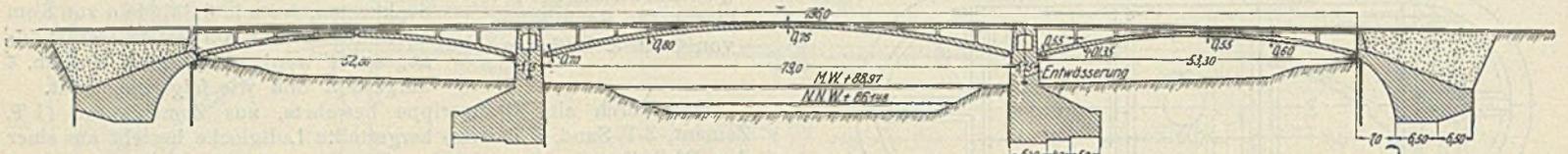


Abb. 24. Entwurf „Zwanzigstes Jahrhundert“. Längsschnitt durch die Mittelrippe.

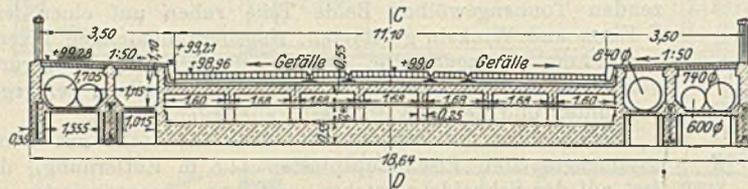


Abb. 25. Entwurf „Zwanzigstes Jahrhundert“. Querschnitt im Scheitel der Seitenöffnung.

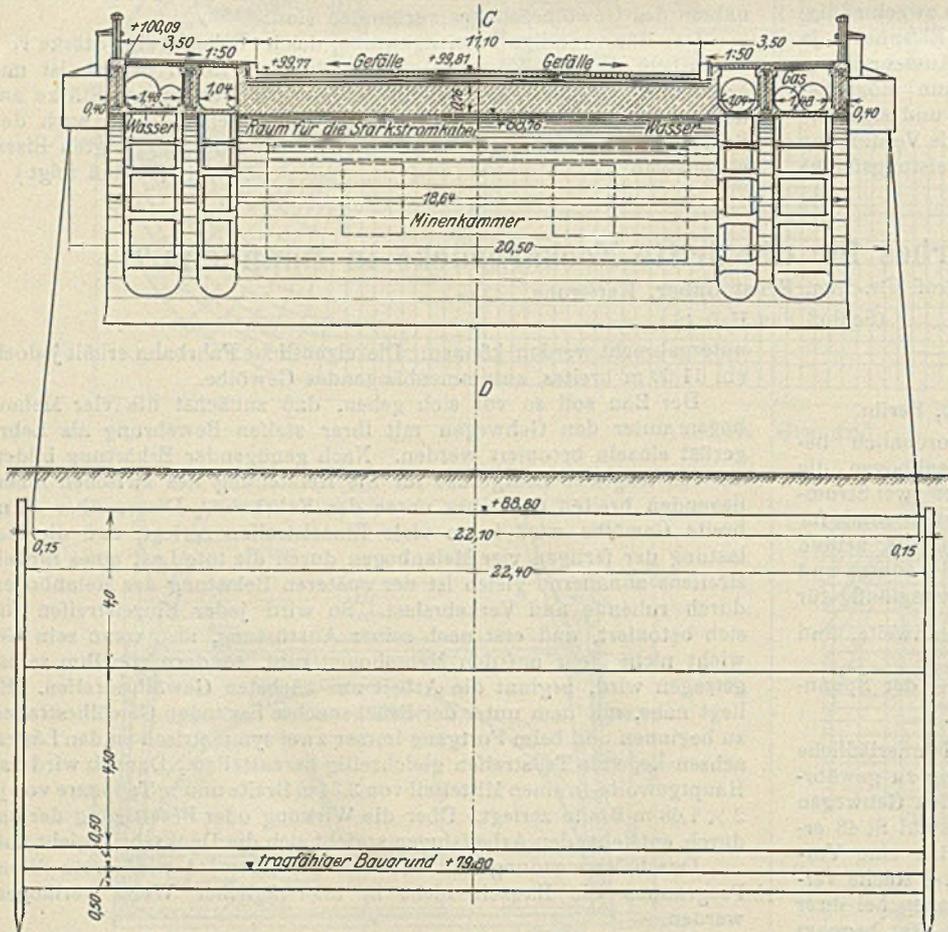


Abb. 26. Entwurf „Zwanzigstes Jahrhundert“. Querschnitt im Scheitel der Mittelöffnung mit Ansicht der Bogenrippen.

Für die Gewölbe unter der Fahrbahn wird als notwendig angegeben: bei der Mittelöffnung im Scheitel 76 cm, im Bogenviertel 80 cm und am Kämpfer 70 cm, bei der Seitenöffnung 55, 60 und 55 cm. Die Melanbogen unter den Gehwegen sollen in der Mittelöffnung eine Breite von 40 cm und eine Höhe erhalten, die zwischen 1,10 m und 1,29 m schwankt, während sie in den Seitenöffnungen bei 35 cm Breite durchweg 1,10 m hoch sein sollen.

Die Fahrbahn wird getragen durch eine durchgehende Eisenbetondecke mit Längsträgern, die durch Pfeiler auf den Gewölberücken abgestützt werden. In den Brückenstirnflächen wird zwischen Fahrbahn und Bogen eine Eisenbetonabschlußwand eingezogen, um dem Auge eine ruhige, geschlossene Fläche darzubieten.

Um die Breite der Mittelpfeiler auf 5 m einschränken zu können, werden sie vom Kämpfergelenk bis unterhalb des Geländes, also bis zum Fundamentbeginn als biege feste Betonkörper mit Eiseneinlage ausgebildet, deren Seitenflächen mit Naturstein verkleidet werden.

Die Ausführung der Pfeiler und Widerlager soll mit Wasserhaltung zwischen Spundwänden geschehen, wobei für die Mittelpfeiler zweistufige Wasserhaltung vorgesehen ist.

Der Entwurf zeichnet sich durch ungewöhnliche Kühnheit des entwerfenden Ingenieurs aus, der durch eigenartige Vorschläge für die Bauausführung das Wagnis zu vermindern sucht. Der mitarbeitende Architekt hat es nicht voll verstanden, der kühnen Gestaltung der Tragwerke auch äußerlich einen befriedigenden Ausdruck zu verleihen.

4. Der eingespannte Bogen.

Das Bauwerk hat drei eingespannte Stempfbogen unterhalb der Fahrbahn, von denen der mittlere eine Spannweite von 100 m und die beiden äußeren eine solche von 40 m haben. Die Pfeilerstärke beträgt 7,70 m. Der Hauptbogen hat eine Scheitelstärke von 2 m und eine Kämpferstärke von 3,70 m. Als größte Spannungen werden ausgerechnet 62 kg/cm² Druck am Kämpfer und 58 kg/cm² in einer Zwischenfuge. Bei einer Druckfestigkeit des Betons von 360 kg/cm² wird die Sicherheit als ausreichend angesehen.

Der Hauptbogen zerfällt in vier Rippen, von denen die beiden äußeren 1,95 m, die beiden mittleren 2,20 m breit sind bei einer Gesamtgewölbebreite von 16,60 m.

Eigenartig ist an diesem Entwurf der Wölbvorschlag: Um Lehrgerüstkosten zu sparen, soll das Gewölbe nicht in voller Gewölbestärke, sondern in drei Ringen ausgeführt werden. Dabei soll jeder einzelne Ring durch Wasserdruckpressen im Scheitel für sich in den wünschenswerten Spannungszustand versetzt werden. Diese Spannungen sollen so gestaltet werden, daß die ungünstigsten Belastungsfälle später noch erträgliche Randspannungen im Gesamtgewölbe erzeugen. Der Verfasser will Zugspannungen mit Sicherheit ausschließen und die Druckspannungen an den Rändern hierdurch fast gleich groß machen.

Durch Höhersetzen der Seitenkämpfer wird der Strompfeiler verhältnismäßig günstig beansprucht, denn die Endresultante wird steil nach unten abgelenkt. Er braucht aber immer noch eine Fundamentbreite von 21,6 m und wird daher mit dem Unterbau teuer.

Der Entwurf ragt zu tief ins Flußprofil hinein und kam daher von vornherein für die Ausführung nicht in Frage. Daß er die Vorteile des eingespannten Bogens ausnützen wollte, ist erfreulich, doch war übersehen worden, daß der unsichere Untergrund hier die Anwendung einer Einspannung grundsätzlich ausschließt.

5. Freie Bahn I.

Die drei Eisenbetonbogen unter der Fahrbahn haben in der Mittelöffnung einen Stich von $\frac{1}{11}$ und in der Seitenöffnung $\frac{1}{10}$. Die mittlere Spannweite beträgt 80 m; sie ist aufgelöst in drei tragende Rippen, deren jede ein Dreigelenkbogen von 78 m Spannweite mit 7 m Pfeil ist. Die Rippenbreiten sind je 1,60 m. Die Gewölbestärke ist am Kämpfer und in der Bruchfuge 2 m, am Scheitel 1,20 m. Die mittlere Eisenbewehrung beträgt 1,5%. Die steife Eisenbewehrung selbst ist als Dreigelenk-Fachwerkbogen ausgebildet. Die Gelenke sind Stahlbolzengelenke. Die Mittelpfeiler sind 7,30 m am Schaft und 16,70 m an der Sohle stark. Die Bogen greifen zu tief ins Durchflußprofil des Hochwassers ein und verstoßen damit stark gegen die wasserpolizeilichen Forderungen.

VII. Gruppe.

1. Neckarbogen.

Der Entwurf sieht zwei schwere Eisenbeton-(Dreigelenk-)Bogen über der Fahrbahn zwischen Gehweg und Fahrbahn in der Mittelöffnung vor. In den Seitenöffnungen schließen sich Dreigelenkbogen unter der Fahrbahn an. Der Hauptbogenstich ist viel zu groß und die konstruktive Durchbildung nicht besonders glücklich; beachtenswert ist, daß die Eisenbetonquerträger als Rahmenträger ausgebildet werden, damit in ihren Rahmenöffnungen die Rohrleitungen untergebracht werden können. Die Bogenweiten sind 46, 90, 46 m.

2. Betonbogen.

Durch Anordnung von zwei Mittelpfeilern von 4 m Pfeilerstärke ergeben sich drei Öffnungen von 46, 104, 46 m lichter Weite, die durch Dreigelenkbogen überspannt werden. Weil die Lager und ihre Gelenke hochwasserfrei bleiben sollen, erhalten die beiden Seitenöffnungen Bogen unter der Fahrbahn mit 2,14 m Stich und die Mittelöffnung einen über der Fahrbahn liegenden Bogen mit 15 m Stich. Alle drei Bogen haben als steife Eisenanlage eiserne Dreigelenk-fachwerkbogen, deren Gurte aus St 48 und deren Wandglieder aus St 37 bestehen. Die Ummantelung besteht aus Beton 1 : 4,5, dem unter Verwendung von hochwertigem Zement eine Druckspannung von 70 kg/cm² zugemutet wurde, bei einer Druckfestigkeit von 350 kg/cm² nach acht Tagen. In der Mittelöffnung erheben sich zwei Hauptbogen, an denen die Fahrbahn mit Zugstangen und untenliegenden Gelenken angehängt ist. Jeder Eisengurt hat kastenförmigen Querschnitt. Die Bogenstärke ist am Scheitel 3 m, am Kämpfer und im Bogenviertel 3,50 m, die Bogenbreite einheitlich 1 m. In der Seitenöffnung zerfällt der Dreigelenkbogen in vier Rippen von 2 x 1,80 und 2 x 1,60 m Breite. Jedes Teilgewölbe umschließt drei eiserne Fachwerkbogen. Unter dem Geländer liegt nochmals ein 30 cm breiter Bogen teil, der aber im wesentlichen zur Verblendung dient. Berechnung und Ausführung sah man hier so vor, daß in der Mittelöffnung die Eisenfachwerkträger die ruhende Last aus ihrem Eigengewicht und der Betonummantelung aufnehmen, während die Last der Fahrbahn und die gesamte Verkehrslast auf den Eisenbeton übergeht. In den Seitenöffnungen wurde ähnlich verfahren. Die Eisenbeton-Fahrbahnplatte ruht auf Eisenbeton-Längsträgern von 5,88 m Stützweite. Die Querträger werden aus Eisen-Parallelfachwerkträgern gebildet, die mit Beton ummantelt sind. In den Seitenöffnungen sind unter dem Fahrbahngerippe Einzel-Stützen angeordnet. Die Rohre und Leitungen werden hinter der 30 cm starken Verblendwand unter den Gehwegen untergebracht. Das bei dem flachen Schub besonders beanspruchte Endwiderlager wurde zwar mit breiter Sohle ausgeführt, darüber aber unverständlicherweise in ihm ein Hohlraum gelassen, statt durch dessen Ausfüllung mit Magerbeton oder Kies das Gewicht zu vermehren und damit an Fundamentbreite zu sparen.

Schluß.

Die kurze Zeit, während deren das Planmaterial zugänglich war, hat es leider nicht ermöglicht, alle beachtenswerten Entwürfe aufzuführen und sie in Wort und Bild ausführlich zu beschreiben. Es ist bedauerlich, daß infolgedessen manche gute Arbeit unbekannt bleibt.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß sowohl auf dem Gebiete des Eisenbaues als auch des Massivbaues gute Lösungen geboten worden sind. Neben den preisgekrönten oder angekauften Entwürfen sind als besonders eigenartig der Entwurf „Freier Blick II“ aus der 1. Gruppe, „Straff“ aus der 3. Gruppe, „Geist der Gotik“ und „Kern und Schale“ aus der Massivbaugruppe zu erwähnen.

Wenn man die Entwürfe im Eisenbau noch einmal daraufhin überprüft, inwieweit bei der Ausbildung der Fahrbahn oder der Hauptträger Fortschritte zutage getreten sind, so kann festgestellt werden: Neben der wiederholten Verwendung von Belagsteinen oder Buckelplatten und auch Flachblechen, über die eine Lage von Kiesbeton oder Bimsbeton aufgebracht wurde, tritt die freitragende Eisenbetonplatte in den Vordergrund. Durch Anordnung von Hauptquerträgern, Längsträgern und Hilfsquerträgern wurde bei „Flachbrücke“ die allseitige Auflagerung der Eisenbetonplatte ermöglicht und durch ihre kreuzweise Eisenbewehrung ein Ersatz für die eisernen Buckelplatten geschaffen. Fast allen Entwürfen ist die Anordnung einer wasserdichten und wasserableitenden Schutzschicht über der Eisenbetonplatte aus Asphaltfilzplatten oder ähnlichem gemeinsam. In einem Falle wurde die Unterhaltung der Fahrbahn durch Miteinbetonieren der Längsträgerstege zu verbilligen versucht.

Bei den Hauptträgern tritt das Bestreben, das schon während des letzten Jahrzehnts bei vielen Gelegenheiten beobachtet werden konnte, in den Vordergrund, die häufig unruhig wirkenden Fachwerkssysteme zu vermeiden und dafür geschlossene vollwandige Hauptträger zu verwenden. Um der Eisenkonstruktion die Schwere zu nehmen, wird der entstehende Blechträger meist mit zwei Stegblechen als Kastenquerschnitt ausgebildet, wodurch die Traghöhe, allerdings auf Kosten des Eisenaufwandes, wesentlich verringert werden kann. Der manchmal gewählte innere lichte Abstand der Stegbleche von nur 50 oder 55 cm ist jedoch unbrauchbar; als Mindestmaß, bei dem die Unterhaltung noch einigermaßen möglich ist, würden mindestens 60 cm zu wählen sein.

Beachtenswert ist das Bestreben, den Fußgängerverkehr von den durch den Fahrverkehr hervorgerufenen Schwankungen unabhängig zu machen, indem die Gehwege auf besondere Tragsysteme gelegt werden, und eigenartig ist auch der Versuch, bei Anordnung mehrerer Hauptträger durch kräftige Querverbände die einzelnen Hauptträger von den zufälligen Belastungen zu entlasten und sämtliche Hauptträger zum Mittragen zu zwingen.

Bei den Entwürfen mit tiefliegendem Gewölbe zeigt es sich, daß bei städtischen Verhältnissen, wo die Notwendigkeit vorliegt, viele und große Rohrleitungen zu überführen, das früher breit ausgebildete Gewölbe in einzelne schmale Tragrippen aufgelöst werden muß, um nicht unnötige Konstruktionshöhe über dem Gewölbescheitel zu verbrauchen. Die Auflösung solcher Tragrippen geht stellenweise sehr weit und erfordert unbedingt wegen der Knicksicherheit der Einzelteile sorgfältig ausgebildete, massive Querverbindungen oder Querrippen.

Bezeichnend ist die mehrfache Verwendung von Bogen nach System Melan mit steifer Bewehrung und das Bestreben, durch stufenweises Betonieren der Einzelbogen, ein besonderes Lehrgerüst ganz oder teilweise zu sparen, indem die Schalung für die ersten Betonierungen von deren steifer Eisenbewehrung getragen wird. Wenig überraschen kann die reichliche Verwendung von Dreigelenkbogen bei den wenig günstigen Brücken- und Untergrundverhältnissen.

Die Stadt Mannheim hat sich entschlossen, ihren eigenen Entwurf fallen zu lassen und den Entwurf „Flachbrücke“ auszuführen. Der Bau ist bereits im Gange. Die Vermutung des Bürgerausschusses, der Brückenbau habe sich in dem letzten Jahrzehnt fortentwickelt, hat sich durch das günstige Ergebnis des Wettbewerbes als richtig erwiesen.

Die Fachwelt ist der Stadtgemeinde und ihren technischen Beratern zu Dank verpflichtet, daß man sich in letzter Stunde zu dem öffentlichen Wettbewerb entschlossen hat, obwohl ein eigener guter baureifer Entwurf bereits baupolizeilich genehmigt vorlag. Demgegenüber ist es nebensächlich, wenn wegen der gebotenen Eile das Ausschreiben einige Mängel aufwies. Der Wettbewerb und auch die Preisrichter haben ihre Aufgabe in der kurzen Zeit gelöst: Es wurde eine wohl von allen Seiten als gut anerkannte Arbeit mit dem ersten Preise ausgezeichnet und zur Ausführung empfohlen — und die Stadtgemeinde hat den Preisrättern den Brückenbau auch alsdann übertragen.²⁾

²⁾ Auf mehrfache Anfragen sei darauf hingewiesen, daß die Abb. 4 u. 5 die Entwürfe nur skizzenhaft und grundsätzlich wiedergeben; eine geometrisch genaue Wiedergabe war bei dem Mangel an Planunterlagen leider nicht möglich. Versehentlich wurde im Entwurf „Freier Blick I“ die Scheitelstärke des Mittelbogens falsch mit 3,60 m statt richtig mit 1,0 m eingezeichnet.

Alle Rechte vorbehalten.

Technik des nordamerikanischen Straßenbaues.¹⁾

Von Prof. Dr.-Ing. E. Neumann, Braunschweig.

(Schluß aus Heft 49.)

Bituminous-Macadam-Asphaltschotter ist in Atlanta für Wohnstraßen viel verwendet worden (Abb. 22). Als besonderes Beispiel wurde eine Straße gezeigt, die einen Macadam-Unterbau hatte, auf dem Kalkstein in den angegebenen Größen aufgebracht und mit Asphalt nach dem Verfahren Finlay getränkt war. Diese im Jahre 1917 hergestellte Straße zog sich mitten durch ein Militärlager, auf dem ein starker Verkehr von Lastwagen während des Krieges stattgefunden haben muß. Noch jetzt verkehren darüber Lastkraftwagen zu einer Sägemühle und anderen industriellen Unternehmungen, die aus den früheren Militäranlagen entstanden sind. Der Zustand ist gut (Abb. 23).

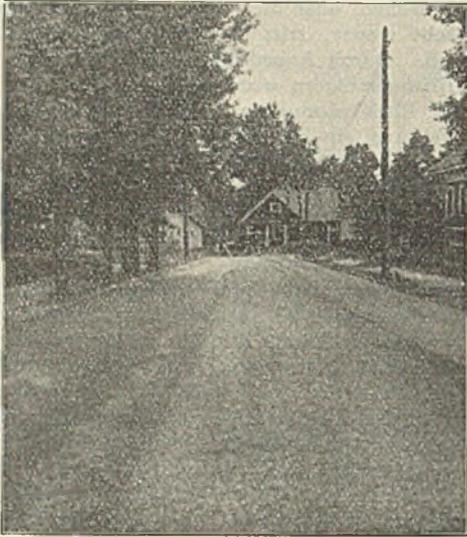


Abb. 22. Asphaltchotterdecke.

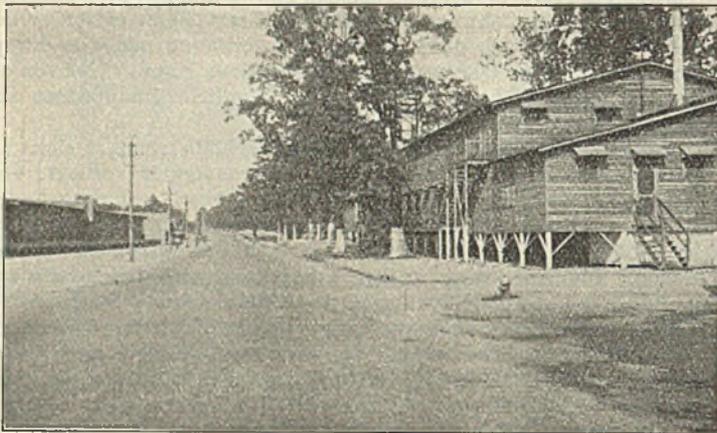


Abb. 23. Asphaltchotterdecke aus Kalkstein.

Das gleiche wird über eine Straße in Alexandria Va. berichtet, die den einzigen Zugang zu einem Militärlager während des Krieges gebildet hat.

Man hat für Wohnstraßen auch statt des Steinmaterials Schlacke in den angegebenen Größen verwendet.

In Pennsylvania rechnet man für das Penetrationsverfahren: 35 t Steine auf 30 m Straßenlänge zu 5,4 m Breite, Größe 1,6 bis 7,0 cm bis auf 7,5 cm abgewalzt. 20 bis 30% Kompression = 6,25 l/m² Asphalt. Dann werden Steine von 19 mm Größe aufgebracht, 6 t auf 30 m, sie sollen die Hohlräume in der Oberfläche ausfüllen. Sie werden abgewalzt; es wird 1,8 l/m² Asphalt aufgespritzt und dann feiner Splitt bis 12 mm, 4 t auf 30 m, aufgebracht und dann nochmals Asphalt = 1,1 l/m² und wieder abgewalzt.

In Massachusetts wurde eine zwei Jahre alte Verbindungstraße mit dieser Decke besichtigt, sie war in gutem Zustande und hatte eine raue Oberfläche (Abb. 24). Auf dem Newbury port Turnpike war dieser Asphaltchotter fünf bis sechs Jahre alt. Die Oberfläche

weil älter, etwas weicher, hat seit dem Bau außer einer Oberflächenbehandlung keine Unterhaltung erfordert.

Nach den Angaben der Asphalt-Association erfordert eine solche Decke innerhalb fünf Jahre keine Unterhaltung, höchstens eine leichte Oberflächenbehandlung (1,1 l/m²). Danach neue leichte Bedeckung mit Grus.

Asphaltchotter soll im früheren oder mittleren Sommer verlegt werden, weil der Asphalt dann warm wird und infolge seiner Weichheit ein Zusammenpressen der Decke eintritt.

Ingenieur Coburn, Massachusetts, hält diese Form für die gegebene für Deutschland, weil in den vorhandenen Schotterdecken auf Packlage schon ein tragfähiger Unterbau vorhanden ist und es sich

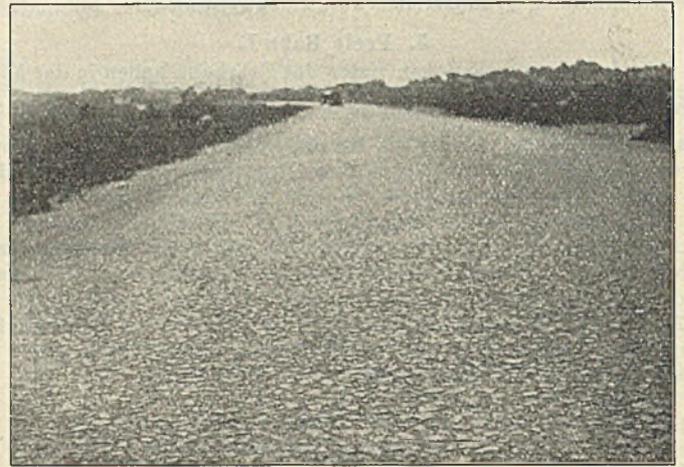


Abb. 24. Asphaltchotterdecke.

nur darum handelt, eine widerstandsfähigere, staubfreie Abnutzungsdecke zu schaffen. Solche Decken müssen auch schweren Verkehr aushalten können.

Auf der belebtesten Straße des Staates Massachusetts Worcester—Boston, die eine solche Decke hat, wurden gezählt von 6¹⁵ bis 6⁴⁵ 20 große Lastkraftwagen, 4 Busse, 3 leichte Lastkraftwagen, 1 Pferdewagen, sehr viele Personenwagen.

Die Decke befand sich in einem einwandfreien Zustande.

Die Grundlagen der Asphalt-Association empfehlen für verschiedene Lufttemperaturen und Verkehrsgrößen folgende Penetration:

Verkehr	Temperatur		
	leicht	mittel	hoch
leicht	120 bis 150	90 bis 120	80 bis 90
mittel	90 „ 120	90 „ 120	80 „ 90
schwer	80 „ 90	80 „ 90	80 „ 90

Für Distributoren wird ein Druck von 1,4 bis 5,6 kg/cm² vorgeschlagen. Sprengweite nicht mehr als 1,2 m, keine Überdeckung der gesprengten Flächen.

U. S. Bureau of Public Roads empfiehlt für die zweite Steingröße, daß 95% durch ein 2,5-cm-Sieb gehen und 85% auf 6-mm-Sieb zurückgehalten werden. Staubbörmige Bestandteile sollen nicht vorhanden sein.

Der Asphaltverbrauch bei dieser Bauweise ist etwas reichlich. Man muß mit 10 kg/m² rechnen. Da der Asphalt in den Staaten nahezu nur halb so teuer ist als bei uns (absolut gerechnet; berücksichtigt man die geringere Kaufkraft des Dollars gegenüber der Reichsmark, so stellt sich sein Preis sogar noch niedriger), muß eine Berechnung ergeben, ob diese Bauweise auch für uns wirtschaftlich ist.

Wie früher²⁾ bereits nachgewiesen, hat man den Asphaltchotter nächst der Betondecke auf Landstraßen am meisten verwendet.

Asphaltbeton (Asphalt Concrete).

Auf Grund meiner Reisebeobachtungen im Jahre 1912 hatte ich in der Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau 1912, Nr. 29, S. 676 den Asphaltbeton für eine gute und wirtschaftliche Straßenbedeckung für Kraftwagen erklärt. Diese Auffassung hat sich auf Grund der diesmaligen Beobachtungen als richtig erwiesen. Noch heute liegen die damals zum Teil im Bau befindlichen Straßen gut. Nach den Begriffsbestimmungen der Asphalt-Association ist Asphalt Con-

²⁾ Vergl. „Die Bautechnik“ 1925, Heft 43, S. 610.

¹⁾ Ein erweiterter Sonderdruck wird unter dem Titel: „Kritische Betrachtungen über den gegenwärtigen Stand des Straßenwesens in den Vereinigten Staaten von Nordamerika“ demnächst im Verlage von Wilh. Ernst & Sohn, Berlin, erscheinen. Die Schriftleitung.

crete ein Pflaster, in dem die Abnutzungsfläche zusammengesetzt ist aus einer Mischung von Asphaltzement mit gebrochenem Stein, gebrochener Schlacke oder Kies und oft mit Sand und Mineralfüllmasse.

Größe und Anteil der einzelnen Kornarten wird sorgsam abgemessen mit dem Ziel, eine dichte Masse mit einem geringsten Hohlraumgehalt zu erreichen. Die Mischung wird gewöhnlich in einer besonderen Anlage hergestellt. Die Oberfläche bekommt bisweilen eine Deckschicht (sealcoat) in derselben Weile wie der bituminöse Macadam.

Der Unterbau kann bestehen aus Beton, Asphaltbeton, aus alten bestehenden Pflasterungen, aus Ziegel, Pflastersteinen. Packlage und Macadam werden oft als Unterbau benutzt, sie müssen aber eine ausreichende Stärke haben. Die Benutzung am Ort der Ausführung vorhandenen Steinmaterials als Zuschlagstoff kann als ein Vorzug des Asphaltbetons angesehen werden.

Es werden drei Klassen von Asphaltbeton unterschieden:

Klasse 1, bei der nahezu alle Zuschläge auf dem 0,2-mm-Maschen-Sieb zurückgehalten werden,

Klasse 2, bei der die auf dem 0,2-mm-Maschen-Sieb zurückgehaltenen Teile überwiegen,

Klasse 3, bei der die Teile, die durch das 0,2-mm-Maschen-Sieb hindurchgehen, überwiegen.

Die beiden Klassen 2 und 3 sind Patente.

Klasse 1. Das Gestein kann von ziemlich gleicher Größe sein, die Abmessungen aber geringer als bei dem Asphaltotter. Die Steine sollen würfelige Form haben. Das Gestein soll zähe und hart sein. Der Zähigkeitsgrad soll nach dem französischen Beiwert bemessen 8, und die Härte gleichfalls 8 betragen.

Nach den Vorschriften D. U. S. Bureau of Public Roads soll die Zusammensetzung des Steinmaterials folgendes sein:

95 % sollen durch 1-Zoll-Sieb gehen,

25 bis 75 % sollen durch $\frac{3}{4}$ -Zoll-Sieb gehen,

85 % sollen auf $\frac{1}{4}$ -Zoll-Sieb zurückgehalten werden.

Die Penetration des Asphaltzements, angegeben in $\frac{1}{10}$ mm bei 25° mit dem Dowschen Penetrationsmesser:

Verkehr	Temperatur		
	gering	mäßig	hoch
leicht	90 bis 120	80 bis 90	70 bis 80
mittel	80 „ 90	80 „ 90	70 „ 80
schwer	80 „ 90	70 „ 80	70 „ 80.

Asphaltmenge liegt zwischen 5 bis 7 Gewichtsprozent. Die geringe Menge deutet an, daß der Asphalt nicht die Öffnungen füllen, sondern nur kittend soll.

Die Decke muß unbedingt eine Oberflächenasphaltierung erhalten, die die Oberfläche dicht schließt und den Eintritt von Wasser verhindert.

Die 2. Klasse gibt einen dichteren Asphaltbeton, sie besteht aus groben und feinen Zuschlägen und Füllmasse. Die feinen Bestandteile schließen die Fugen besser und geben eine größere Sicherheit gegen Verschiebung. Man kann Kies verwenden. Das feine Material soll aus Quarzsand bestehen.

Typische Vorschrift D. U. S. Bureau of Public Roads für die Beschaffenheit der Zuschläge:

Alles soll durch $\frac{1}{4}$ -Zoll-Sieb gehen, 30 bis 70 % sollen durch das 40-Maschen-Sieb, nicht mehr als 10 % durch das 200-Maschen-Sieb gehen.

Die Mineralfüllmasse soll Kalksteinmehl oder Portlandzement sein. Alles soll durch das 30-Maschen-Sieb hindurchgehen, 60 % durch das 200-Maschen-Sieb.

Für den Asphaltzement gelten folgende Vorschriften. Penetration:

Verkehr	Temperatur		
	niedrig	mittel	hoch
leicht	70 bis 80	70 bis 80	60 bis 70
mäßig	70 „ 80	70 „ 80	60 „ 70
schwer	60 „ 70	60 „ 70	60 „ 70.

Im Durchschnitt:

grobe Zuschlagstoffe . . .	45 bis 60 %
feine „ . . .	25 „ 40 „
Füllmasse	3 „ 5 „
Bitumen	6 „ 8 „

Die 3. Klasse kommt nahe an Sheet Asphalt und wird durch die Mischung, die den Namen „Topeka“ erhalten hat, am besten gekennzeichnet.

Grobe Zuschlagstoffe — gebrochene Steine — sollen durch $\frac{1}{2}$ -Zoll-Sieb gehen. Kies derselben Größe kann benutzt werden, ist aber nicht so wirkungsvoll, weil die einzelnen Teile zu rund geschliffen sind.

20 % sollen auf $\frac{1}{4}$ -Zoll-Sieb zurückgehalten werden. In den groben Zuschlagstoffen soll auch Material vorhanden sein, das durch das 10-Maschen-Sieb geht.

Die feinen Zuschlagstoffe sollen durch das $\frac{1}{4}$ -Zoll-Sieb vollständig gehen, 90 % sollen auf dem 200-Maschen-Sieb zurückgehalten werden. Füllmasse wie in Klasse 2.

Asphaltzement, Penetration:

Verkehr	Temperatur		
	niedrig	mittel	hoch
leicht	60 bis 70	60 bis 70	50 bis 60
mäßig	60 „ 70	60 „ 70	50 „ 60
schwer	50 „ 60	50 „ 60	50 „ 60.

Es wird ein gröberes Material benutzt, so daß Topeka eine rauhere Oberfläche (gritty surface) als Sandasphalt hat und daher sehr gut auch für Pferdeverkehr geeignet ist. Er kann in starken Steigungen benutzt werden.

Die Mineralbestandteile sollen zwischen 95 bis 120° C erhitzt werden und nicht unter 65° C zur Einbaustelle gebracht werden. Asphaltzement soll zwischen 120 bis 150° erhitzt werden.

Die Verwaltung von North Carolina gibt an für Topeka:

30 % bis $\frac{1}{4}$ Zoll grobe Mischung
52 % Sand
8 $\frac{1}{2}$ % Bitumen
10 % Filler.

Es macht den Eindruck, als ob diese Einteilung in drei Klassen der Versuch ist, etwas System in die vielen Arten von Asphaltbeton zu bringen. Tatsächlich wird Asphaltbeton in den mannigfachsten Mischungen ausgeführt. Das erkennt man schon an den Ausschreibungsbedingungen der staatlichen Landstraßenverwaltungen. Die Verwaltung von Massachusetts kennt z. B. vier Typen von Asphaltbeton.

Das Ziel aller Bestimmungen für die Herstellung des Asphaltbetons der höheren Klassen ist, eine Mischung zu erhalten, die möglichst wenig Hohlräume hat. Die hier gemachten Angaben könnten noch erweitert werden. Das hat aber keinen Zweck, denn es soll durch die Angaben nur darauf hingewiesen werden, worauf es ankommt, nämlich auf die genaue Einhaltung gewisser Korngrößen der Zuschlagstoffe und die richtige Einstellung des Asphalts.

Beim Asphaltbeton besteht die Möglichkeit, auch minderwertige Zuschläge zu verwenden. Hierüber hat man in Massachusetts Versuche gemacht, die, wie ich mich überzeugen konnte, gut ausgefallen sind. Man hat am Ort der zu bauenden Straße anstehenden, groben Kies verwendet, den man gebrochen und nach bestimmten Korngrößen ausgesiebt hat. Damit sind die Wege gewiesen, wie man auch an Stellen, die kein grobes Gestein führen und man darauf angewiesen ist, es von weither zu holen, vorhandenen Kies oder Geröll u. a., auch Sand ausnutzen kann. Voraussetzung ist, daß man vorher in der Versuchsanstalt die Stoffe auf ihre Zusammensetzung und den in jedem Falle notwendigen Bitumengehalt untersucht. In dieser Hinsicht gesammelte Erfahrungen werden bald dazu führen, daß man schon auf den ersten Blick die zweckmäßigste Mischung erhält.

Sheet Asphalt (Sandasphalt).

In meinem Bericht vom Jahre 1912, Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau Nr. 26 u. f., habe ich angegeben, daß der Sandasphalt in den Geschäftstraßen durchgängig schlecht ist. Das Granitpflaster ist das einzige Pflaster, das den schweren Geschäftsverkehr ausgehalten hat. Der Sandasphalt war damals in keinem besonders guten Zustande. An diesen Verhältnissen hat sich insofern nichts geändert, als das Granitreihenpflaster in allen Städten auf den Hafensstraßen und Straßen in Fabrikvierteln benutzt wird, wo ein schwerer, langsamer Verkehr vorhanden ist, z. T. noch mit Pferden und Wagen mit eisernen Reifen. Dieses Pflaster wird als das einzige angesehen, das in der Lage ist, solchen Verkehr auszuhalten. Man hat daher in New York diese Form als Normalform angenommen. In Philadelphia hatte man die Haupthafenstraße — Frankfurter Straße und Delaware Avenue — neu mit Granitreihensteinen auf Betonunterlage und Bitumenverguß verlegt.

In Washington hat man eine Straße, die eine Ausfallstraße nach Virginia ist und im Gefälle liegt, mit Kleinpflaster als Reihenpflaster — Durex — versehen, weil Sandasphalt dem vorhandenen Verkehr nicht standgehalten hat.

Chicago hat die untere, nur dem Frachtverkehr gewidmete Straße der zweistöckigen Michigan Avenue mit Granitreihensteinen gepflastert.

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben also meine damalige Auffassung, daß Sandasphalt für sehr schweren Lastverkehr nicht geeignet ist, bestätigt. Eine Veränderung gegenüber den damals festgestellten Verhältnissen ist aber insofern eingetreten, als das Sandasphaltpflaster, das auch in anderen nicht so sehr vom Lastwagenverkehr berührten Straßen damals nicht immer in einem befriedigenden Zustande war, heute sich in einem auffallend guten Zustande befindet. Diese Veränderung hat vermutlich zwei Ursachen,

die eine ist in der Änderung des Verkehrs zu suchen, die andere in der Beschaffenheit des Sandasphalts. Die Pferde mit Hufen und Stollen und die Wagen mit eisernen Reifen sind nahezu völlig aus diesen Straßen verschwunden. Die Beanspruchung der Decke ist also eine völlig gleichartige, nur Gummireifen, Luftreifen bei Personen- und leichten Lastwagen, Vollreifen bei Lastwagen. Es ist bekannt, daß diese Verkehrsart den Asphalt lange nicht in dem Maße angreift als Pferdehufe und eiserne Reifen. Im Gegenteil übt der Reifen eine glättende Wirkung aus, vor allen Dingen schließt er etwa entstandene Fugen, wobei das Tropföl der Kraftwagen eine Erweichung der oberen Schicht herbeiführt und sie noch elastischer macht. Die neue Verkehrsart ist also dem Sandasphalt günstiger. Außerdem scheint eine Verbesserung des Pflasters dadurch erreicht zu sein, daß an Stelle des Trinidadasphalts nunmehr Asphalte verwendet worden sind, die von mexikanischen und kalifornischen Petrolölen destilliert sind. Diese Asphalte sind reiner als die Naturasphalte, wie Trinidad- und Bermudezasphalte, die zudem noch durch besondere Flußmittel in die richtige Konsistenz gebracht werden müssen. 1912 war die Barber-Asphalt-Gesellschaft führend, die die Gruben von Trinidad und Bermudez ausbeutete. Heute werden nach Angaben des Präsidenten der Asphalt-Association, Mr. Pennibaker nur noch 10% Trinidad-, dagegen 60% Mexikoasphalt (Shall) und 24% kalifornische Asphalte verwendet. Da der Trinidadasphalt nur 65% Bitumen enthält, muß man entsprechend größere Mengen verwenden. Es wird angenommen, daß die mexikanischen und californischen Asphalte eine bessere Bindekraft und ein gleichmäßigeres Erzeugnis liefern, da sie künstlich hergestellt werden.

Das Ziel, das erstrebt werden muß, bezeichnete Präsident Pennibaker folgendermaßen:

mehr Feinmaterial (Filler),
weniger Asphalt,
niedrigere Penetration.

Je größer die Menge des Feinmaterials ist, um so fester ist die Decke und um so größeren Widerstand leistet sie den Verschiebungen im Verkehr. Der einzige Nachteil ist die Wellenbildung, die auf der Versuchsstraße des Bureau of Public Roads in Arlington näher untersucht worden ist; je weniger Asphalt, desto billiger wird die Decke, und je niedriger die Penetration ist, um so widerstandsfähiger ist die Decke, besonders bei Wärme.

Infolge des in den letzten Jahren erreichten Fortschritts im Bau von Sandasphaltstraßen machen diese Befestigungen einen sehr guten Eindruck. Selbst in New York-Manhattan bei seinem dichten Verkehr überraschte diesmal der gute Zustand der Sandasphaltstraßen. Dasselbe kann man von Philadelphia, Washington, Chicago, Detroit, Boston und anderen Städten sagen.

Auf Grund der Möglichkeit, den Sandasphalt den Anforderungen des Verkehrs und Klimas in weitem Maße anzupassen, hat er jetzt in den Städten die weitestgehende Anwendung gefunden,

27,3% aller Pflasterflächen in den Städten
und 31,5% „ „ „ „ „ über
100 000 Einwohnern waren 1923 mit Sandasphalt versehen.

Läßt man die natürlichen Pflasterarten, wie Kies- und Macadamwege außer Betracht, dann ist der Anteil von Sandasphalt 35% in allen, 39% in den Städten über 100 000 Einwohnern (Beton 5,5% und 3,5%).

Alle städtischen Beamten, denen wir die Frage vorlegten, warum sie Sandasphalt vor dem Betonpflaster bevorzugten, gaben die schon erwähnte Auskunft, daß in städtischen Straßen viel Pflasteraufbrüche vorgenommen werden mußten und daß hier Beton unangebracht ist. Da bleibt außer Steinpflaster nur noch Sandasphalt übrig.

Als Unterbau für Sandasphalt dient meistens Beton, z. B. hat der neuerbaute viele Kilometer lange Riversidedrive in New York, der als Park- und Automobilstraße anzusehen ist, eine Sandasphaltdecke auf Beton erhalten. Die Betongründung soll mindestens 16 cm stark sein und das Mischungsverhältnis 1:3:6 oder 1:9 haben. Auffallend ist, daß eine stärkere Gründung, wie sie sich in England und Deutschland seit Einführung der Kraftwagen als notwendig erwiesen hat, nicht vorgeschlagen wird. Ein Zeichen, daß eben der Verkehr nicht zu schwer sein kann. North Carolina schreibt ein Mischungsverhältnis von 1:2½:5 bei gebrochenen Steinen und 1:2½:4 bei Schlackenverwendung vor.

Zwischen Beton und der Sandasphaltdecke wird noch eine Asphaltbetonschicht eingelegt, die verhindern soll, daß der Sandasphalt auf dem Beton schiebt.

Die Sandasphaltstraßen werden von Unternehmern gebaut, aber meistens von den Staaten unterhalten, die eigene Mischanlagen haben. Für den Bau von Asphaltbeton und Sandasphaltdecken sind besondere bewegliche Anlagen ausgebildet, die an der Baustelle die Zuschläge trocknen und mischen. Die Maschinen sind leicht, handlich und haben eine große Leistungsfähigkeit. Allerdings kann man Asphalt-

straßen mit Leistungen bis zu 300 m Strecke am Tag wie bei Beton nicht bauen.

Die städtischen Unterhaltungsanlagen sind ortsfest, denn man kann den Sandasphalt gut bis 40 km verfahren. Die Anlagen in Manhattan und in Philadelphia liegen am Wasser, um Bitumen, Sand und Mineralfüllmasse mit Schiff anfahren zu können. Die Anlage in Manhattan hat eine Leistungsfähigkeit von 4000 m² für den Tag, 4 cm Sandasphalt und 4 cm Bindermasse. Auf den Umstand, daß die Städte jetzt selbst die Unterhaltung in die Hand genommen haben, ist es wohl zurückzuführen, wenn die Straßen aus Sandasphalt sich in einem besseren Zustande befinden. 1912 geschah die Unterhaltung noch durch Unternehmer.

Wenn man sich die Frage vorlegt, welche von den Asphaltdecken für deutsche Verhältnisse passen, dann wird das ganz davon abhängen, welche Art von Straßen in Frage kommt. Asphalttschotter verbraucht viel Asphalt und wird vermutlich dadurch kostspielig werden. Asphaltbeton dürfte sehr geeignet sein für Landstraßen. Aber auch hier kann man sich auf amerikanische Vorbilder stützen. Der Staat Pennsylvania hat eine Norm ausgearbeitet, wie man eine wassergebundene Schotterdecke in eine Asphaltstraße umwandeln kann (Abb. 25). Um für die Verbreiterung einen tragfähigen Unterbau zu schaffen, werden beiderseits an die Schotterdecke Betonleisten von 0,6 m Breite anbetoniert. Der Ausgleich in den verschiedenen Quergefällen wird durch verschiedene Stärke der Bindschicht erreicht. Der Bericht des Staates Pennsylvania empfiehlt diese Form ausdrücklich, um wassergebundene Schotterstraßen in eine Decke von längerer Lebensdauer umzuwandeln, die auch stärkeren Verkehr aushalten kann.

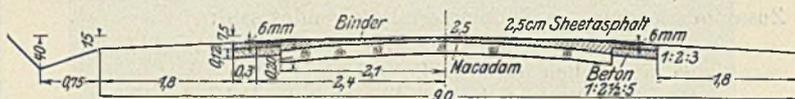


Abb. 25. Vorschlag für die Verbreiterung einer Schotterdecke von 4,2 m auf 5,4 m und für Deckung mit einer Asphaltdecke.

Diese Form der Umwandlung der Schotterstraßen in für den Kraftwagen geeigneten Zustand scheint für deutsche Verhältnisse außerordentlich zweckmäßig, so daß Versuche damit angestellt werden sollten.

Baustoffe.

Der richtigen Auswahl der Baustoffe wenden die amerikanischen Straßenbauingenieure ganz besondere Aufmerksamkeit zu. Sie haben bezüglich der Prüfung und Bewertung der Baustoffe durch Zusammenarbeit des Ingenieurs mit dem Materialprüfungsfachmann große Fortschritte gemacht. Außerdem haben sie durch Versuchsstraßen eine Beantwortung aller der vielen Fragen erstrebt, die bisher noch ungeklärt waren, und zugleich durch Schaffung einer Zentralstelle, in der alle Erfahrungen und Ergebnisse gesammelt werden, Highway Research Board in Washington, dafür gesorgt, daß diese Ergebnisse gesichtet, verarbeitet und dann allen am Straßenbau Beteiligten zugänglich werden.

Sehr viele Baustofffragen sind unter Mitwirkung der American Society for Testing Material behandelt worden und haben bereits in Normen ihre Lösung gefunden. Bei Lieferungen müssen die Baustoffe diesen Normen entsprechen, die Beschaffenheit wird außerdem in den zahlreichen Prüfungsanstalten der Staaten und Städte nachgeprüft, und in Verbindung damit werden auch größere wissenschaftliche Versuche ausgeführt. Auch die Abteilung für öffentliche Straßen (Bureau of Public Roads) im Landwirtschaftsministerium hat Unterlagen für die Beschaffenheit der Baustoffe herausgegeben, und sie verlangt bei Straßen, die aus Zuschüssen der Bundesregierung gebaut werden, daß die Baustoffe vor ihrem Einbau auf ihre Übereinstimmung mit den vorgeschriebenen oder zugelassenen Vorschriften der Abteilung für öffentliche Straßen geprüft werden.

Sechs verschiedene Bulletins sind erlassen, Schriften von ziemlichem Umfange, in denen die Probeentnahme und die Untersuchungsweisen für natürliche Baugesteine, Bitumina, Beton und Eisenbeton, und für Eisen und Stahl bei Brücken festgelegt sind.

Sehr eingehende Untersuchungen hat man vorgenommen, um die Beschaffenheit des Untergrundes zu erforschen, der in den Staaten vielfach aus quellfähigem Boden besteht, dessen Tragfähigkeit bei Nässe herabgesetzt ist und der im Winter auffriert. Der Straßenbau ist in den Vereinigten Staaten eine Angelegenheit der Trockenlegung des Unterbaues (question of drainage), wie mir der auch in Deutschland bekannte Ingenieur Metcalf von der in Abwasserreinigungsfragen führenden Firma Metcalf & Eddy in Boston sagte. Darum hat man sowohl auf der Versuchsstraße in Pittsburg Cal. wie in Arlington diese Angelegenheit sehr eingehend studiert, vor allem besondere Verfahren ausgearbeitet, um den Grad der Quellfähigkeit

und Wasseraufnahme der Böden im Laboratorium zutreffend beurteilen zu können.

Auch die Straßenbaustoffe selbst müssen sehr genau gehaltenen Lieferungsvorschriften entsprechen und werden auf ihre bedingungsgemäße Beschaffenheit fortlaufend nachgeprüft. Beim Betonstraßenbau verlangt man nicht nur einen normenmäßigen Zement, dessen Beschaffenheit von Abnahmebeamten auf dem Zementwerk selbst fortlaufend kontrolliert wird, sondern man schreibt auch die Zusammensetzung der Zuschläge nach der Korngröße und den Wassergehalt genau vor. Täglich werden aus dem Beton Proben entnommen und in zylinderförmigen Formen aus Pappe, die in der Betondecke eingelegt werden und zugleich mit der Betondecke hergestellt werden, eingeschlagen, sorgfältig behandelt, an das Prüfungsamt der den Bau leitenden staatlichen Bauverwaltung gesandt und dort geprüft. Außerdem werden aus der fertigen Betondecke zylinderförmige Probestücke herausgebohrt, wofür eine besondere Maschine konstruiert ist (Core drilling Machine made by Ingersoll Rand Co., Phillipburg N. J.) und die in der Prüfungsanstalt gleichfalls auf ihre Festigkeit untersucht werden (Abb. 26).

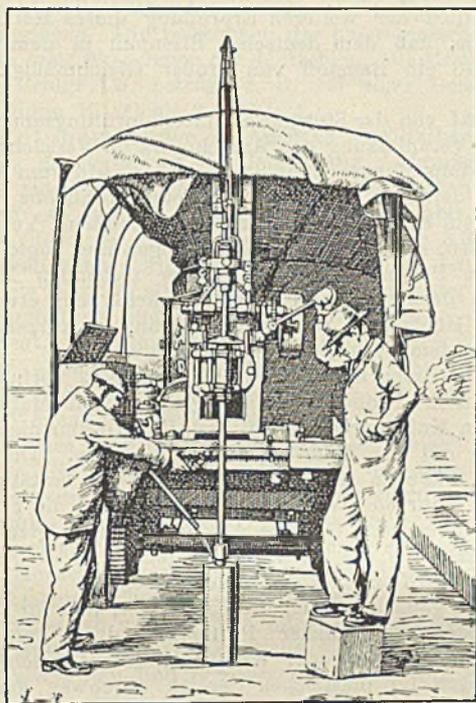


Abb. 26. Maschine zum Herausbohren von zylinderförmigen Körpern an Betonstraßen zur Druckfestigkeitsprüfung.

In gleicher Weise wird mit den Bitumenstraßen verfahren. Hier wird einmal die Beschaffenheit des Bitumens genau vorgeschrieben, ebenso die Zusammensetzung der Zuschläge. Auch die Einhaltung dieser Vorschriften wird fortlaufend kontrolliert. Die Verfahren zur Untersuchung der Bitumina decken sich mit den in Deutschland üblichen. Es wird nur mehr Wert auf die Penetration gelegt.

In den zuvor angegebenen Schriften ist angegeben, wie die Proben genommen werden sollen und wie geprüft werden soll und welche Anforderungen an die Stoffe gestellt werden müssen.

Die amerikanischen Ingenieure stehen auf dem Standpunkte, daß sie sich auf die Unternehmer nicht verlassen dürfen, daß selbst die härteste Garantieverpflichtung sie nicht vor Schaden bewahren kann, und daß der Schaden, den die Allgemeinheit hat, wenn eine Straße wegen schlechter Ausführung zu Bruche geht, Störung des Verkehrs u. a. m., auch durch eine gelegentliche Haftung des Unternehmers nicht behoben werden kann, daher versuchen sie, durch eine eingehende Kontrolle alle Bürgschaften zu sichern, daß die Ausführung gut wird.

Die Staaten, die jetzt einen systematischen Straßenbau betreiben, haben daher alle besondere Untersuchungsämter. Besichtigt wurden die Ämter in Raleigh, North Carolina und Harrisburg. Ferner hat auch die Regierung in Washington im Bureau of public Roads ein solches Amt, das gleichfalls besichtigt wurde. Diese Ämter haben eine physikalisch-technische und eine chemische Abteilung. Die erstere untersucht die Zuschläge, Sande, Kiese, Steinschlag und Zement und Beton, die andere die Bitumina, organische Verunreinigungen des Bodens, Wasser u. a. m. Die Aufgabe der Untersuchungsämter besteht darin, die unbrauchbaren Stoffe von der Anwendung auszuschließen und die beim Bau zugelassenen Stoffe fortlaufend auf ihre Brauchbarkeit zu untersuchen und gegebenenfalls wissenschaftliche Untersuchungen vorzunehmen.

Die Vorschriften für die Ausführung der Bauten aus Beton und Eisenbeton enthalten daher auch genaue Angaben über die Kornzusammensetzung der Zuschläge, wie sie sich in Deutschland noch nicht haben einführen lassen.

Die Prüfungsanstalten verfügen über große Räume und reichliches Personal. Denn es sind bisweilen die Stoffe von 25 Bauten und mehr zu prüfen. In den Anstalten findet man alle die Maschinen, die auch bei uns für die Untersuchung solcher Baustoffe bekannt sind. Die Maschinen sind aber anscheinend nach ganz anderen Gesichtspunkten gebaut. Alle Zug- und Druckmaschinen haben Hebelübertragung und sind z. T. mit besonders feinfühligem Kraftmessern ausgestattet.

Hydraulische Pressen habe ich nur im Bureau of Standard gesehen. Für die Feststellung der Konsistenz des Betons verwendet man zwei Verfahren, einmal das von Abrams, bei dem der Beton in die Form eines abgestumpften Kegels gefüllt wird, und dann das Zusammensinken nach dem Abheben der Form gemessen wird, zweitens

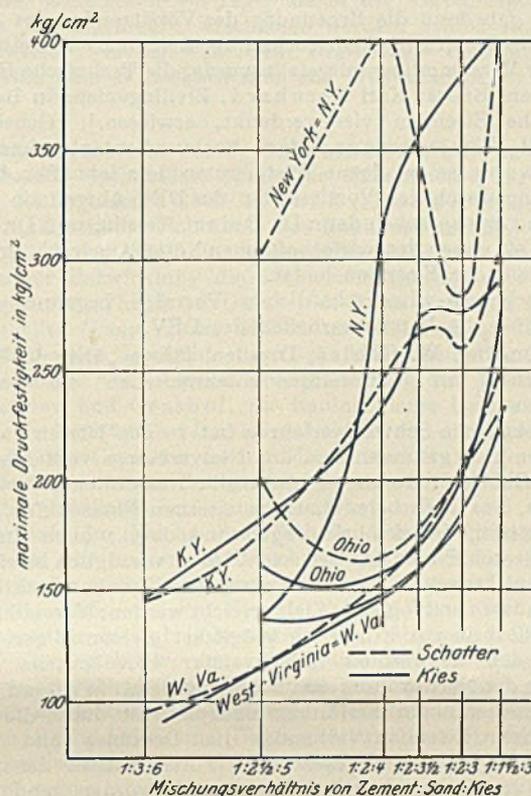


Abb. 27. Druckfestigkeit des Betons für verschiedene Mischungen und Zuschläge nach den Erfahrungen in verschiedenen Staaten.

auf einem Tisch, auf dem eine bestimmte Menge Beton ausgebreitet wird, der dann mehrmals erschüttert wird. Gemessen wird der Durchmesser, den der durch die Erschütterung ausgebreitete Beton angenommen hat.

Die Beton- und Zement-Versuchskörper werden in besonderen Räumen gelagert, die dauernd eine bestimmte Feuchtigkeit und Wärme erhalten.

Aus den Festigkeitsergebnissen des Betons in verschiedenen Staaten ist eine Zusammenstellung gemacht worden, die in Abb. 27 wiedergegeben ist. Es wird unterschieden zwischen Kies- und Schotterbeton. Es fällt auf, daß in einzelnen Fällen die fetteren Mischungen in der Festigkeit nachgelassen haben. Das kann nur auf eine ungünstige Kornzusammensetzung zurückgeführt werden. Vermutlich hat der am Ort anstehende Kies nicht das richtige Korngrößenverhältnis, so daß nur bei einem bestimmten Anteil des Schotters sich eine günstige Festigkeit ergibt. Solche Untersuchungen und Übersichten wird man in Deutschland wohl auch erst noch in größerem Umfange anstellen müssen, ehe man zum Betonstraßenbau übergeht und die Festigkeit dem Zufall überläßt.

Die umfangreichen Versuche der amerikanischen Forschungsämter über die Brauchbarkeit der natürlichen Baugesteine, die Zweckmäßigkeit der Betonzusammensetzung u. a. m. bieten bedauerlicherweise keine Vergleichspunkte für unsere deutschen Verhältnisse, weil man die Festigkeitsversuche — Druckversuche — an Zylindern vornimmt, deren Höhe doppelt so groß ist als ihr Durchmesser (15 zu 7,5 cm). Die Druckfestigkeit ist, verglichen mit unserer an Würfeln vorgenommenen, wesentlich geringer. Es bleibt daher nichts anderes übrig, als einige Versuchsreihen in unseren Versuchsanstalten vorzunehmen, um einen Umrechnungsmaßstab zu finden und damit die amerikanischen Versuche auch für uns ausnutzbar zu machen.

Vermischtes.

Beton u. Eisen, Internationales Organ für Betonbau (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 66). Das am 20. November erschienene Heft 22 (1,50 R.-M.) enthält u. a. folgende Beiträge: Dr.-Ing. K. Schaechterle: Die Vorschriften für die Ausführung von Bauwerken aus Eisenbeton und die Wirtschaftlichkeit der Verwendung von Eisenbeton für Bahnbrücken. — Dr.-Ing. Herm. Craemer: Die Erzbunkeranlage des Stahlwerks Becker im Krefelder Hafen. — Dr.-Ing. Ferd. Schleicher: Nochmals Kreisplattenfundamente. — Dr. Dr. e. h. Fritz Emperger: Kontrollbalken aus hochwertigem Beton.

Die wissenschaftliche Tagung des Deutschen Eisenbau-Verbandes (DEV) in Karlsruhe am 27. Oktober 1925. Nach Begrüßung der Teilnehmer durch den Vorsitzenden, Fabrikbesitzer Eggers, Hamburg, erzählte der Rektor der Technischen Hochschule Karlsruhe, Geheimrat Rehbock, geschichtlich Interessantes aus seiner eigenen Eisenbaupraxis und gab dann die Ernennung des Vorsitzenden des DEV zum Ehrendoktor der Karlsruher Hochschule bekannt. Dieselbe Ehrung hat, wie der Versammlung mitgeteilt wurde, die Technische Hochschule Stuttgart dem Baurat Karl Bernhard, Zivilingenieur in Berlin, dem der deutsche Eisenbau viel verdankt, erwiesen.¹⁾ Geheimrat Dr. Dr.-Ing. H. Zimmermann, dem hochverdienten, nimmermüden Forscher, wurde seine eigene Büste unter dem lebhaften Beifall der Versammlung durch den Vorsitzenden des DEV überreicht. Zur wirtschaftlichen Lage sprachen dann Dr. Oelert, Berlin, und Dr. Klönne, Dortmund; sie gaben den wirtschaftlichen Nöten Ausdruck, unter denen auch der deutsche Eisenbau leidet.

Die technisch-wissenschaftlichen Vorträge begannen mit drei Berichten über die Versuchsarbeiten des DEV.

Prof. Dr.-Ing. W. Gehler, Dresden, führte „über die Ergebnisse von Versuchen mit geschweißten Eisenbauteilen“ im wesentlichen folgendes aus:

Das elektrische Schweißverfahren hat in den letzten Jahren vielfache Anwendung gefunden und das Nietverfahren verdrängt in allen denjenigen Gebieten, wo es vor allem gilt, wasserdichte Verbindungen herzustellen, wie z. B. beim Bau von eisernen Flußschiffen, Gas- und Wasserbehältern, Druckrohrleitungen und dergl.; auch ein kleineres englisches Seeschiff hat sich seit vier Jahren vorzüglich bewährt. Um jedoch das elektrische Schweißverfahren für Eisenkonstruktionen einzuführen, müssen erst folgende Ziele erreicht werden: Vervollkommnung der Schweißarbeit zur Erlangung möglichst gleichmäßiger Güte, Erforschung des Kräftefeldes geschweißter Eisenbauteile und die Möglichkeit der Nachprüfung von Schweißstellen. Während die letzte Forderung bisher noch unerfüllbar erscheint, ist durch die Versuche des Deutschen Eisenbau-Verbandes im Dresdner und Dahlemer Materialprüfungsamt ein wesentlicher Fortschritt in der statischen Erkenntnis von Schweißverbindungen erzielt worden, und zwar auf Grund zahlreicher Versuche mit Einzelstäben und Fachwerkträgern bis 9 m Stützweite. In den letzten fünf Jahren konnte die Güte des Schweißverfahrens, wie aus den Güteziffern der Versuche hervorgeht, wesentlich verbessert werden. Besonders hervorragend sind die Ergebnisse unter Verwendung englischer Quasi-Arc-Elektroden, bei denen die Elektrode mit blauem Asbest und einem Aluminiumdraht umwickelt ist. Nach diesem Verfahren sind in diesem Jahre bereits 40 Eisenbahnbrücken in Australien verstärkt worden. Es ist anzunehmen, daß auch in Deutschland das elektrische Schweißverfahren bei Verstärkung von Brücken künftig Anwendung findet, besonders dann, wenn infolge zu kurzer Anschlußlängen an den Knotenblechen andere Lösungen unwirtschaftlich werden.

Dipl.-Ing. Rein, Berlin, führte im wesentlichen folgendes aus: Die im letzten Jahre eingetretene starke Verwendung des neuen hochwertigen Baustahls St 48 für eiserne Brücken gab dem Ausschuss für Versuche im Eisenbau Veranlassung, die Knickspannungslinie für diesen Baustoff in gleicher Weise zu ermitteln, wie dies im Jahre 1924 mit Prüfstäben für St 37 durchgeführt wurde. Als Prüfstäbe wurden wiederum solche rechteckigen Querschnitts von 25 · 40 mm Seitenlänge für die Schlankheitsverhältnisse $\lambda = 40$ bis 100 in unbeeinträchtigtem Zustande verwendet. Geliefert wurden sie von drei verschiedenen Walzwerken, von denen zwei das Material im Siemens-Martin-Ofen und das dritte in der Thomasbirne erzeugten. Bei allen drei Reihen gelang es, bereits aus der ersten Walzung eine genügende Zahl von Prüfstäben mit ungefähr gleichen Materialeigenschaften auszusuchen. Im Gegensatz zu dem bei St 37 angewendeten Verfahren entschloß man sich aber, auf Grund befriedigender Ergebnisse von Vorversuchen, das Material in ungeglühtem Zustande zu den Versuchen zu verwenden. Die an besonderen Materialproben ermittelte Streckgrenze sämtlicher Stäbe schwankte zwischen 2943 und 3311 kg/cm², das Elastizitätsmaß zwischen 2 022 000 und 2 112 000 kg/cm², ein Er-

gebnis, das diesen Baustoff als wesentlich gleichmäßiger kennzeichnet als St 37.

Die Versuche wurden in einer stehenden 50-t-Prüfmaschine mit bereits früher beschafften, besonders geeigneten Schneidenlagern im Staatl. Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem durchgeführt. Im elastischen Knickbereich entsprachen die bei diesen Versuchen gewonnenen Bruchlasten genau den Eulerschen Werten. Von hier aus ergeben die Bruchlasten einen sehr scharfen Übergang in die Streckgrenze.

Da die Prüfstäbe von drei verschiedenen Werken stammen, muß dieses Ergebnis als recht günstig angesprochen werden. Ein Vergleich der Versuchswerte mit der in den Reichsbahnvorschriften angenommenen Knickspannungslinie zeigt, daß deren geradliniger Übergang aus der Streckgrenze zur Euler-Hyperbel zwischen $\lambda = 60$ und $\lambda = 100$ eine zu ungunstige Annahme darstellt. Die P-Grenze des St 48 liegt offenbar dicht bei der Streckgrenze, und die bei diesen Knickversuchen erzielten Bruchlasten zeigen deutlich, daß der Übergang von der Streckgrenze zur Euler-Hyperbel besser durch eine Gerade zwischen $\lambda = 60$ und $\lambda = 86$ hergestellt wird.

Vorbehaltlich der weiteren Erprobung dieses Materials ergeben diese Versuche, daß dem deutschen Eisenbau in dem hochwertigen Baustahl St 48 ein Baustoff von großer Gleichmäßigkeit zur Verfügung steht.

Prof. Graf von der Stuttgarter Materialprüfungsanstalt berichtete über die auf Veranlassung des Ausschusses für Versuche im Eisenbau an der Materialprüfungsanstalt Stuttgart ausgeführten Versuche, die den Druckwiderstand zentrisch belasteter Profilstäbe verschiedener Länge ermitteln sollten. In Frage kamen zunächst Versuche mit I-, U- und T-Eisen, später mit gleichschenkligen und ungleichschenkligen L-Eisen. Die Prüfung geschah in einer stehenden Maschine, und dabei wurde derart verfahren, daß zunächst ein etwa 5 m langer Stab bis zur Höchstlast geprüft und dann, in kürzere Stücke aufgeteilt, weiter dem Versuch unterworfen wurde.

Neben der Ersparnis an Material hat dieses Verfahren den Vorteil, daß sämtliche Probekörper aus gleichartigem Material bestehen. Im elastischen Knickbereich fallen die Höchstlasten dieser Säbe mehr oder weniger mit der Euler-Hyperbel zusammen. Die Höchstlasten der kürzeren Stäbe im plastischen Knickbereich bestätigen, daß die Tragfähigkeit mehr oder weniger ungefähr durch die Fließgrenze des Materials bestimmt ist. Größere Abweichungen zeigten hier die geprüften L-Eisen, die die Knickspannungen nach den Annahmen der Reichsbahnvorschriften meistens nicht erreichten.

Im großen ganzen zeigten die Ergebnisse, daß für Flußstahl St 37 der Knickwiderstand solcher Profilstäbe durch die Reichsbahnvorschriften in befriedigender Weise abgegrenzt erscheint, während einzelne L-Eisen im plastischen Bereich durchweg geringere Werte ergaben.

Über „Amerikanische Eisen- und Stahlwirtschaft und wir“ sprachen auf Grund eigener Beobachtungen aus jüngster Zeit Direktor Koppenberg, Riesa, und Oberingenieur Schellewald, Dortmund.

Nach allgemeinen Ausführungen, die die überragende Stellung Amerikas in der Weltwirtschaft beleuchten, und kurzen Angaben über die Gruppierung der amerikanischen Schwerindustrie ging Koppenberg auf die Beschreibung der Haupt-Erzgebiete in Minnesota und der Haupt-Kohlengebiete in Pennsylvania, Kentucky usw. näher ein. Die in ungeheuren Mengen vorhandenen Eisenerze werden im Tagebaubetriebe gewonnen, verladen und verschifft. Man erreicht Jahresförderungen bis zu 59 Mill. t.

Auch an Kohlen hat Amerika ungeheure Vorräte. Die Flöze sind bis 2,40 m mächtig und ermöglichen einen einfachen Abbau. Daher kommt es, daß die Kopf-Schicht-Leistungen in Amerika zweibis viermal so hoch sind als in Deutschland.

Die Hochofen und Stahlwerkenanlagen zeichnen sich durch einfachen und übersichtlichen Aufbau aus. Alles ist auf äußerste Zweckmäßigkeit und größte Produktion zugeschnitten. Auch die Erzeugung der einzelnen Öfen steht weit über der in Deutschland erreichten. In den Stahlwerken arbeitet man meist nach dem Schrot-Rohisen-Verfahren. Die Anwendung des Bessemer-Verfahrens geht infolge der Erschöpfung der phosphorarmen Erze immer mehr zurück. Das sogen. Duplex-Verfahren hatte hauptsächlich während des Krieges Bedeutung. Im allgemeinen verwendet man feststehende Martinöfen von 80 bis 100 t Inhalt, die monatlich bis 6000 t bringen. Bei den Öfen ist die überreichliche Wasserkühlung, die bei uns bei weitem nicht in dem Umfange gebräuchlich ist, bemerkenswert.

Die amerikanischen Walzwerke sind im Aufbau weitgehend mechanisiert und durch kräftige Ausführung und gute Zugänglichkeit der beanspruchten Teile sehr betriebsicher. Infolge stark unterteilter und stets gleichbleibender Walzprogramme werden Leistungen erzielt, die hoch über den unsrigen liegen. So bringt z. B. eine Blockstraße 200 t/Std. und ein Block- und Schienenwalzwerk (Gary) bis zu 4000 t

¹⁾ Vergl. „Die Bautechnik“ 1925, Heft 48, S. 684.

Schienen in 24 Std. In einer Stumpfschweißerei erzeugt man bis 8000 Stück 1"-Rohre in 10 Std. Das Großartigste, das sich auf dem Eisenhüttengebiete denken läßt, ist das Gary-Werk. Der Umfang der Anlagen und die Leistungszahlen muten uns geradezu märchenhaft an. Die Weiträumigkeit der Gesamtanlage und die Großzügigkeit der Einzelnrichtungen sind nicht gut zu übertreffen. Als Beispiel seien nur die Erzeugungszahlen des Monats März 1925, der allerdings einen Rekord darstellte, angeführt: Es wurden 227 000 t Roheisen und 334 700 t Stahl erzeugt. Die Belegschaft des Werkes beträgt 15 000 Mann. Die Gießereien sind viel mehr mechanisiert als bei uns. Allgemein verwendet wird die sogen. Sandslingermaschine, die beim Einförmigen das Zehnfache der Handarbeit leistet. Im Eisenbahnbetriebe fallen die riesigen Lokomotiven auf. So hat z. B. die Mallet-Type ein Dienstgewicht (ohne Tender) von 250 t und eine Leistung von 4000 PS. Die Wagen haben einen Fassungsraum bis zu 120 t.

Im Eisenbau waren wir den Amerikanern bis vor kurzem noch überlegen. Heute haben sie uns nicht nur eingeholt, sondern sind uns auch in manchem — wie z. B. Material (High Silicon Steel mit 0,35 % Si oder Kupferstahl mit 0,15 bis 0,25 % Cu) und den Herstellungsverfahren, die von den unsrigen ziemlich erheblich abweichen — überlegen. Die Leistungen der amerikanischen Eisenbauanstalten liegen weit über denen der deutschen. Die Monatserzeugung der American Bridge Co. beträgt z. B. bei einer Belegschaft von 1700 bis 1800 Mann 10 000 bis 20 000 t.

Für den Autobau werden in Amerika unmittelbar und mittelbar etwa 22 % der gesamten Stahlerzeugung verbraucht. 17 Mill. Kraftfahrzeuge sind zurzeit in den Vereinigten Staaten in Betrieb, d. h. es kommt auf je 6 bis 7 Personen ein Automobil (in Deutschland auf etwa 360). 60 Fabriken erzeugen jährlich 3,3 Mill. Kraftwagen, von denen allein Ford fast 50 % herstellt. In den Fordwerken verläßt fast jede Minute ein fertig zusammengebauter Wagen das Band. Die Herstellung und Montage ist dabei bis in die kleinsten Handgriffe zerlegt. Nur die riesige Produktion und der Umstand, daß Ford, vom Erz angefangen, nahezu alle Materialien selbst erzeugt, machen es möglich, Selbstkosten zu erzielen, die den gewinnbringenden Verkauf eines Wagens mit 265 \$ gestatten.

Zum Schluß wies Koppenberg noch auf die sozialen Verhältnisse in Amerika, die „Safety“-Bestrebungen und das sogen. Teamwork hin. Amerika ist uns nicht nur durch seine ungeheuren Naturschätze, das große geschlossene Absatzgebiet und die vollendete Mechanisierung der Erzeugungsverfahren überlegen. Man versteht es auch, durch entsprechende Menschenwirtschaft das soziale Moment, das bei uns so störend wirkt, auszuschalten. Man tut sehr viel für die Sicherheit der Arbeiter im Betrieb und trachtet, alle zur Zusammenarbeit zu erziehen. Dabei spielt das psychologische Moment eine große Rolle. Überall sind Aufschriften und Schlagworte angebracht, die zur Vorsicht mahnen und in drastischer Weise die Folgen der Unachtsamkeit zeigen. Durch Safety-Kommissionen und den Werkleiter selbst wird in Filmvorführungen und Vorträgen auf die Gefahren im Betrieb und ihre Vermeidung hingewiesen. Der Erfolg dieser Bestrebungen zeigt sich am deutlichsten daran, daß die Zahl der Unfälle seit dem Jahre 1916 um 56 % gefallen ist. Auf 1000 Arbeiter kommen heute in Amerika 10 Unfälle, in Deutschland dagegen 17.

Das Teamwork — die Zusammenarbeit — wird durch die Werkzeugen, die besondere Ereignisse bei den Werkangehörigen u. dergl. mehr bringen, unterstützt; immer wieder wird betont und gezeigt, daß alle Angestellten und Arbeiter eines Unternehmens eine große Familie sind. Dementsprechend ist auch das Verhältnis zwischen Vorgesetzten und Untergebenen kameradschaftlich, fast herzlich. Es gibt wohl Klassenunterschiede, aber keine Klassengegensätze. Überall herrscht der Wille zu positiver Arbeit und zum Aufbau.

Aus all diesen Umständen ist es erklärlich, daß Amerika die Stellung in der Weltwirtschaft, die es heute einnimmt, erringen konnte.

Oberingenieur Schellewald sprach zunächst über die Größe des Bedarfs an Eisenkonstruktionen in den Vereinigten Staaten, der den deutschen um ein Vielfaches übertrifft. Überaus große Mengen werden für den Bau der Hochhäuser benötigt, deren Zahl in allen größeren und mittleren Städten in erstaunlicher Weise zunimmt. Der amerikanische Eisenbau hat sich unter diesen Verhältnissen in anderer Richtung entwickeln müssen als in Deutschland; er strebt nach möglichster Vereinheitlichung und nach Massenanfertigung. Der Vortragende ging im Anschluß hieran auf die Arbeitsweisen der technischen Bureaus in den Eisenbauwerken über, die sich fast ausschließlich mit der Herstellung der Werkstattzeichnungen befassen und die Aufstellung von Entwürfen den Zivilingenieuren überlassen. Die Werkstatttechnik in den Vereinigten Staaten unterscheidet sich in vielfacher Hinsicht von der deutschen. Die amerikanische Anschauung, daß das Loch für alle Arten von Bauwerken, auch für Brücken, zulässig ist, drückt den Werkstätten ihren Stempel auf. Die Lochtechnik ist hervorragend entwickelt; auch die übrigen Arbeitsgänge, vor allem der Zusammenbau und das Nieten, weichen mehr oder weniger von den unsrigen

ab. Die Leistung der Maschinen und der Menschen ist eine größere als in Deutschland.

Die Aufstellung der Eisenkonstruktionen in Amerika bietet durch seine vorzüglichen Leistungen manches Beachtenswerte, obwohl die Arbeitsverfahren die gleichen sind wie bei uns.

Einige bemerkenswerte Eisenbauten der neueren Zeit führte Prof. Müllenhoff, Aachen, an Hand von Lichtbildern vor: das Hochhaus in Aachen, die Funktürme in Witzleben und Assel, einige moderne Hallenbauten (eine Brikettlagerhalle im Rheinbafen Karlsruhe, ferner eine in mehreren Fällen verwendete genormte Halle und eine aus zwei alten Flugzeughallen gebildete Lagerhalle), die Brücken-Neu- und Umbauten der Eibbrücke in Hämerten, der Rheinbrücken in Düsseldorf und Duisburg-Hochfeld und der Freihafenbrücke in Hamburg. In den Erläuterungen zu den Lichtbildern wurde auf die dem Eisenbau eigentümlichen Vorzüge hingewiesen.

An diese technischen Vorträge, die in der Verbandzeitschrift des DEV, dem „Bauingenieur“, erscheinen werden, schloß sich noch ein bemerkenswerter Vortrag von Geh. Regierungs- und Ministerialrat Kastl, Berlin, über Wirtschaftsfragen und Wirtschaftssorgen der Gegenwart an.

M.-L.

Die Hundertjahrfeier der Technischen Hochschule zu Karlsruhe. Im Oktober 1825 entstanden durch die Zusammenlegung der vom Altmeister der Ingenieure Gottfried Tulla (1770 bis 1828) gegründeten Ingenieurschule mit der Bauschule des Baukünstlers Friedrich Weinbrenner (1766 bis 1826) als polytechnische Schule, konnte nach hundertjähriger Entwicklung die Technische Hochschule Fridericiana in den Tagen vom 27. bis 31. Oktober d. J. ein Jubelfest feiern. Sie hatte auch allen Grund dazu. Haben doch Männer an ihr gewirkt, deren Namen in der Geschichte der Technik für alle Zeiten eingetragene sind: u. a. außer den beiden obengenannten die Maschinenbauer Redtenbacher und Grashof, die Bauingenieure Baumeister und Engeßer, die Baukünstler Durm und Schäfer, die Physiker Hertz und Arnold, die Chemiker Lotbar Meyer und Engler! Sind doch rd. 30 000 Studierende aus ihr hervorgegangen, die sich hier das Rüstzeug für ihre fachliche Betätigung erworben haben und von denen eine große Zahl im Reiche der Technik Bahnbrechendes geleistet haben. Es sei nur an die Haberschen Erfolge der Gewinnung von Stickstoff aus der Luft zu kriegerischer Zerstörung und menschlicher Ernährung erinnert.

Als Rektor für das Jubeljahr war der Geh. Oberbaurat Dr.-Ing. chr. Th. Rehbock gewählt worden; sein Name gab die Bürgschaft für ein Gelingen der Feier, die einen glänzenden Verlauf nahm. Sie erhielt weltgeschichtliche Bedeutung. Nicht nur die Rektoren der Technischen Hochschulen und Universitäten, die Vertreter der Akademien, wissenschaftlichen Vereine und Industrieverbände aus ganz Deutschland waren erschienen, die sämtlichen europäischen Staaten mit Ausnahme von Belgien, Frankreich und dessen Schleppenträgern im Osten, die allerdings auch nicht geladen waren, hatten Abgeordnete entsandt. Von außereuropäischen Staaten hatten sich Professoren der nordamerikanischen Hochschulen von Baltimore und Kalifornien, von Rio de Janeiro, Tokio und Nanking und die Vorsitzenden des Ingenieurvereins in Washington und New York eingefunden. Deren Glückwünsche in Wort und Schrift bei dem akademischen Festakte im Landestheater legten Zeugnis ab von der Anerkennung der Leistungen Deutschlands in der Wissenschaft und Technik, die es an führende Stelle gebracht haben. Aus den in deutscher Sprache gehaltenen Reden des Vertreters der Universität Oxford, des Amerikaners, des Japaners und des lebhaften Russen, des Vorsitzenden der Akademie der Wissenschaften in Leningrad, sprach die Hochachtung und Würdigung deutschen Strebens. Andererseits bekamen aber auch die Abgesandten des Auslandes bei den zahlreichen Reden der deutschen Vertreter der Behörden, der Rektoren, der Vertreter der Wissenschaft und Industrie sowie nicht zuletzt der Studierenden bei dem Festakte und Festmahl, bei Gefallenendenkmalenthüllung, Fackelzug und Festkommers warme Töne vaterländischer Begeisterung und berechtigten Stolzes zu hören. Mit Jubel aufgenommen wurde selbstverständlich die Zugehörigkeitserklärung zu Deutschland seitens des Sprechers der österreichischen Hochschulen und das Treubekenntnis von 3¹/₂ Millionen Deutschen in der Tschechoslowakei durch den Mund des Rektors Payr der Deutschen Technischen Hochschule in Prag, auch namens der dortigen Deutschen Universität.

Den Glanzpunkt auf dem Kommers bildete die von vaterländischem Geiste getragene zündende und hinreißende Rede des Kieler Universitätsprofessors Dr. Scheel, die, mit lautloser Stille angehört, einen Sturm der Begeisterung auslöste. Und beim Festessen nahm der zum Ehrenbürger der Fridericiana ernannte Forscher Sven Hedin Veranlassung, die Kriegsschuldfrage und das Schmachtdiktat von Versailles in scharfen Worten zu brandmarken.

Mit einem Ausfluge an das Murgwerk und die im Bau befindliche Schwarzenbachsperre und anschließender Abendunterhaltung im Kon-

versationshaus in Baden-Baden klang das Fest aus, das allen Teilnehmern in begeisterter Erinnerung bleiben wird. An der Hochschule selbst werden dauernd daran erinnern: Die in dem von Professor Läger entworfenen Ehrenhofe von der Künstlerhand Albickers geschaffene überlebensgroß hochragende Pallas Athene mit schützendem Schild und gesenktem Speer als Heldenmal für die gefallenen Hochschulangehörigen, in dessen Sockel die Namen von einem Professor (Ostendorf), einem Assistenten, einem Beamten und 203 Studierenden (1870/71 sechs) eingegraben sind; eine staatliche Jubiläumsspende von 150 000 R.-M., deren Zinsenertrag unbemittelten Studenten zugute kommen soll; ein von der Stadt Karlsruhe zu erbauendes Stadion zur körperlichen Ertüchtigung und zum Sportbetrieb; eine von 567 Freunden, meist ehemaligen Studierenden der Technischen Hochschule gestiftete Ehrengabe von 689 000 R.-M. zur Förderung der hohen Ziele der Anstalt. C.

Unterwassertunnel Liverpool—Birkenhead. In Ergänzung der vorläufigen Angaben in der „Bautechnik“ 1925, Heft 8, S. 93 sei mitgeteilt, daß die Parlamentsgenehmigung zur Erbauung dieses Straßentunnels unter dem Mersey nunmehr vorliegt und daß sein Bau unverzüglich in Angriff genommen werden wird. Der Tunnel soll den äußerst lebhaften Fährbootverkehr zwischen beiden Schwesterstädten erleichtern und beschleunigen. Als Kreuzungsstelle wurde die schmalste Flußstrecke gewählt, die zwischen 900 und 1100 m Breite (3000 bis 3600 Fuß engl.) hat und sich beiderseits rasch stark vergrößert. Zugleich grenzt hier auch das Hauptverkehrsgebiet beider Städte an, von dem große Verkehrsstraßen in die Außenbezirke ausstrahlen (s. den Lageplan).

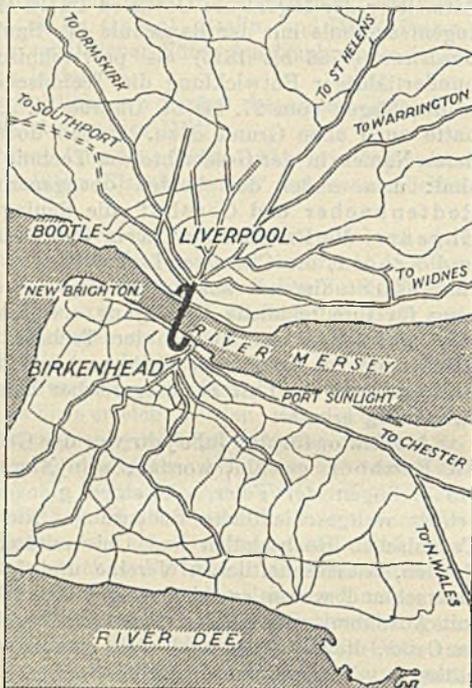


Abb. 1. Lageplan.

Schon alle früheren Kreuzungspläne haben wegen der sehr günstigen Bodenverhältnisse mit einem Tunnel gearbeitet. Das Flußbett zeigt zum größten Teil Sandsteinboden. Deshalb hat man sich auch im Gegensatz zu New York für nur eine Tunnelröhre von großem Durchmesser entschieden. In New York dagegen hatte der Verkehrsausschuß für den jüngsten Hudson-Tunnel zwei kleinere, selbständige Tunnelröhren gewählt, in Rücksicht darauf, daß Triebsand zu durchfahren sei.

Die Abmessungen des Mersey-Tunnels sind nach der Verkehrsleistung und Breite einer Hauptstraße in Liverpool festgesetzt worden: 4 Wagenbreiten mit 11,0 m Fahrbahnbreite zwischen den Bordkanten, 24 000 Fahrzeuge in einem Tage von 12 Stunden oder 8 000 000 im Jahre. Hieraus ergab sich ein innerer Durchmesser der Röhre von 13,4 m. Der Querschnitt wurde nach Abb. 2 gebildet. Der Raum unter der Straßenfahrbahn ist für eine zweigleisige Schnellbahn vorgesehen, obwohl deren Bau zurzeit noch nicht in Aussicht genommen ist.

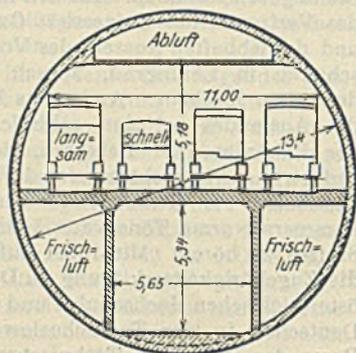


Abb. 2. Querschnitt.

Die Tunnelröhre wird aus gußeisernen Ringen zusammengesetzt und innen mit einer dünnen Betonschale ausgekleidet. Alle Hohlräume zwischen Tunnelröhre und dem umgebenden Sandsteinfelsen werden mit Zementmörtel ausgespritzt, so daß eine vollständig satte Anlagerung entsteht. Die Spritzlöcher im Rohrmantel werden verschraubt. Der Bau des Hauptrohrteils unter dem Mersey soll von zwei Schächten vom Ufer aus bewirkt werden. Im Schacht auf der Liverpoolscher Seite teilt sich, wie Abb. 1 zeigt, der Haupttunnel in zwei

Zugangstunnel, einer nach dem Hafenviertel zurückgeführt, der andere nach dem Stadtinnern.

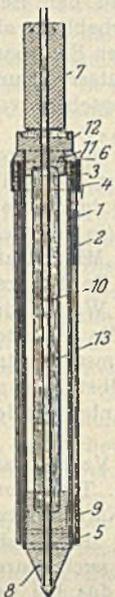
Die größte Steigung auf den Rampen beträgt 1:30, wo schwerer Verkehr, 1:20, wo leichter Verkehr anfällt (Liverpool). Da die Wagen in der Hauptsache Kraftwagen sein werden, ist die Lüftung besonders reichlich vorgesehen: 2000 Wagen stündlich sind zugrunde gelegt worden. Die Luft wird nicht in der Länge des Tunnels, sondern vorwiegend von unten nach oben durchgesaugt werden, damit kein Luftzug entsteht. — Der neue Tunnel wird die erste unmittelbare Schienen- und Straßenverbindung zwischen den lebhaften Industrie- und Handelsgebieten beiderseits des Unterlaufs des Mersey sein, der mit seinen besonders starken Schwankungen des Wasserspiegels durch die Gezeiten ein empfindliches Verkehrshindernis bildet.

Die Bausumme ist auf 5 000 000 £ veranschlagt worden. Gl.

Patentschau.

Bearbeitet vom Regierungsrat Donath.

Verfahren und Einrichtung zum Einrammen von fernrohrartig ineinandergleitenden Vortriebröhren (Kl. S4c, Nr. 412 848 vom 21. 12. 1920 von Edgard Frankignoul in Lüttich). — Das Verfahren besteht darin, daß der Rammbar zunächst auf das obere Ende sämtlicher Röhre, dann nacheinander auf das Ende aller weiter einzurammenden Röhre schlägt. Zur Ausübung des Verfahrens dient ein Druckstück 13 aus Holz, das den Treibkopf und den Schlagkopf miteinander verbindet. Das Verfahren hat den Vorteil, daß geringerer Energieaufwand notwendig ist und der Schlag weniger stark zu sein braucht.



Verfahren zum Herstellen von Preßbetonkörpern (Kl. S4c, Nr. 417 327 vom 26. 1. 1923 von August Wolfsholz in Berlin-Schöneberg). — Es besteht darin, daß man das gasförmige oder flüssige Druckmittel bei stetem Wechseln ihrer Spannungen unmittelbar auf den herzustellenden Betonkörper einwirken läßt und die Spannungsänderungen durch stoßweises Öffnen und Schließen einer Ausblasevorrichtung hervorgerufen werden. Bei der Herstellung von Preßbetonpfählen wirken die durch den steten Wechsel der Spannung des Druckmittels erzeugten Schläge nicht nur auf die im Bohrrohr anstehende flüssige Betonmasse, sondern auch auf die Untergrundschichten, so daß ein solcher Pfahl fest in den Untergrund eingetrieben wird.

Personalnachrichten.

Deutsches Reich. Reichsbahn-Gesellschaft. Versetzt: die Reichsbahnräte Dr. jur. Genest, bisher bei der R. B. D. Halle (Saale), zur R. B. D. Münster (Westf.), Schopf, Vorstand des E. W. A. Rottweil, als Vorstand zum E. M. A. Tübingen, Franz, Vorstand des E. B. A. Warburg (Westf.), als Vorstand zum E. B. A. 2 Halle (Saale), Zoller, Vorstand des E. B. A. 1 Glogau, als Vorstand zum E. B. A. 1 Breslau, Schlunk, Vorstand der Eisenbahnbauabteilung Senftenberg, als Vorstand zum E. B. A. Warburg (Westf.), und Harre, bisher beim E. B. A. 2 Leipzig, als Vorstand zum E. B. A. 1 Glogau, sowie Reichsbahnbaumeister Schuhmacher, bisher beim E. M. A. 5 Berlin, zum E. Z. A. in Berlin als Abnahmebeamter.

Überwiesen: Reichsbahnoberrat Meilicke, Vorstand des E. B. A. 1 Breslau, als Mitglied zur R. B. D. Breslau.

Gestorben: die Reichsbahnräte Dr. phil. Dr.-Ing. Schmitz, Vorstand des E. B. A. 2 Köln-Deutz, und Erwin Rosenthal, Mitglied der R. B. D. Königsberg (Pr.).

Bayern. In etatsmäßiger Weise sind befördert: der Bauamtmann beim Landbauamt Bayreuth W. Reichenbach zum Oberbauamtmann und Vorstand des Landbauamtes Speyer, der Bauassessor bei der Regierung von Unterfranken G. Stummer zum Bauamtmann beim Landbauamt Bayreuth.

Preußen. Die Staatsprüfung haben bestanden: die Regierungsbauführer Adolf Rohrmann (Wasser- und Straßenbaufach); — Dr.-Ing. Walthier Schaar (Eisenbahn- und Straßenbaufach).

INHALT: Über Luftdruckgründung mit Eisenbeton-Senkkasten. — Das Ergebnis des Wettbewerbes für die dritte Neckarbrücke in Mannheim. (Schluß). — Technik des nordamerikanischen Straßenbaues. (Schluß). — Vermischtes: Inhalt von Beton u. Eisen, Internationales Organ für Betonbau. — Wissenschaftliche Tagung des Deutschen Eisenbau-Verbandes in Karlsruhe am 27. Oktober 1925. — Hundertjahrfeier der Technischen Hochschule zu Karlsruhe. — Unterwassertunnel Liverpool—Birkenhead. — Patentschau. — Personalnachrichten.

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