

Alle Rechte vorbehalten.

## Neuerungen im Landstraßenbau.

Von Landesoberbaurat a. D. Geh. Baurat Nessenius, Hannover.

Als etwa um die Mitte des vorigen Jahrhunderts die Eisenbahnen die Träger des großen Verkehrs wurden und der im Schnecken gange fortbewegte alte Frachtwagen nach und nach verschwand, blieben die Landstraßen nur noch die Zubringer der Eisenbahnen und die Vermittler des Ortsverkehrs. Aber mit dem Aufschwunge des Handels und der Industrie nach dem Kriege von 1870/71 und der damals einsetzenden intensiveren Bodenbewirtschaftung nahm der Verkehr wieder zu, so daß eine Verbesserung der Straßen geboten schien, obgleich ihnen der große Durchgangsverkehr noch fernblieb.

Das Kleinpflaster.<sup>1)</sup> In diese Zeit fielen in der norddeutschen Tiefebene die Anfänge des Kleinpflasters. Von der Tatsache ausgehend, daß die größeren Steinschlagstücke nach einigen Jahren aus der Oberfläche der Steinbahnen hervorragten, während neben ihnen die kleineren durch den Verkehr zerdrückt sind, kam 1885 der Baurat Gravenhorst in Stade auf den Gedanken, auf alten, abgenutzten, entsprechend vorgerichteten Steinschlagbahnen an Stelle der üblichen Decken aus den bestgeformten Steinresten auf einer möglichst dünnen Bettungsschicht aus Kies oder scharfem Sande Pflaster von 4 bis 6 cm Höhe herzustellen, das er als „Steinschlagpflaster“ bezeichnete. Die neue Pflasterung, die inzwischen die Bezeichnung „Kleinpflaster“ erhalten hatte, verbreitete sich schnell, da sie sich in der Heimatprovinz Hannover bewährte. Im Winter 1896/97 waren in den preußischen Provinzen, zum Teil auch in den außerpreußischen Bundesstaaten im ganzen 219,4 km Kleinpflasterbahnen, meistens aus geringwertigen Findlingen (nordischen Geschieben) vorhanden. Es zeigte sich aber bald, daß festere, besser bearbeitete Steine von größeren Abmessungen trotz des erheblich höheren Preises vorteilhafter waren, und so entwickelte sich nach und nach das jetzt übliche Kleinpflaster, mit dem am 1. April 1924 allein auf den preußischen Provinzialstraßen und den von den preußischen Provinzen übernommenen oder verwalteten Kreis- und Gemeindestraßen 3619 km = rd. 7% der Gesamtlänge ausgestattet waren.

Unter dem Verkehr der eisenbereiften schweren Lastkraftfahrzeuge litt das Kleinpflaster allerdings durch gelegentliche Zertrümmerung einzelner Steine und Kantenabsplittungen. Das führte in der Rheinprovinz, wo man mit besonders schwerem Verkehr zu rechnen hatte, zur Herstellung des sogenannten Mittelpflasters, das sehr teuer wurde und sich nicht einbürgerte. Nachdem aber die Eisenbereifung verschwunden ist, erweist sich das Kleinpflaster auch bei schwerem Lastkraftverkehr als ausreichend kräftig, so daß der Deutsche Straßenbauverband in seiner Hauptversammlung in München 1922 aussprach: „Das Kleinpflaster hat sich als eine gute, dauerhafte Fahrbahnbefestigung für Straßen mit lebhaftem Kraftwagenverkehr, sowie mit Lastkraftwagenverkehr und sonstigem schweren Verkehr bewährt“.

Die Höhe der tunlichst würfelförmigen Steine wird nach der Schwere des Verkehrs zu 7 bis 9, 8 bis 10, 9 bis 11 oder auch sogar 10 bis 12 cm genommen; letzteres Pflaster bildet schon den Uebergang zum Mittelpflaster. Als Bettungsschicht ist reiner Kies, lehmfreier grober Sand oder Steingrus zu verwenden. Die frische Bettung muß nachgiebig sein; die Kleinpflastersteine müssen sich hineindrücken können, damit ihre Fußfläche, wenn die Bettung hart geworden ist, nicht mit einzelnen Teilen aufliegt, sondern in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmäßig unterstützt wird. Der oft gebrauchte Ausdruck, daß die Unterbettung „elastisch“ sein müsse, damit die Kleinpflastersteine nicht wie „auf dem Amboß“ durch den Verkehr zertrümmert werden, ist nicht gut gewählt. Unter dem fertiggerammten Pflaster soll als Polster eine höchstens 2 cm starke Bettungsschicht verbleiben.

Trotz der Bewährung des Kleinpflasters ist es geboten, zu versuchen, ob nicht ein ausreichender billiger Ersatz zu finden ist, da infolge der übergroßen Nachfrage die Preise für die Kleinpflastersteine und ebenso die Pflasterlöhne zurzeit eine übertriebene Höhe erreicht haben.

Die Straßengleise. Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts beschäftigte man sich lebhaft mit der Frage, ob man unzureichende Straßen mit schwerem, nicht zu lebhaftem Verkehr durch das Einlegen von Spurgleisen unter Aufwendung verhältnismäßig geringer Geldmittel so weit verbessern könne, daß der völlige Umbau sich erübrige. Zugleich wollte man dabei im Interesse des Verkehrs den

Zugwiderstand der Straße möglichst herabsetzen, um an Zugkraft zu sparen. Man verlegte beispielsweise in geringwertigem Pflaster Streifen aus Zementblöcken. Auch stellte man Pflasterstreifen in Steinschlagbahnen her. Aber das Ergebnis war unbefriedigend, da die Fahrzeuge nicht genügend Spur hielten und der Anschluß der Fahrbahn an das Gleis zu schnell schadhafte wurde.

Auch eiserne Straßengleise versuchte man einzuführen<sup>2)</sup> und kam nach langen Versuchen mit verschiedenen Schienenquerschnitten zu einer Barrenschiene mit einer rd. 18 cm breiten Lauffläche und einer 10 mm hohen Führungsrippe, die einerseits die Fahrzeuge im Gleise festhalten, andererseits aber das Verlassen des Gleises beim Ausweichen nicht zu sehr erschweren sollte. Im Jahre 1914 waren allein in der Provinz Hannover 63,885 km Straßengleise vorhanden (44,870 km auf Provinzialstraßen, 19,015 km auf Kreisstraßen). Aber die Straßengleise, die sich unter bestimmten Verhältnissen großer Beliebtheit erfreuten, wurden bei der neuesten Verkehrsentwicklung schnell überholt, weil die Schienen bei lebhafterem Verkehr sich als unbequeme Hindernisse bemerkbar machten, da die Spurweiten der die Straßen benutzenden Fahrzeuge zu verschieden waren, und weil an den vorstehenden scharfen Führungsleisten die Gummibereifungen der Kraftfahrzeuge Schaden litten. Auch erwies sich die starke Rostbildung an der Unterseite der Schienen als Übelstand.

Als der Kleinbahnbau begann, dachte man daran, die Landstraßen unter entsprechender Gestaltung des Querschnitts zum Verlegen von Kleinbahngleisen in Anspruch zu nehmen, aber man machte hierbei recht schlechte Erfahrungen. Die Erschwerung der Unterhaltung und Entwässerung der Straßen, die Schwierigkeit der Durchführung von Kleinbahnen durch die Ortschaften auf den vorhandenen Straßen sowie die unvermeidlichen gegenseitigen Störungen und Behinderungen des Straßen- und des Kleinbahnverkehrs führten bald dahin, daß man auf die Benutzung des Straßenkörpers verzichtete und die Anlage der Kleinbahnen auf eigenem Boden vorzog.

Die Automobilstraßen. Durch den ungeahnten Aufschwung des Kraftwagenverkehrs gelangten die Landstraßen — ich betone, daß die Besprechung der städtischen Straßen die Grenzen dieses Aufsatzes überschreiten würde — zu neuer Bedeutung und rückten wieder in den Vordergrund des öffentlichen Interesses. Eine ganz neue Aufgabe, die die einschneidendsten Maßnahmen erforderlich macht, wurde den Straßenbaupflichtigen gestellt: die Aufgabe, das in Menschenaltern ausgebaute Landstraßennetz den Anforderungen des neuzeitlichen Verkehrs anzupassen, deren Erfüllung hoffentlich in nicht zu langer Zeit mit wirtschaftlich tragbaren Aufwendungen zu ermöglichen sein wird, wenn die Kraftfahrzeuginteressenten auch ihrerseits durch geeignete Maßnahmen zur Verringerung der Inanspruchnahme der Straßen beitragen.

Der Bau besonderer für den Kraftverkehr bestimmter Automobildurchgangsstraßen, die bei völlig neuer Linienführung auf kürzestem Wege unter Umgehung kleinerer Ortschaften wichtige Verkehrszentren verbinden, ist im Auslande schon vielfach durchgeführt und auch bei uns in verkehrsreichen Gegenden wiederholt angeregt. Ob und wie weit aber bei unseren unübersehbaren, schwierigen wirtschaftlichen Verhältnissen diesen Bestrebungen Folge gegeben werden kann, soll hier nicht untersucht werden. Jedenfalls ist die Frage viel brennender, wie die alten Straßen, soweit sie durch lebhaften Kraftwagenverkehr in Anspruch genommen werden, umzubauen sind, damit sie den Anforderungen der neuesten Zeit genügen und den Kraftwagen die volle Entfaltung ihrer Leistungsfähigkeit gestatten.

Die Frage der Ausgestaltung neu anzulegender Automobilstraßen ist in den letzten Jahren viel erörtert, und insbesondere haben die internationalen Straßenkongresse — auf deren Drucksachen hier verwiesen werden möge — sich eingehend damit beschäftigt. Die weitgehenden für den Neubau gestellten Forderungen wird man aber beim Umbau bestehender Straßen nicht erfüllen können, denn diesen werden auch nach der besseren Instandsetzung der Fahrbahnen die alten Mängel hinsichtlich der Linienführung, der Anschlußwege, der Kreuzungen usw. mehr oder weniger anhaften. Man wird nach Möglichkeit besondere

<sup>2)</sup> Vergl. den Aufsatz „Die eisernen Straßengleise in der Provinz Hannover“ in der „Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau“ 1911, Nr. 9 u. 10.

<sup>1)</sup> Vergl. „Die Bautechnik“ 1925, Heft 39, S. 513; ferner Heft 47, S. 663.



Hindernisse an einzelnen Stellen, wie zu geringe Breiten, zu scharfe Krümmungen und zu starke Steigungen, zu beseitigen haben und vielleicht an Stelle einer durch eine Ortschaft hindurchführenden ungenügenden Hauptstraße eine Umföhrungsstraße bauen können. Im übrigen aber wird man sich zurzeit auf die Umgestaltung der für lebhaften Kraftwagenverkehr ungeeigneten Straöendecken beschränken und die für den früheren langsamen Verkehr mit Pferdefuhrwerk geeigneten, jetzt aber versagenden, mit Wasser gebundenen Schotterdecken, dann aber auch die noch vorhandenen alten mangelhaften Steinpflasterungen durch bessere Fahrbahnen ersetzen müssen.

Hierbei kommen — außer gutem Pflastermaterial — als Baustoffe Teer, Asphalt (Bitumen) und Zement in Betracht.

Die Teerstraöen. Die Verwendung von Teer zu Straöenbauzwecken reicht im Auslande bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts zurück, aber es blieb damals bei einzelnen Versuchen, die erst im Anfange dieses Jahrhunderts wieder aufgegriffen und nachdrücklich weiterverfolgt wurden. In Preußen wurden die ersten Versuche, die in die Jahre 1891 bis 1893 fallen, in Köln gemacht. Erst 1903 mit dem Einsetzen des Kraftverkehrs beginnen die staatlichen Bauverwaltungen — in Preußen die Provinzialverwaltungen, denen die alten Staatsstraöen überwiesen sind —, vor allem die Straöenbauverwaltung der Rheinprovinz, mit der Verwendung von Teer (Bericht des Landesoberbaurats Quentell-Düsseldorf in der Hauptversammlung des Deutschen Straöenbauverbandes in München 1922). Man verfolgte dabei einen doppelten Zweck: zuerst die Bekämpfung der durch den Kraftverkehr bis zu schweren Belästigungen gesteigerten Staubbildung und weiter die Verlängerung der Dauer der Schotterbahnen. In der Zeit von 1908 bis zum Kriege erstreckten sich z. B. in Bayern die Staubbekämpfungsarbeiten auf insgesamt 121 km Staatsstraöen, von denen 89 km mit Teer, 32 km mit hygroskopischen Salzen behandelt waren (Bericht des Ministerialrats Greuling-München in der Hauptversammlung des Deutschen Straöenbauverbandes in München 1922). Letzteres führte jedoch nicht zu einem brauchbaren Ergebnis. Wenn auch die Kosten für die einzelne Besprengung verhältnismäßig gering waren, so erreichten sie doch, da die Besprengung mit jedem stärkeren Regenguß wieder verlörenging und deshalb zu oft wiederholt werden mußte — während der Sommermonate 10- bis 12mal —, fast die Höhe der Kosten der Oberflächenteerung, ohne deren nachhaltige Wirkung auch in bezug auf die Erhöhung der Haltbarkeit der Fahrbahndecke zu bieten.

Die Verwendung des Teers zu Straöenzwecken hörte in Deutschland während des Krieges fast ganz auf, nicht nur wegen der hohen Preise, sondern wegen der Beschlagnahme der Teererzeugnisse für Heereszwecke, so daß man sogar auf früher geteerten Straöen wieder zur gewöhnlichen Unterhaltung zurückkehren mußte. Nach dem Kriege ist die Verwendung des Teers lediglich zur Staubbekämpfung nur in geringem Umfange wieder aufgenommen und findet fast nur noch unter besonderen Umständen statt — so z. B. aus gesundheitlichen Gründen in der Umgebung von Kurorten und Erholungsstätten —, da man Ausgaben, die doch einem gewissen Luxus dienen, unbedingt vermeiden muß. Mit großem Nachdruck ist dagegen die Frage der Teerung aus wirtschaftlichen Gründen wieder aufgegriffen, soweit man eine Herabsetzung der Straöenkosten dadurch zu erreichen hofft.

In der Form, wie er in den Gasanstalten und Kokereien gewonnen wird, hat sich jedoch der Teer nicht bewährt, weil er Stoffe enthält, die seine Dauerhaftigkeit im Straöenbau stören, und hierauf sind wohl hauptsächlich die anfänglichen Mißerfolge zurückzuführen. Der Teer besteht aus Pech, leichten und schweren mineralischen Ölen und Wasser und enthält außerdem noch etwa 18% Kohlenstoff und ungefähr 2% Asche. Das Ammoniakwasser und die leichten Öle müssen entfernt werden, so daß Pech und Anthrazenöl übrigbleiben. Diese müssen in einem ganz bestimmten Verhältnis gemischt sein, da die Masse weder bei heißem Wetter zu weich, noch bei Frost zu spröde werden darf. Bei Oberflächenteerungen empfiehlt sich ein Gemisch von 50 bis 55% Pech und 50 bis 45% Anthrazenöl, bei Innenteerungen 70% Pech und 30% Öl.

Drei Arten der Teerung sind zu unterscheiden: die Oberflächenteerung, das Teermörtelverfahren und die Herstellung von Teermacadam.

Für die Oberflächenteerung werden die Straöen zunächst gründlich von Staub und Schmutz gereinigt. Dann wird der Teer entweder, nachdem er in einem an der Baustelle befindlichen Ofen auf 150 bis 180° erhitzt ist, mit Schöpflöffeln aufgebracht und mit Besen ausgebreitet oder in fahrbaren Maschinen erwärmt und von diesen auf der Steinbahn gleichmäßig verteilt. Die geteerte Strecke wird mit feinem Splitt oder Sand abgedeckt. Der Materialverbrauch wird in der Rheinprovinz für die erstmalige Teerung auf 1,8 kg/m<sup>2</sup>, bei wiederholter Teerung auf 1,3 kg/m<sup>2</sup> angegeben. — Die einfache Oberflächenteerung ist bei leichtem Verkehr — auch von leichten Personautos — angebracht. Bei schwerem Verkehr wird aber die Teerschicht bald zerdrückt und blättert ab, da sie zu locker auf der Steinschlagdecke liegt und mit dieser nicht einheitlich verbunden ist.

Um das Abblättern zu verhindern und eine innigere Verbindung mit dem Steinschlage herzustellen, so daß genügende Haltbarkeit auch bei stärkerer Inanspruchnahme der Straöe erzielt wird, führt man neuerdings die Oberflächenteerung auch in zwei Einzelteerungen aus die erste — auch Vorteerung genannt — mit einem dünnflüssigen Stoffe, der möglichst tief in das Steinmaterial eindringen soll, die zweite mit einem festeren Teer, wie er schon früher verwandt wurde. Das Verfahren soll sich bewähren.

Das Teermörtelverfahren besteht darin, daß die neu gewalzte, noch lose Steinschlagdecke mit heißem Sandteermörtel übergossen wird, der möglichst tief eindringen soll. Nach Einbringung des Teers wird die Decke fertiggewalzt, mit Splitt abgedeckt und mit einer Oberflächenteerung versehen. Auch kann das Penetrations- oder Durchdringungsverfahren zur Anwendung kommen, bei dem ein Teer- (oder Bitumen-) Präparat ohne Sandbeimischung verwandt wird.

Zur Herstellung von Teermacadamdecken wird der aus geeignetem Steinmaterial hergestellte Kleinschlag von erdigen Bestandteilen völlig gesäubert, getrocknet und in Mischmaschinen mit der Teermasse vermengt, so daß die einzelnen Stücke ganz mit einer Teerhaut überzogen sind. Das in den Fabriken oder Steinbrüchen so vorbereitete Material wird auf einer festen Unterbauschicht kalt eingebaut, gewalzt und mit einer Oberflächenteerung versehen. Zahlreiche verschiedene Verfahren werden angewandt, deren Hauptunterschied darin besteht, daß entweder mehrere Lagen von verschiedener Korngröße hergestellt, oder daß verschiedene Korngrößen vorher gemischt werden, und daß die Zusammensetzung des Teers verschieden gewählt wird. Der Sauerstoff der Luft bringt auch die schweren Anthrazenöle zur Verdunstung und Verharzung, so daß der Teer allmählich spröde wird. Es ist deshalb eine Hauptbedingung für die lange Dauer der Teermacadamdecken, daß die Oberfläche durch einen Teerüberzug wasser- und luftdicht abgeschlossen wird, der nach Bedarf auszubessern oder zu erneuern ist. Aber noch eine andere Aufgabe hat die Oberflächendeckschicht zu erfüllen: da ihr Teer sich mit dem Teer der Unterschicht so fest verbindet, daß eine feste Gesamtschicht entsteht, bildet sie die eigentliche Abnutzungsschicht. Sie verbindet, daß die einzelnen Steine der Teermacadamschicht unmittelbar durch die Räder getroffen und zerdrückt und in Splittern, die nicht mehr durch Teer gebunden sind, aus der Fahrbahnoberfläche herausgerissen werden.

Außer dem vorstehend beschriebenen Kalteinbau findet in größerem Umfange auch Heiöeinbau statt, wobei der mit der Teermasse in besonderen Maschinen gemischte Steinschlag unmittelbar in heißem Zustande auf die Straöe gebracht und eingebaut wird.

Erwähnt sei noch, daß man in der Rheinprovinz und seit einigen Jahren auch in anderen Provinzen versucht hat, Schlaglöcher und sonstige Vertiefungen in Kleinpflasterbahnen und gewöhnlichen Steinschlagbahnen mit Teer und Grus zu beseitigen. Die Erneuerung des Pflasters an den schadhafte Stellen ist umständlich und die Ausbesserung der Schotterbahnen mit Steinschlag sehr schwierig, da der neu verbaute Steinschlag, selbst bei sorgfältiger Walzung, durch die Berührung der Kraftwagen zu leicht wieder gelockert und herausgeworfen wird. Nach dem neuen Verfahren werden die Löcher zuerst gereinigt und etwa zum dritten Teile mit heißem, flüssigem Teer gefüllt. Dann wird Grus aufgeschüttet und so lange gestampft, bis der Teer an der Oberfläche, die möglichst genau in der Fahrbahnoberfläche liegen soll, hervortritt. Endlich wird die ausgebesserte Stelle überkiest und, sobald der Teer erkaltet ist, für den Verkehr freigegeben. Bei Löchern in Kleinpflaster, die scharfe Kanten haben, hat das Verfahren sich gut bewährt. Im Steinschlage bestehen die Schwierigkeiten, daß feste Ränder fehlen, und daß die geflickten Stellen bei weiterer Abnutzung der Fahrbahn pilzartig hervortreten oder wieder vertieft werden, wenn die Teermasse widerstandsfähiger oder weicher ist als die umliegende Fläche.

Die Asphaltstraöen. Der natürliche Asphalt, der auch in Deutschland im städtischen Straöenbau schon seit Jahren verwendet wurde, galt als ausländische Ware für zu teuer, um im Landstraöenbau verwendet zu werden. Er wurde wenig beachtet, bis man, durch die gegenwärtige Notlage veranlaßt, im Hinblick auf die im Auslande, besonders in England damit gemachten guten Erfahrungen, in neuester Zeit auch bei uns ausgedehnte Versuche damit machte. Man hat dabei Stampfasphalt, Guöasphalt und Walzasphalt (Asphaltmacadam) zu unterscheiden (vergl. den für die Studiengesellschaft für Automobilstraöenbau von Oberbaurat Hentrich-Crefeld erstatteten Bericht über eine Reise nach London zum Studium der Automobilstraöen vom 24. bis 31. Oktober 1924).<sup>3)</sup>

Stampfasphaltfahrbahnen werden auf einer festen Unterlage hergestellt, deren Stärke nach der Schwere des Verkehrs und der Beschaffenheit des Untergrundes zu bemessen ist. Das Asphaltmehl, das durch mechanische Zerkleinerung des natürlichen Asphaltekalk-

<sup>3)</sup> Besprechung dieses Berichtes durch Prof. Dr.-Ing. E. Neumann s. „Die Bautechnik“ 1925, Heft 42, S. 601.



steins gewonnen wird und etwa 10 bis 12% Bitumen enthalten soll, wird auf der Baustelle auf 80 bis 100° erhitzt, etwa 8 cm hoch aufgeschüttet und durch Stampfen und Walzen auf 5 cm Stärke zusammengedrückt.

Gußasphalt besteht aus Bitumen und Steinmehl. Letzteres wird auf 170 bis 180° erhitzt und mit 15% Bitumen vermischt. Das vermengte Material wird in etwa 30 kg schwere Stücke gegossen, die auf der Baustelle aufgeschmolzen werden und im Schmelzkessel einen Zusatz von etwa 40 Gewichtsprozenten Steinsplitt von 6 bis 20 mm Größe erhalten. Die fertige Masse wird im heißen Zustande auf einer Betonunterlage oder auf alten chaussierten oder gepflasterten Straßen, in denen die Schlaglöcher vorher mit Asphaltbeton ausgefüllt sind, verlegt und von gelernten Arbeitern mit einer Holzspachtel verteilt, etwa in zwei Lagen von je 20 bis 25 mm Stärke. Stampfbeton und Gußasphalt kommen aber für Landstraßen kaum in Betracht.

Beim Walzasphalt (Asphaltmacadam), der für den Landstraßenbau die größte Bedeutung hat und sich für Kraftfahrzeuge aller Art ebenso gut eignen soll wie für Pferdefuhrwerk, dient das tunlichst aus reinen Erdölrückständen mexikanischer Herkunft (Mexphalte) bestehende Bitumen lediglich zur Verkittung der Mineralsubstanz. Wie Henrich angibt, werden in England die gesondert erhitzten Materialien bei 150° bis 180° gemischt, sofort nach den Baustellen abbefördert und auf fester Unterlage in zwei Lagen verbaut. Die untere, je nach dem Verkehr 5 bis 7 cm starke Schicht soll etwa 60 bis 65% gebrochene Steine von 6 bis 25 mm Größe, 30 bis 35% Sand und Steinstaub und 6 bis 9% Bitumen enthalten. Nachdem sie festgewalzt ist, wird eine etwa 4 cm starke Deckschicht aufgebracht, die aus etwa 63% scharfem Sand, etwa 27% Portlandzement als Füllstoff und etwa 10% Bitumen besteht. Aber man kann kaum von einem bestimmten Verfahren für die Herstellung der Asphaltmacadamfabriken reden, da von den Fabriken und Unternehmerfirmen sowohl bezüglich der Zusammensetzung des Bitumens als auch der Art der Steinmaterialien und der Ausführung der Arbeiten unter verschiedenen Namen die verschiedensten Herstellungsarten empfohlen und ausgeführt werden. Auf diese Einzelheiten einzugehen, verbietet der Mangel an Raum.

Die Betonstraßen. Mit dem Bau der Betonstraßen im größeren Maßstabe begann man in Amerika im Jahre 1909 und wird 1923 etwa 35 000 km solcher Wege gehabt haben.<sup>4)</sup>

Die Fahrbahn wird in der Regel auf den natürlichen Boden gestampft; nur wo Lehm oder eine andere schwer entwässerbare Erdart ansteht, bringt man sie auf eine Bettung von etwa 10 cm Kiesand. Sie erhält im allgemeinen eine Stärke von etwa 15 bis 18 cm. Der Untergrund wird gewalzt. Üblich ist das Mischungsverhältnis des Betons von 1 T. Zement, 2 T. Sand und 3 T. Kies; es soll nicht mehr Wasser zugesetzt werden, als zur Bearbeitung der Betonmasse unbedingt nötig ist. Die Mischung von Hand wird nicht zugelassen, sie soll mit Mischmaschinen vorgenommen werden, damit der Beton möglichst gleichmäßig gemischt wird und die Arbeit schnell vor sich geht.

Die Ansichten darüber, ob Eiseneinlagen gemacht werden sollen, gehen auseinander; ihr Zweck ist, bei Wärmeänderungen oder bei ungleicher Bewegung im Untergrunde die Bildung größerer Risse zu verhindern, doch werden sie aus wirtschaftlichen Gründen so schwach gehalten, daß eine Erhöhung des Tragvermögens nicht eintritt. Dehnungsfugen, die mit Teer oder Asphalt ausgefüllt werden, oder auch eine Filzeinlage erhalten, legt man meistens an, und zwar in Abständen von 9 bis 15 m. Trotzdem lassen sich Risse nicht vermeiden, und deshalb wird von anderer Seite vorgeschlagen, nur am Ende jeder Arbeitsschicht eine Fuge zu machen, und sobald Risse sich zeigen, diese mit einer Bitumenmasse auszufüllen.

Die Betonstraßen, die in Amerika meistens angelegt werden, wo die üblichen Kies- und Sandstraßen nicht ausreichen, dienen fast nur dem Verkehr verhältnismäßig leichter, elastisch bereifter Kraftfahrzeuge. Eine Verkehrszählung auf der bekannten Woodward-Ave im Staate Michigan im Jahre 1913 ergab durchschnittlich täglich 2300 Automobile und nur 320 Pferdefuhrwerke. Wo nennenswerter Pferdeverkehr vorhanden ist — also mit Eisenbereifung gerechnet werden muß — überspricht man mit Vorteil die Straßenfläche mit Teer und streut Grus darüber.

In England hat man — wie auch bei uns — schon seit Jahren Beton in großem Umfange zum Unterbau auf verkehrsreichen Straßen verwandt. Betondecken werden dort erst seit einigen Jahren hergestellt, in der Regel in zwei Schichten mit Eiseneinlagen in der Form von Drahtnetzen auf festem Unterbau. Sie wurden bis vor kurzem allgemein mit einer Oberflächenteerung versehen, die von Zeit zu Zeit der Erneuerung bedarf. In den letzten Jahren hat man aber versucht,

<sup>4)</sup> Vergl. „Die Betonstraßen in den Vereinigten Staaten von Amerika“ und „Die Landstraßen Nordamerikas“, Zentralblatt der Bauverw. 1923, S. 225 u. 496.

die Oberfläche mit Wasserglas zu tränken, ein billiges Verfahren, das sich anscheinend bewährt. In Deutschland hat man sich bis jetzt wenig mit der Anlage von Betonstraßen beschäftigt. Zahlreiche von Unternehmerfirmen empfohlene Verfahren, aus irgend einer mit Zement gebundenen Masse Fahrbahndecken herzustellen, haben sich nicht bewährt, weil die Masse rissig wird und die Risse unter der Einwirkung der eisernen Radreifen der Pferdefuhrwerke und der Pferdehufe mit der wir rechnen müssen, sich schnell erweitern und schwer auszubessern sind. Ob mit einer Schutzdecke versehene Betonstraßen sich bei uns bewähren werden, bedarf sorgfältiger Untersuchung.

Das Zahlenverhältnis der Kraftfahrzeuge und der Pferdefuhrwerke in Deutschland. Ein klares Bild des Gesamtverkehrs und besonders auch des Zahlenverhältnisses der Kraftfahrzeuge und der von Zugtieren fortbewegten Fuhrwerke sowie der von diesen beförderten Massen, das für die Gestaltung der Fahrbahn den Ausschlag gibt, werden die Verkehrszählungen bringen, die auf Veranlassung des Deutschen Straßenbauverbandes zurzeit (vom 1. Oktober 1924 bis zum 30. September 1925) in ganz Deutschland einheitlich nach genauen Anweisungen vorgenommen werden. Die Zählungsergebnisse der ersten Monate im Lande Sachsen hat die sächsische Straßenbaudirektion bereits bearbeitet und in der Verkehrsausstellung in München 1925 veröffentlicht (Halle Va). Sie zeigen, daß selbst in dem industrie-reichen Lande Sachsen der Zugtierverkehr noch überraschend groß ist: der tägliche Gesamtverkehr betrug in dieser Zählzeit im Landesdurchschnitt 376 t; davon entfallen auf Personenkraftwagen und Kraft-räder 27%, auf Lastkraftwagen und außergewöhnliche Lasten 29%, auf gespannte Fahrzeuge und Zugtiere 44%. Sehr lebhafter Verkehr fand, wie die ausgestellte Karte zeigt, an den Verkehrszentren Dresden, Leipzig, Chemnitz und Zwickau statt, während die Verkehrszahlen in den übrigen Landesteilen — auch auf den wichtigsten Durchgangsstraßen — verhältnismäßig gering sind.

Die Bewertung der verschiedenen Straßenbefestigungen. Um zur Klärung der Ansichten über die Brauchbarkeit der verschiedenen Bauweisen beizutragen und deren Wert zu vergleichen, hat der Deutsche Straßenbauverband in der Nähe von Braunschweig eine dem öffentlichen Verkehr entzogene Versuchsstraße erbauen lassen, auf der das Verhalten verschiedener Fahrbahnen, die in ganz gleicher Weise von Lastkraftwagen mit verschiedenen Bereifungen und Fahrgeschwindigkeiten befahren werden, untersucht werden soll.<sup>5)</sup> Eine genaue, endgültige Beschreibung der Versuchsstraße und der Durchführung, sowie des Ergebnisses der Versuche wird durch einen vom Vorstand des deutschen Straßenbauverbandes eingesetzten engeren Ausschuß in der „Verkehrstechnik“ veröffentlicht werden.

Neben diesen wissenschaftlichen Versuchen sind von zahlreichen Straßenbauverwaltungen umfangreiche praktische Versuche in Angriff genommen, um die Abnutzung der Fahrbahnen bei gleicher Beanspruchung, aber nicht nur durch bestimmte Arten von Fahrzeugen, sondern durch den wirklichen gemischten Verkehr zu beobachten. So hat die bayerische Straßenbauverwaltung in gewissem Zusammenhange mit der Münchener Verkehrsausstellung die Straße München—Tegernsee in einer Ausdehnung von rd. 20 km mit verschiedenen Steinbahnen ausgestattet, um Erfahrungen über die bestgeeigneten Baustoffe und Befestigungsarten zu sammeln.

Es liegt auf der Hand, daß keine Bauweise uneingeschränkt als die beste bezeichnet werden darf, daß vielmehr eine Bauweise, die sich unter gewissen Verhältnissen vorzüglich bewährt hat, an anderer Stelle keineswegs zu passen braucht. So soll z. B., wie Henrich mitteilt, das Kleinpflaster in England keinen Eingang gefunden haben, weil gut haltbares Steinmaterial, das sich zur maschinellen Herstellung von Kleinpflastersteinen eignet, dort wenig vorhanden ist und geübte Arbeitskräfte zur Anfertigung durch Handarbeit fehlen.

Ein anderes Beispiel: In England hatte man, als der Kraftwagenverkehr einsetzte, ein in der Hauptsache fertig abgeschlossenes Straßennetz, meistens Schotterstraßen, die man verhältnismäßig leicht durch Aufbringen von Teer- und Bitumendecken den neuen Anforderungen anpassen konnte, da sie den für diese Bauweisen unbedingt erforderlichen festen Unterbau hatten. Man wählte also Teer und Bitumen als Baustoffe. Amerika dagegen hatte um dieselbe Zeit zwar ein großes Wegenetz, aber die meisten Straßen waren nicht fest genug, um als Unterlage für eine nach englischem Muster hergestellte Fahrbahn zu dienen. Man kam deshalb zu den Zementstraßen, die einen besonderen Unterbau nicht erforderten und sich deshalb billiger stellten.

Die Wahl der Bauweise. Wenn es sich im Einzelfalle darum handelt, zu entscheiden, wie die Fahrbahn einer bestimmten Straße zu gestalten ist, die entweder neu angelegt oder umgebaut werden soll, so muß unter Berücksichtigung der Lage, des Untergrundes, des Verkehrs sowie der zur Verfügung stehenden Baustoffe überlegt werden, welche Befestigungsarten als geeignet in Betracht kommen.

<sup>5)</sup> Vergl. „Die Bautechnik“ 1925, Heft 10, S. 116.



Hierfür sind vergleichende Kostenberechnungen aufzustellen, bei denen nicht nur die ersten Herstellungskosten, sondern auch die demnächstigen Unterhaltungs- und Erneuerungskosten zu berücksichtigen sind. Die Wirtschaftlichkeit muß in jedem Falle den Ausschlag geben, wobei allerdings die sonstigen Vorteile und Nachteile der Fahrbahnarten, z. B. größere oder geringere Staubfreiheit, längere oder kürzere Bauzeit, häufigere oder seltenere Belästigungen des Verkehrs bei Ausbesserungen usw. nicht ganz außer acht zu lassen sind.

Über die Kosten der zahlreichen verschiedenen Fahrbahnen, die in jedem Falle genau beschrieben werden müßten, hier Angaben zu

machen, würde zu weit führen. Auch würden derartige Angaben nicht viel Wert haben, weil die Einzelpreise unter den heutigen Verhältnissen selbst in kurzen Zeitabschnitten stark schwanken und nach der Gegend, in der der Bau auszuführen ist, und den dort gestellten Anforderungen sich zu sehr verschieben. So wird z. B. nach den von den vereinigten preußischen, in der Verkehrsausstellung in München (Halle Va) veröffentlichten Zusammenstellungen für 1924 der Preis einer 1 km langen, 5 m breiten Kleinpflasterbahn für die Provinz Oberschlesien auf 74 000 R.-M., für Hannover auf 62 200 R.-M. und für Hessen-Cassel auf 44 500 R.-M. angegeben.

Alle Rechte vorbehalten.

## Über Luftdruckgründung mit Eisenbeton-Senkkasten.

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

(Schluß aus Heft 50.)

Die auf die Schneide sich teilweise stützende Außenwand von 15 bis 20 cm Stärke ist mit besonderen, vom Kopf des Pfostens strahlenförmig nach unten verlaufenden Bügeln der Schneide hakenförmig umfassenden Rundeseisen aufgehängt und durch ein System von kreuzweis laufenden Eisenstäben von 12 und 20 mm Dicke verstärkt. Durch die Anordnung der schrägen Rundeseisen wird das ganze Wand-

gewicht, vor allem der vorn und hinten auskragenden Teile, auf die Spindeln übertragen, und nicht auf die Schneide allein, sowie neben einer besseren Verteilung der Lasten eine nochmalige Versteifung der Wand durch ein Uebereinanderbinden aller Eisen erreicht.

Der über dem Gewölbe verbleibende Zwickelraum soll nach dessen Erhärtung zur Aussteifung und Teilnahme an der Aufnahme der lotrechten Lasten mit Magerbeton (1 T. Zement, 7 T. Kies, 7 T. Sand) ausgefüllt werden, für dessen Last das Gewölbe berechnet ist.

Über dem 3 m hohen Senkkasten ist als Fortsetzung der Außenwand eine der Pfeilerform sich anpassende Eisenbetonhaut von 1,5 m Höhe und 10 bis 15 cm Stärke angeschlossen, die mit dem Senkkasten zusammen den unteren Pfeilerteil verstärkt und bildet, sowie die Möglichkeit gibt, den Pfeiler bis etwa 4 m unter Wasser abzulassen und dabei unter Benutzung des Auftriebes zur Erleichterung der Spindeln den von der Außenhaut umschlossenen Hohlraum (1,5 m hoch) mit Magerbeton zu füllen.

Der Senkkasten, dessen Gewicht rd. 120 t beträgt, sollte in die Spindeln gehängt werden, sobald der Zwickel über dem Gewölbe ausbetoniert war. Zur Dichtung des Senkkastens sollten die inneren und äußeren Flächen mit Zementmilch sorgfältig eingeschlämmt werden.

Den Aufbau des Senkkastens nebst oberem Mantel, in Schalung auf dem Untergerüst, zeigen die Abb. 5, 6 und 7; sie veranschaulichen die einzelnen Arbeitsphasen, nämlich die Aufstellung des Eisengerippes, die Einschalung und Eisenbewehrung des Tonnengewölbes nebst Wand.

Die Herstellung des Senkkastens einschl. aller Schalungs- und Eisengerüste hat bei dem Bau des linken bis auf -13,50 m N. N. hinab getriebenen Stropfpfeilers etwa 3 Wochen gedauert, die Erhärtung bis zur Aufhängung in den Spindeln hat etwa 4 Wochen beansprucht; während dieser Zeit ist zugleich das Obergerüst und die ganze Betriebs- und Schleusen-Einrichtung eingebaut worden.

Der Senkkasten, der in kleinerer Abmessung auch bei den beiden Stropfpfeilern der Mescheriner Brücke zur Anwendung kam, muß nach meinen Erfahrungen als sehr widerstandsfähig, dicht, leicht, demnach auch nachahmenswert bezeichnet werden; er besaß auch den großen Vorteil, daß das Gewölbe trotz der drei Querverbände einen sehr angenehmen und bequemen Arbeitsraum freiließ, in dem der Boden mit Ventilbohrer genau untersucht, bewegt und die Schneide sehr leicht frei gehalten werden konnte. Der später eingebrachte Füllbeton, der sich in dem weiten Raum bequem und sachgemäß stampfen ließ, haftete auch an den Innenwänden der Luftglocke gut.

Die ganze Versenk- und Betriebseinrichtung, sowie der Arbeitsvorgang der Gründung sollen durch Abb. 8 bis 11 veranschaulicht, sowie nachstehend kurz beschrieben werden.

Das feste Versenkgerüst, auf dem der Senkkasten (3 Wochen) hergestellt, nach seiner Erhärtung (4 Wochen) mit den 6 in Kugellagern eingehängten Absenk- oder Führungs-Stahlspindeln abgelassen und von dem aus der ganze Pfeiler bei ständiger Bodenförderung und Aufmauerung bis zur endgültigen Tiefe versenkt wurde, das ferner der Kran zur Montage und Auswechslung der Luftschleuse nebst Schachtröhren und die Betriebsleitungen trug, bestand aus einem Unter- und Obergerüst. Für seine Konstruktion war bestimmend, daß nur 6 Spindeln zum Absenken benutzt werden sollten.

Das 5,5 m hohe, längs und quer versteifte Obergerüst trug die Aufhängelager der Spindeln und ihre ganze Bewegungsverrichtung. Je zwei Lager, die Drücke von 85 t aufnehmen sollten, waren auf zwei 40 cm hohen Querträgern befestigt, die von dem auf den entsprechenden Pfählen des Untergerüsts stehenden Vierstempelböcken getragen wurden. Das mit seiner Plattform auf +1,5 m N. N. liegende Untergerüst bestand in der Hauptsache aus 6 Dreifachböcken, die die Lasten des zu versenkenden Pfeilers aufzunehmen hatten, und einer die Krangleisschienen tragenden Außenpfeilerreihe.

Beide Gerüste ließen trotz großer Standsicherheit einen ausreichend freien Raum für die Versenkung, die Beton- und Maurerarbeiten, die Lagerung der Baustoffe und die Luftschleuse nebst Zu-

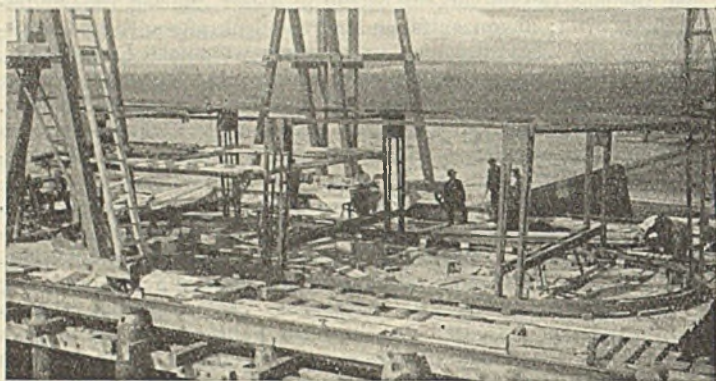


Abb. 5. Aufbau des Senkkastens.

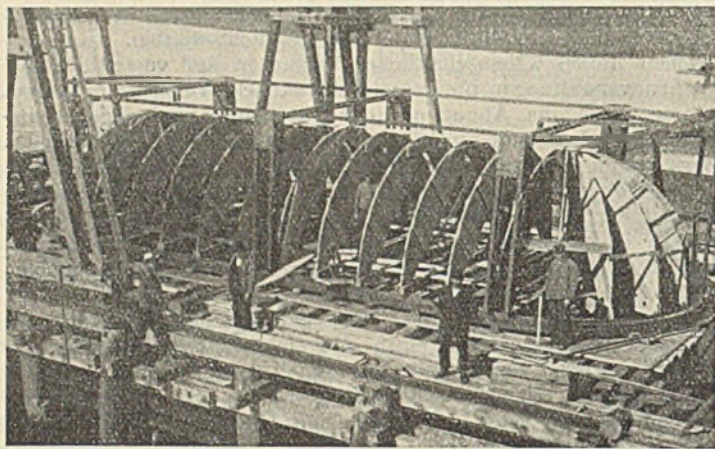


Abb. 6. Aufbau des Senkkastens.

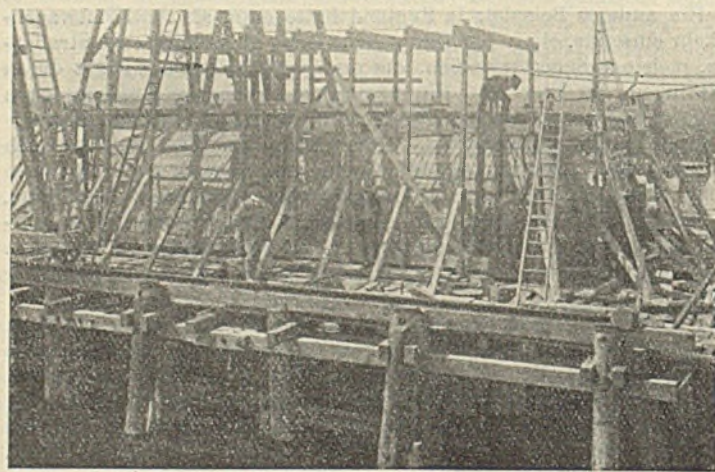


Abb. 7. Aufbau des Senkkastens.



behör frei und waren in allen Teilen leicht zugänglich. Die Zangen der unteren Dreipfahlreihen trugen vorübergehend die starken Schwellen der Arbeitsplattform zur Herstellung des Senkkastens. Die starken Trappfähle des Untergertes wiesen Längen von 12 bis 15 m und Stärken von 35 bis 50 cm auf.

Die Einführung der Mannschaften in den Arbeitsraum, die Bodenbeförderung vom Senkkasten auf das Gerüst und später die Einbringung des Magerbetons für die Ausfüllung des Senkkastens vollzog sich durch die Luftschleuse und den darunter befindlichen, auf dem Tonnengewölbe des Senkkastens stehenden Eisenschacht. Die erstere — für 4 at geprüft — enthielt den Vorraum zum Ein- und Ausschleusen der Mannschaften, für die Aufnahme von 5 Personen im Notfall geeignet, den Arbeitsraum mit dem elektrisch betriebenen Förderwerk zum Heben und Ablassen zweier Eisenkübel und die zwei Arbeitshosen zur Ausschleusung des Bodens. Der aus Rohren von 1,5 m Länge zusammengesetzte Schacht von 1,5 m Weite und 0,6 m Breite befand sich genau unter dem Arbeitsraum; er war in zwei Teile für Auswärts- und Abwärtsbewegung der Kübel durch eine Anordnung von Rundeisen zerlegt, die als Leiter zum Abstieg in den Senkkasten benutzt wurde.

Die Schachtrohre mußten je nach Absenkung des Pfeilers nacheinander mit dem Kran eingesetzt werden. Für diesen Fall wurde die Schachttöffnung im Gewölbe des Senkkastens durch einen Deckel geschlossen und die schwere Luftschleuse auf das Gerüst gesetzt.

Für die Erzeugung der Preßluft, die elektrische Beleuchtung des Senkkastens, der Luftschleuse und des Gerüsts, ferner für den Antrieb der Bodenförderung und der Kranwinde war eine Maschinenanlage mit Lokomobilen, Kompressoren, Dynamomaschinen nebst allen Zubehörteilen und Leitungen auf einem Prahm neben dem Gerüst eingerichtet. Die Lokomobile von 25 PS trieb die Dynamo (10 PS) zur Erzeugung von Licht und Kraft, sowie den Kompressor an, der durch eine besondere Anlage kühl gehalten wurde. Alle Maschinen waren zur Sicherheit doppelt vorhanden.

Die aus dem Freien angesaugte Luft wurde von dem Kompressor aus in zwei Leitungen durch einen Windkessel über das Gerüst dem Senkkasten zugeführt, und zwar in einer Menge von 20 m<sup>3</sup> f. 1 Stunde und Mann.

Von den mit Rückschlagventil versehenen Einführungsrohren in der Decke durchströmte sie den ganzen Raum und entwich im Untergrund unter der Scheide durch das Wasser wieder nach oben. Die zwischen Gerüstplattform und Senkkasten bestehende Fernsprechverbindung wurde aus besonderen Elementen gespeist, damit bei dem Versagen des Maschinenbetriebes die erstere nicht unterbrochen wurde.

Laut Vorschrift war die Zeit zum Einschleusen auf 1 Minute für 0,1 at Druckabfall, zum Ausschleusen auf 2 Minuten festgesetzt. Bei

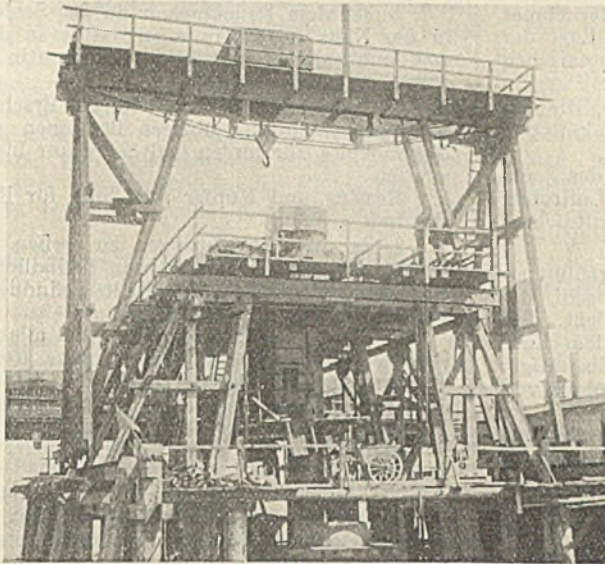


Abb. 8. Versenk- und Betriebseinrichtung. Arbeitsvorgang der Gründung.

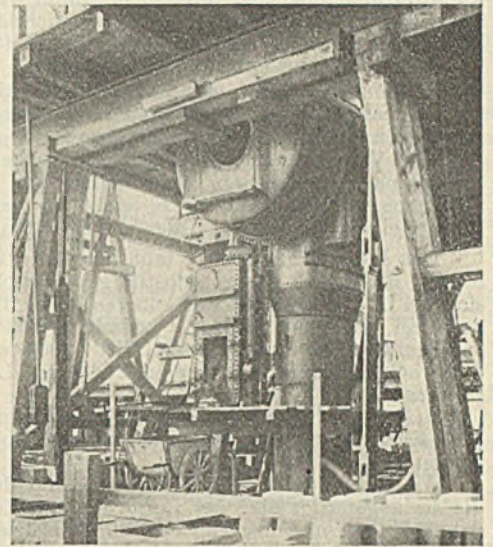


Abb. 9. Versenk- und Betriebseinrichtung. Arbeitsvorgang der Gründung.

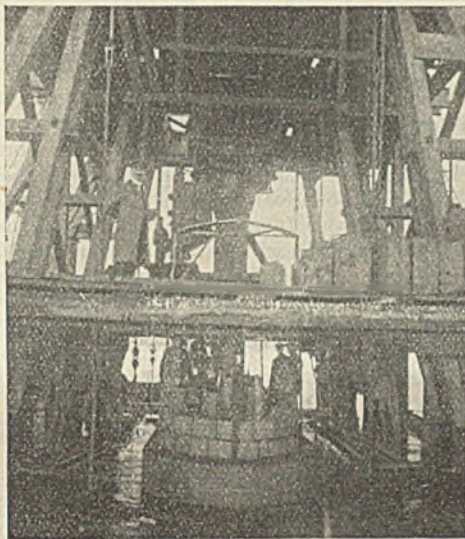


Abb. 10. Versenk- und Betriebseinrichtung. Arbeitsvorgang der Gründung.

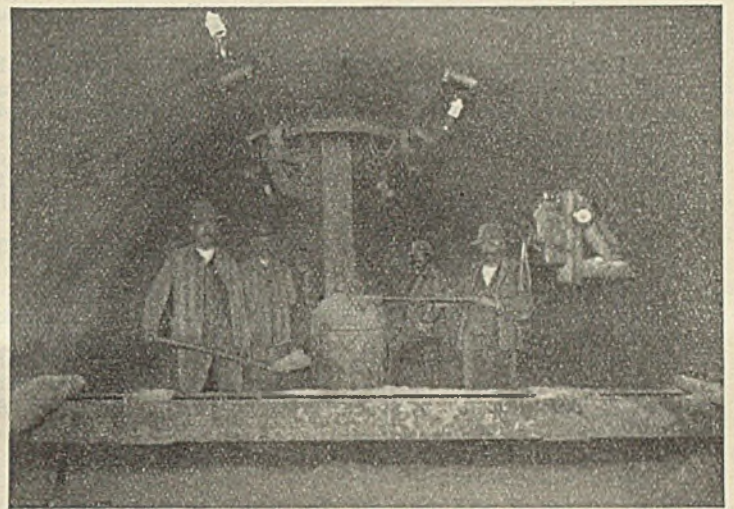


Abb. 11. Versenk- und Betriebseinrichtung. Arbeitsvorgang der Gründung.

dem auf Tiefe — 13,5 m N. N. gegründeten linken Strompfeiler (1,5 at) mußte demnach das Ausschleusen etwa eine halbe Stunde dauern.

Die für den Betrieb aufgestellten technischen Vorschriften seien nachfolgend wiedergegeben.<sup>2)</sup>

1. Einseitige Beanspruchungen der Gerüste, Senkkasten, Spindeln usw. sind zu vermeiden.

Die Aufhängung des Senkkastens an dem Gerüst wird dem Unternehmer erst dann gestattet, wenn Mauerwerk und Beton die nötige Festigkeit erlangt haben. Die Innenwände des Arbeitsraumes sind vollständig luftdicht herzustellen.

2. Zur Sicherheit und zur Aufrechterhaltung einer ungestörten Luftzuführung muß stets eine zweite besondere, von der ersten nicht abhängige Betriebskraft in der Art in Bereitschaft stehen, daß bei Störungen die Ersatzpumpe sofort in Tätigkeit treten kann.

Während der ganzen Versenkung — auch bei Nacht — ist der Senkkasten ununterbrochen in angeblasenem Zustand und ganz frei von Wasser zu halten.

Die Versenkung jedes Pfeilers ist so vorzubereiten, daß die Luftpumpen ununterbrochen im Betriebe bleiben.

3. Die Bodenförderung im Senkkasten und die Herstellung des sämtlichen Mauerwerks und Betons soll im Trockenen erfolgen.

4. Die Fördermaschine im Senkkasten und die Abblasvorrichtung sind elektrisch zu betreiben.

Es müssen mindestens zwei Betonmaschinen zur Verfügung stehen. Der Beton ist in den Schachtrohren und Hohlräumen nicht hinunterzuschütten, sondern in Kübeln bis zum Verwendungsort zu bringen.

5. Bei jedem Stande der Versenkung des Pfeilers muß seine Lage in bezug auf Festpunkte, unabhängig von dem Versenkgerüst, ein-

<sup>2)</sup> Die gesundheitlichen Vorschriften für die Senkkasten-Arbeiter bei einer neueren Anlage (Hamburg) sind in der „Bau-technik“ 1924, Heft 26, S. 298 u. f. wiedergegeben.



wandfrei und möglichst bequem bestimmt werden. Der Unternehmer trägt allein die Verantwortung für die richtige Stellung und Lage der Pfeiler nach deren Vollendung und haftet für alle aus der falschen Lage oder Stellung entstehenden Unkosten.

6. Sämtliche Türen, Klappen und sonstige Verschlüsse, die ein gefährliches Entweichen der Innenluft nach außen veranlassen könnten, müssen durch den Luftdruck auf ihre Sitze gepreßt werden.

Alle Verbindungen, die durch die Decke oder Wände des Senkkastens nach oben führen, als Schachtrohre, Pumpenrohre, Lufröhre, Schläuche usw., müssen einen leicht zu handhabenden, luftdichten Verschluss am Austritt aus dem Arbeitsraum erhalten.

Das Luftzuführungsrohr muß am Eintritt in den von Preßluft erfüllten Raum mit einem selbsttätigen Verschluss versehen sein, der sich bei Undichtigkeiten der äußeren Rohrleitung sofort schließt. Für den Fall, daß der Schlauch zwischen dem Prahm und dem Luftzuführungsrohre reißen sollte, ist noch ein zweiter selbsttätiger Sicherheitsverschluss am oberen Ende des Luftzuführungsrohres vorzusehen.

7. Für die Luftschleusen und Schachtrohre ist nur bestes sehniges Walzeisen mit gleicher Festigkeit in der Längs- und Querrichtung zu verwenden.

An Schleusen und Schachtrohren sind durch Schilder die Fabrik, die sie angefertigt hat, der Luftdruck, für den sie berechnet und genehmigt sind, und der Tag der Abnahmedruckprobe anzugeben.

Vor Beginn der Bauausführung sind die Schleusen und Schachtrohre mit Wasserdruck zu proben, der das Doppelte des Luftdrucks betragen muß, bis zu dem die Schleuse arbeiten soll. Während der Druckprobe darf das Wasser durch die genieteten Fugen nur in Staub- oder Perlenform austreten und dürfen sich an den geraden Rändern der Türöffnungen keine sichtbaren Ausbiegungen zeigen. Nach beendeter Probe dürfen nirgends meßbare Formänderungen aufzufinden sein.

Der Unternehmer hat ein Prüfungsbuch vorzulegen, das das Betriebsalter der Schleusen und Schachtrohre sowie den höchsten Druck in den einzelnen Zeitabschnitten des früheren Betriebes nachweist. Nach Ablauf von 1500 Betriebstagen dürfen die Schleusen nicht mehr verwendet werden. Übersteigt ihr Betriebsalter 750 Tage, so darf der Luftdruck nur bis zu  $\frac{2}{3}$  des ihrer Berechnung zugrunde gelegten gesteigert werden. Hierbei sind die Pausen, in denen nicht gearbeitet wurde, als  $\frac{1}{5}$  Arbeitszeit zu rechnen.

Die Schachtrohre dürfen bis zu 4000 Betriebstagen mit dem vollen Druck für den sie berechnet sind, benutzt werden. Der Nachweis ist wie vor zu liefern.

Schleusen und Schachtrohre sind durch besondere Einrichtungen gegen Erschütterungen zu schützen.

Damit die Arbeiter bei Gefahr ungehindert zu den Schachtrohren und Schleusen gelangen können, ist der Arbeitsraum im Senkkasten möglichst frei von allen Hindernissen, Querverbindungen, Absteifungen usw. zu halten.

Außer dem Druckmesser an der Schleuse sind erforderlich: einer in der Nähe der Luftpumpen, einer in der Luftleitung in der Nähe des Senkkastens, einer in der Schleuse in beständiger Verbindung mit dem Senkkasten.

8. Gußeisen darf für Teile, die Erschütterungen ausgesetzt sind, überhaupt nicht, im übrigen für innen gedrückte Rohre nur bis zu 30 cm Weite, für außen gedrückte nur bis zu 60 cm Weite verwendet werden.

Messing und Kupfer sind nur für Röhren bis zu 10 cm Weite statthaft.

9. Es sind Einrichtungen zu treffen, durch die sich die in dem Senkkasten und den Schleusen befindlichen Arbeiter sowohl untereinander als mit den außerhalb befindlichen Arbeitern verständigen können.

10. Es ist dafür zu sorgen, daß alle Teile der Bau- und Arbeitsstellen, der Maschinenbetriebsanlage usw. jederzeit durch Kähne, Werk- und Laufstege, Treppen usw. bequem und sicher zugänglich sind und während der Arbeitszeit angemessen erleuchtet werden.

Zum Schutze der Schiffe und Versenkgerüste sind Pfahlgruppen so herzustellen, daß sich der Druck jener nicht auf die Gerüste übertragen kann.

11. An den Spindeln und Versenkketten soll der Senkkasten so lange hängen, wie es die Tragfähigkeit des Untergrundes gebietet. Nachher sollen die Spindeln in der Hauptsache nur noch zur Führung, nicht zum Tragen dienen.

12. Auf Aufforderung hat der Unternehmer mit einem zuverlässigen Bohrergerätee jederzeit auf Erfordern Bodenuntersuchungen im Senkkasten während der Versenkung vorzunehmen und Auskunft über die Art des Untergrundes abzugeben. Die Untersuchung kann bis zu 5 m Tiefe gefordert werden.

Bei dem Versenken des Pfeilers, das auf dem Obergerüst von 2 Mann an der Winde durch gleiche Drehung aller Spindeln mit Knarrhebel und Zugseil besorgt wurde, wurde der Boden im Senkkasten mit Spaten oder Spitzhacke von 6 Mann gelöst, wobei vor allem die Schneide von einem geübten Vorarbeiter frei gehalten werden mußte, von 2 Mann in den Kübel geladen, vom Förderwerk beraufgezogen, oben von 2 Mann in die Arbeitshose gekippt, dann nach Schließen der Innenklappe und Öffnen der Außenklappe (auf Klopf-signal) durchgeschleust, von 1 Mann in Karren geschoben und von 2 Mann auf dem Gerüst zum Bodenprahm gefahren. Währenddessen wurde gleichzeitig mit der Bodenförderung die Aufmauerung des Pfeilers über Wasser von 4 Maurern und 4 Zuträgern weitergeführt. Bei ungestörtem Betriebe konnten an einem Tage bei 10stündiger Arbeitszeit etwa 140 bis 160 Kübel = rd. 40 m<sup>3</sup> Boden gefördert und etwa 0,5 m Pfeiler aufgemauert werden.

Bei dem Bau des linken Strompfeilers hat die Herstellung des Senkkastens 3 Wochen, die Absenkung von der Arbeitsplattform

(+ 1,50 m N. N.) bis zur Gründungstiefe -13,50 m N. N. rd. 7 Wochen und die ganze Herstellung etwa 5 $\frac{1}{2}$  Monate beansprucht. Die Absenkung mit Bodenförderung und Aufmauerung betrug bei normalem Betriebe im Mittel 0,25 m/Tag. Die am 11. April 1911 mit Rammarbeit begonnene Gründung des linken Pfeilers einschl. Aufbau in Massivwerk hat bis zum 30. September 1911 gedauert. Den Pfeiler nach seiner Vollendung stellt Abb. 12 dar.<sup>3)</sup>

Die Wahl der Preßluftgründung bei den Pfeilern der Greifenhagener, aber auch der Mescheriner Brücke muß nach den vorliegenden Erfahrungen als sehr zweckmäßig bezeichnet werden. Bei der Mescheriner Brücke, wo im allgemeinen weichere Bodenarten angetroffen wurden, wäre eine Gründung mit offenen Senkbrunnen oder auf Beton zwischen Spundwänden eher denkbar als in Greifenhagen,

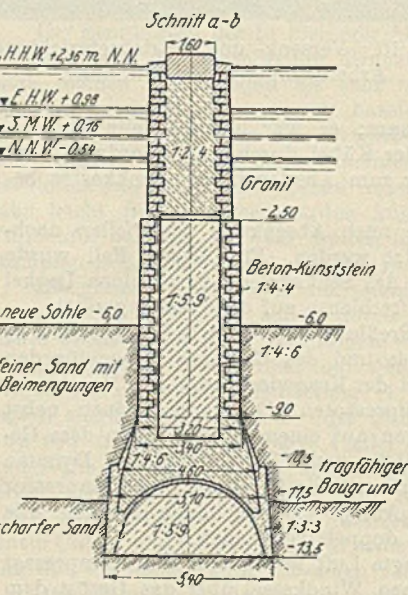


Abb. 12 b.

Abb. 12 a u. b. Strompfeiler.

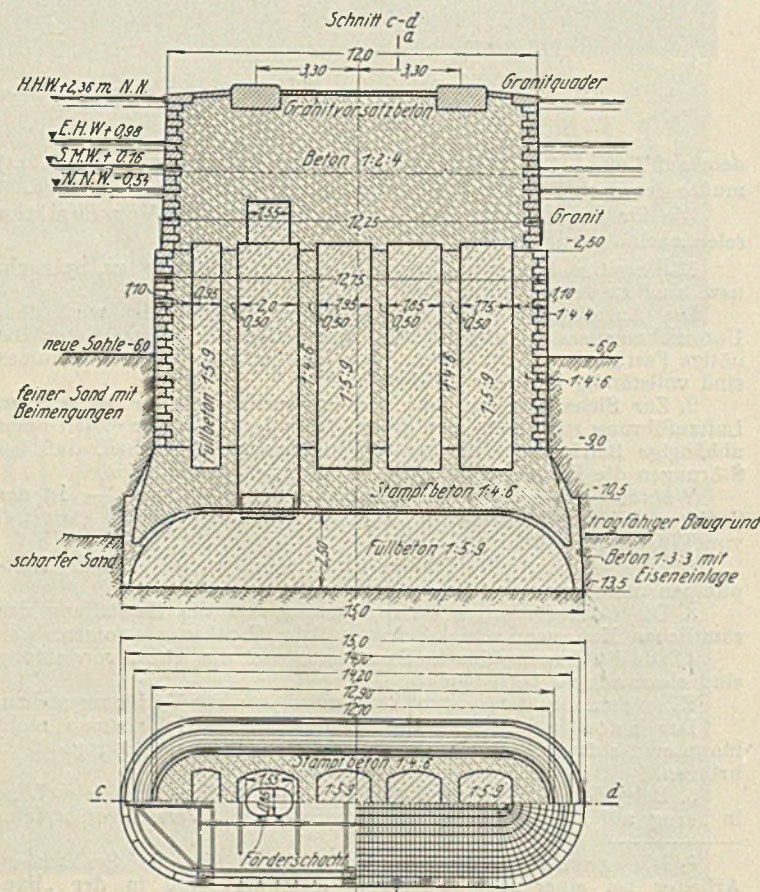


Abb. 12 a.

aber bei den großen Wassertiefen bis 6 m unter N. N. und bei der Unsicherheit des Untergrundes — auch mit Rücksicht auf eine Verbilligung bei Ausführung von 4 Strompfeilern ähnlicher Form — nicht empfehlenswert gewesen. Der Preßluftbetrieb bewährte sich besonders bei der Gründung des rechten Strompfeilers in Greifen-

<sup>3)</sup> Entnommen dem Zentralbl. d. Bauverw. 1921, S. 617 u. f., Abb. 12 bis 14.



hagen; hier konnte man in der sicher aufgehängten Luftglocke den angetroffenen barten Ton-, Mergel-, Stein- und Kreideboden mit Spitzhacke bequem lösen, einen in der Flußsohle vorgefundenen, seinerzeit versunkenen Kalksteinkahn, der in einer Breite von 3,5 m und 15 m Länge schräglängs unter dem Pfeiler lag und Bodenunregelmäßigkeiten bis 1,5 m Unterschied hervorgerufen hatte, in einzelne Teile zerschlagen und diese nebst den Kalksteinen zur Schleuse herausschaffen, ferner die unter dem Kahn auftauchenden Pfähle und querliegenden Baumstämme in einzelne Stücke zersägen und an das Tageslicht fördern.

Solange der Senkkasten in den Spindeln hing und die Schneide ständig frei gehalten wurde, konnte das unerwartete Auftreten derartiger Hindernisse, das wohl jede andere Gründung unmöglich gemacht hätte, dem glücklichen Verlauf der Absenkung keinen Einhalt gebieten. Diese Gründung bot auch die Möglichkeit, den Bodenverhältnissen entsprechend bei dem Absenken vorzugehen und den Pfeiler auf festen Untergrund zu setzen, ferner gab sie Aufschluß über die Lagerung der Bodenschichten im Bett des Oderstromes. Im Senkkasten des rechten Stropfpfeilers der Mescheriner Brücke, der auf - 12,5 m N.N. gegründet ist und wo die Flußsohle etwa auf - 6,0 m N.N. lag, fanden sich noch in einer Tiefe von - 12,0 m N.N. Hölzer von 2 m Länge und 15 cm Stärke an, die den Beweis liefern, daß der Fluß im Laufe der Jahre sehr starke Sohlenbewegungen kennengelernt hat. Am linken Stropfpfeiler in Greifenhagen, wo die Sohle auf 4 bis 5 m unter N.N. lag, wurden in einer Tiefe von - 8

bis - 9,0 m N.N. noch alte Schwerter gefunden. — Wie die Art der Gründung hat sich auch die ganze Betriebseinrichtung nebst Rüstung, die Absenkung nebst Aufmauerung und Bodenförderung gut bewährt.

Es ist dank der getroffenen und mit größter Strenge durchgeführten Vorsichtsmaßnahmen und Unfallverhütungsvorschriften sowie der Tüchtigkeit des Unternehmers bei dem Bau von 4 Stropfpfeilern niemals eine Betriebsstörung, ein Bauunfall, eine Krankheitserscheinung der Senkkastenarbeiter bei oder nach der Arbeit aufgetreten. Der Aufenthalt im Senkkasten war, zumal in heißen Sommertagen, angenehm; es war stets für ausreichende Beleuchtung und Durchlüftung gesorgt.

Von Wichtigkeit ist, daß der Pfeiler möglichst bis zur endgültigen Stellung in den Spindeln gehalten wird, damit, wie im vorliegenden Falle, einseitige und verschobene Stellungen des Senkkastens vermieden werden.

Seit jener Zeit, wo die hier erörterte Gründung durchgeführt wurde, hat sich der Eisenbeton-Senkkasten nach Form und Größe bedeutend entwickelt; er ist bei vielen großen Gründungen angewandt worden, u. a. bei der Gründung der Rheinbrücke bei Duisburg-Hochfeld sowie, abgesehen von dem Aussteifungsgewölbe in ähnlicher Bauart, bei der Absenkung der Pfeiler der im Jahre 1914/15 zum Teil erbauten Freihafen-Elbbrücke in Hamburg, wie sie bereits in der „Bau-technik“ 1924 vom 17. Juni, Heft 26, vom Oberbaudirektor Sperber, Hamburg, eingehend beschrieben worden ist.

Alle Rechte vorbehalten.

### Die Drillungsmomente bei kreuzweise bewehrten Platten.

Von Dr.-Ing. Hch. Leitz, Privatdozent an der Technischen Hochschule München.

In den neuen Deutschen Eisenbeton-Bestimmungen vom September 1925, A. § 17, Ziff. 9 ist zum ersten Male von Drillungsmomenten die Rede, und in den neuen Formeln für kreuzweise bewehrte Platten ist ihrer Mitwirkung durch den Faktor  $\nu$  Rechnung getragen. Damit erhebt sich die Frage, welche Vorkehrungen bei der Bewehrung der Platten für die Aufnahme dieser Drillungsmomente zu treffen sind.

Diese Frage muß allgemein gelöst werden, denn bei der immer häufiger werdenden Anwendung der Elastizitätstheorie isotroper Körper auf Platten, Schalen, Kuppeln usw. wird eine Mitwirkung von Drillungsmomenten in Rechnung gestellt und selbstverständlich rufen sie Spannungen hervor, die, soweit sie die übrigen Zugspannungen erhöhen oder vorhandene Druckspannungen übersteigen, besondere Eiseneinlagen bedingen.

Wird ein Querschnitt der X-Richtung außer durch ein Biegemoment  $m_x$  auch durch ein Drillungsmoment  $t_{xy}$  beansprucht, so bedeutet das, daß dieser Querschnitt schräg zu den beiden aufeinander senkrecht stehenden Richtungen liegt, in denen nur reine Biegemomente, nämlich die Hauptmomente  $m_I$  und  $m_{II}$ , auftreten. Letztere ermitteln sich aus den Momenten  $m_x, m_y, t_{xy}$  in bekannter Weise zu

$$m_{I, II} = \frac{m_x + m_y}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(m_x - m_y)^2 + 4 t_{xy}^2}$$

und ihre Richtung durch  $t_{xy} 20 = \frac{2 t_{xy}}{m_x - m_y}$ .

Die Richtung ändert sich in den meisten Fällen von Punkt zu Punkt; sie ist bei der nach der Elastizitätstheorie berechneten isotropen Platte, deren Kräfteverlauf auch den Plattenformeln mit dem Faktor  $\nu$  zugrunde liegt, in der Mitte seitenparallel, in den Ecken parallel den Diagonalen.

Die Frage, wie den Drillungsmomenten bei der Bemessung Rechnung zu tragen ist, erledigt sich zunächst auf einfache Weise dadurch, daß man die Querschnitte der Hauptmomente aufsucht, und die Eisen, nach den üblichen Biegeformeln errechnet, in deren Richtung verlegt. Drillungsmomente treten in diesen Querschnitten nicht auf, und die Drillungsmomente schräg dazu stehender Querschnitte werden von den Komponenten der Hauptspannungen des Betons und der Eisen aufgenommen, wie einfache Gleichgewichtsbetrachtungen zeigen.

Diese Art der Bewehrung — sie sei die „unmittelbare“ genannt, weil die Hauptzugspannungen unmittelbar durch in ihrer Richtung liegende Eisen aufgenommen werden — wird häufig ungewohnte Formen annehmen. Abb. 1 zeigt annähernd die Eiseneinlagen für eine frei aufliegende quadratische Platte, berechnet nach der Elastizitätstheorie<sup>1)</sup> oder nach den Formeln mit dem Faktor  $\nu$  für eine Querdehnungszahl  $1/m = 0$ . Die eingeschriebenen Momentenwerte beziehen sich auf die Breitereinheit senkrecht zu den Eiseneinlagen.

<sup>1)</sup> Genauere Verteilung der Biege- und Drillungsmomente über die Plattenfläche s. Leitz, Berechnung der freiaufliegenden rechteckigen Platte, Wilhelm Ernst & Sohn, 1914, sowie für eingespannte Platten in der „Zeitschrift für Math. u. Physik“ 1916.

Das Bild stellt auch ungefähr die Verhältnisse eines Teils einer ringsum eingespannten Platte dar, nämlich ihres inneren Quadrats mit der Seitenlänge etwa 0,6 l (zwischen den Wendepunkten), wobei die Zahlen sich jedoch ändern.

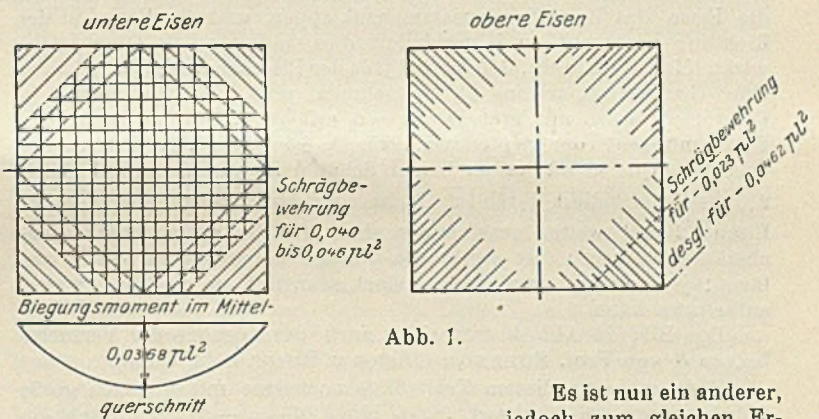


Abb. 1.

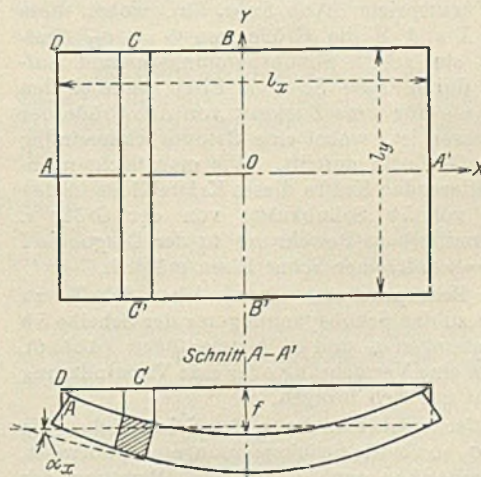


Abb. 2.

Es ist nun ein anderer, jedoch zum gleichen Ergebnis führender Weg, das Wesen der Drillungsmomente zu erkennen, wenn man eine rechteckige Platte in die bekannten Streifen zerlegt; solange diese Streifen nur als auf Biegung beansprucht angesehen werden, erhält man die Biegemomente des alten Streifenverfahrens, die die neuen Formeln mit  $\nu = 1$  auch ergeben. Da jedoch die Biegelinie z. B. eines mittleren X-Streifens eine Drillung der Y-Streifen (z. B. C-C') mit sich bringt, so werden letztere bei einer isotropen Platte einen Drillungswiderstand entwickeln,

der wie eine verteilte Einspannung auf die X-Streifen wirkt und deren Biegemomente  $\mathfrak{M}$  auf den Betrag  $\nu \mathfrak{M}$  herabsetzt. Der Betrag  $\varphi \mathfrak{M} = (1 - \nu) \mathfrak{M}$ , um den die Biegemomente verringert werden, muß von den Drillungsmomenten der Streifen übernommen werden; es sind dies bei frei aufliegenden Platten  $2/12$ , bei durchlaufenden Platten  $1/3$  bis  $1/5$  und bei ringsum eingespannten Platten  $5/36$  der Last. Natürlich müssen die Streifen außer für die Biegung, nun



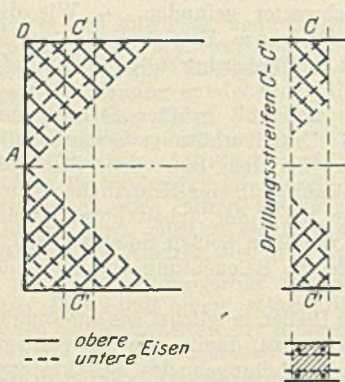


Abb. 3.

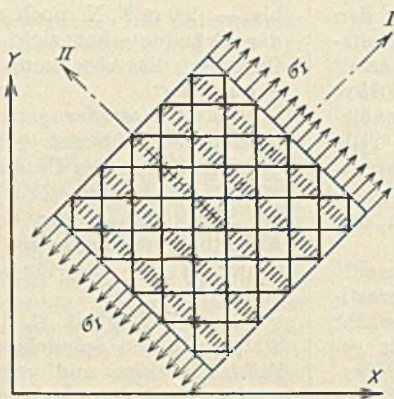


Abb. 4.

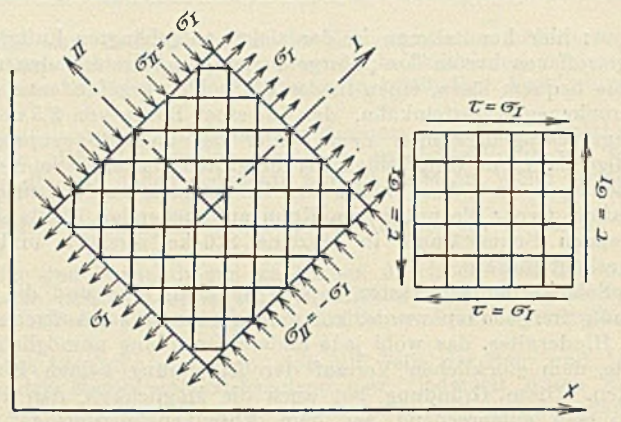


Abb. 5a.

Abb. 5b.

auch für die Drillung bewehrt werden, soweit letztere — und dies ist in erheblichem Maße der Fall — zusätzliche Zugspannungen hervorruft. Man sieht auch, daß die in Abb. 1 gezeigte unmittelbare Bewehrung nach den Hauptmomenten auch die richtige Bewehrung z. B. des Streifens C—C' für Drillung mit sich bringt (Abb. 3).

Praktisch können diese Bewehrungen nicht als befriedigend angesehen werden, und man wird versuchen, ob man die schrägen Hauptmomente oder, was dasselbe besagt, die Biegemomente  $m_x$  und  $m_y$  zusammenwirkend mit den Drillungsmomenten  $t_{xy}$  durch ausschließlich seitenparallele Bewehrung aufnehmen kann. Damit erhebt sich die grundsätzliche Aufgabe: Wie ist Beton zu bewehren, wenn die Eiseneinlagen nicht den Hauptspannungen des angenommenen Spannungszustandes parallel liegen?

Zur Lösung dieser Aufgabe sei in Abb. 4 eine Scheibe von der Dicke  $l$  betrachtet, die durch eine Zugspannung  $\sigma_I$  beansprucht wird, die aber durch zwei Eisenscharen nach den Richtungen  $X'$  und  $Y'$  unter  $45^\circ$  dazu bewehrt ist. Wenn im Stadium II der Beton reißt, haben die Eisen das Bestreben zusammenzuklappen, und der Beton in der Richtung senkrecht zu I verhindert dies, indem er als Druckstrebe wirkt. Man sieht leicht, daß hierbei jede der Eisenscharen  $f_{ex} = f_{ey} = f_e$  eine Gesamtzugspannung  $\sigma_I$  aufnehmen muß und der Beton in Richtung II einen mittleren Druck  $\sigma_{II} = \sigma_I$  erfährt. Nach den Deutschen Bestimmungen vom September 1925, A. § 17, Ziff. 9, Abs. 3 ist der wirksame Querschnitt dieser beiden Scharen für die Richtung I gleich  $2 f_e \cos 45^\circ$  dividiert durch  $\sqrt{2}$ , da im schrägen Schnitt die Knoten der Eisen  $\sqrt{2}$  mal weiter auseinander sind, als die senkrechten Eisenabstände betragen; dies ergibt den Betrag  $f_e$  als wirksame Bewehrung für  $\sigma_I$ ; jede der Scharen muß so stark sein, daß sie die Spannung  $\sigma_I$  aufnehmen kann.

Das Bild in Abb. 4 entspricht auch der Zugzone der Versuchsbalken K von Prof. Suenson („Beton u. Eisen“ 1922, S 145).

Fügt man zu diesem Kräftebilde noch eine mit  $\sigma_I$  gleich große Druckspannung  $\sigma_{II}$  senkrecht zu  $\sigma_I$  hinzu,  $\sigma_{II} = -\sigma_I$ , so entsteht ein Spannungszustand, der, wie bekannt, dem reiner Schubspannung nach den Richtungen X und Y entspricht (Abb. 5a u. 5b), wobei diese Schubspannung  $\tau$  parallel X und Y die Größe von  $\sigma_{II} = |\sigma_{II}|$  hat. Daraus ergibt sich, daß ein reiner Schubspannungszustand aufgenommen werden kann durch zwei Scharen Eisen parallel den Schubspannungen, deren jede für eine Zugkraft von der Größe der Schubspannung  $\tau$  zu bemessen ist, wobei eine Betondruckspannung in der Diagonale von der Größe  $2\tau$  auftritt. Wie man leicht nachprüfen kann, sind die resultierenden Kräfte dieses Kräftebildes in den Seitenflächen der Scheibe von 5b Schubkräfte von der Größe  $\tau$ . Natürlich ist auch die unmittelbare Bewehrung in der Diagonale I für die Hauptspannung  $\sigma_I = \tau$  mit einer Schar Eisen möglich.

Um zur allgemeinsten Beanspruchung einer solchen Scheibe zu gelangen, braucht man nur zu den Schubspannungen  $\tau$  der Scheibe 5b noch beliebige Normalspannungen  $\sigma_x$  und  $\sigma_y$  hinzuzufügen (Abb. 6), die je nach ihrem Vorzeichen eine Vermehrung oder eine Verminderung der bisherigen Eiseneinlagen mit sich bringen.

Demnach: eine quadratische Scheibe, die in den Seitenflächen die Normalspannungen  $\sigma_x$  und  $\sigma_y$  sowie die Schubspannungen  $\tau_{xy}$  aufweist, kann, wenn sie nicht unmittelbar nach Größe und Richtung der daraus zu ermittelnden Hauptspannungen bewehrt wird, eine Ersatzbewehrung erhalten, deren Eiseneinlagen zu bemessen sind: für die X-Richtung für eine Zugkraft  $\sigma_x + \tau_{xy}$ , für die Y-Richtung für  $\sigma_y + \tau_{xy}$ ; hierbei ist  $\sigma$  positiv als Zug und  $\tau$  immer positiv einzusetzen. Dazu überlagert sich noch eine mittlere Betondruckspannung von der Größe  $2\tau$  in der Richtung einer Diagonale.

Bemerkung: Man könnte den Einwurf machen, daß bei bügelbewehrten Balken der Zustand reiner Schubspannung in der neutralen Schicht durch nur eine Schar dieser parallelen Eisen aufgenommen

wird; er ist jedoch nicht stichhaltig. Die Bügelbewehrung entspricht einem Kräftebilde nach der Fachwerktheorie (Abb. 7), wobei in der neutralen Schicht eine schiefe Druck- und eine

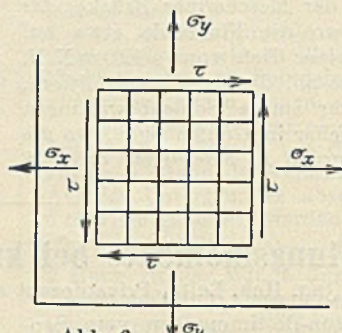


Abb. 6.

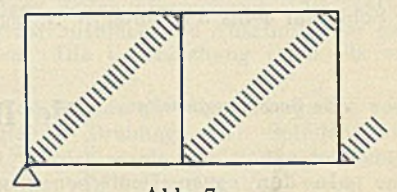


Abb. 7.

lotrechte Zugspannung vorausgesetzt wird. Das Kräftebild, das der Berechnung aufgebogener Eisen zugrunde liegt, setzt in der neutralen Schicht sich kreuzende Zug- und Druckhauptschnnungen voraus und die aufgebogenen Eisen bilden eine unmittelbare Bewehrung nach den Hauptspannungen des Kräftebildes.

Der Übergang zur Platte ist nun einfach. Wird ein Plattenquadrat nur durch Drillungsmomente in den seitlichen Querschnitten beansprucht, so entstehen in der oberen und unteren Zone je das Kräftebild der Abb. 5b, nämlich der Zustand reiner Schubspannung, wobei deren Richtungen oben und unten entgegengesetzt sind; man benötigt demnach bei nicht unmittelbarer Bewehrung nach den Hauptmomenten oben und unten nach der  $X'$ - und  $Y'$ -Richtung je eine Schar Eisen, als ob die Platte nach der X-Richtung wie nach der Y-Richtung sowohl für ein ideales Biegemoment  $+t_{xy}$  wie  $-t_{xy}$  zu berechnen wäre, damit oben und unten die Schubkräfte durch Eisenzugspannungen aufgenommen werden. Dazu kommt noch in der Diagonale eine schräge Betondruckspannung  $= 2 \cdot \frac{t_{xy}}{h^2/6}$ . Treten zu

diesem Drillungsmoment noch Biegemomente  $m_x$  bzw.  $m_y$  hinzu, wie es im allgemeinen der Fall ist, so können einzelne Eisenscharen durch deren Druckresultanten aufgehoben werden.

Hiernach ergibt sich: Herrscht an einer Stelle einer Platte ein Momentenzustand, gekennzeichnet durch die Biegemomente  $m_x$  und  $m_y$ , und ein Drillungsmoment  $t_{xy}$ , so erhält man eine der unmittelbaren Bewehrung statisch gleichwertige mittelbare Bewehrung parallel  $X'$  und  $Y'$ , wenn man die X-Richtung berechnet für ein ideales Biegemoment  $m_x$  sowohl  $+t_{xy}$  wie  $m_x - t_{xy}$  und die Y-Richtung für  $m_y + t_{xy}$  wie  $m_y - t_{xy}$ . Man ersieht daraus, daß, wenn  $m_x$  und  $m_y$  gleiches Vorzeichen haben und größer als  $t_{xy}$  sind, die Eisen in der Druckzone von  $m_x$  und  $m_y$  wegfallen.

Die Anwendung dieser Ergebnisse auf das Kräftebild der frei aufliegenden quadratischen Platte nach der Elastizitätstheorie, welches Kräftebild auch den neuen Formeln mit dem Faktor  $\nu$  zugrunde liegt, ergibt (mit  $1/m = 0$ ) für die Mitte eine seitenparallele kreuzweise Bewehrung unten für  $m_x = m_y = 0,0368 p l^2$ , die längs den Diagonalen zunimmt, um in der Ecke den Betrag  $m_{ix} = m_{iy} = +0,0462 p l^2$  zu erreichen. In den Achsenrichtungen nimmt die untere Bewehrung vom Werte der Mitte auf 0 ab. In den Ecken ist eine obere kreuzweise Bewehrung erforderlich, die in der Diagonale von der Linie B—B' nach dem Endpunkte zunimmt, von  $m_{ix} = m_{iy} = 0$  auf  $m_{ix} = m_{iy} = -0,0462 p l^2$  (Abb. 8).

Auch diese Bewehrung kann nicht befriedigen; sie erfordert wie die unmittelbare eine genaue Kenntnis des Kräfteverlaufs über die Platte, damit den Drillungsmomenten Rechnung getragen werden kann, deren entlastende Wirkung auf die Mittelmomente durch den Faktor  $\nu$  in den amtlichen Formeln ausgedrückt wird; denn es ist nicht angängig, die kleinen Werte für die Mittelmomente zu benutzen, ohne den in anderen Teilen der Platte herrschenden Momentenzustand



durch Bewehrung zu berücksichtigen. Die Elastizitätstheorie verteilt die Kräfte nur anders als die alte Streifenberechnung ( $\nu=1$ ), und ihre Momente dürfen nur angewendet werden, wenn man sie genau kennt; aber wie man sieht, werden wirtschaftliche Erfolge selbst dann nicht erzielt.

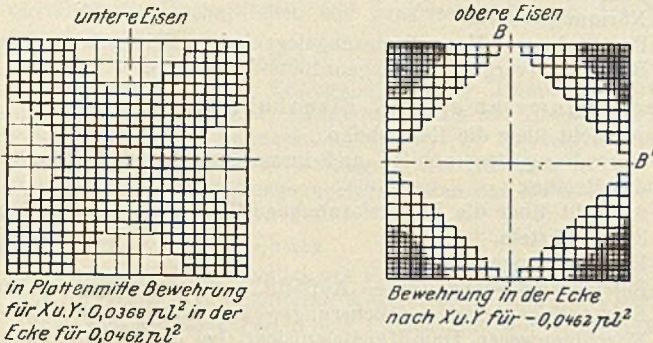


Abb. 8.

Zum Vergleich sei die Bewehrung nach der alten Streifenberechnung, die aus den amtlichen Bestimmungen hervorgeht, wenn man  $\nu=1$  setzt, herangezogen. Das Mittelmoment ist für die quadratische Platte  $\frac{pL^2}{16} = 0,0625 pL^2$ , es kann in den Randteilen kleiner gehalten werden (Abb. 9). Mörsch<sup>2)</sup> berechnet für eine ähnlich bewehrte Platte ein Bruchmoment von  $\frac{pL^2}{19,2} = 0,052 pL^2$ , so daß der Wert  $0,0625 pL^2$  eine kleine überschüssige Sicherheit enthält.

Den bisherigen Ausführungen lag immer die Annahme einer Querdehnungsziffer  $1/m=0$  zugrunde, in welchem Falle tatsächliche und reduzierte Spannungen einander gleich sind. Läßt man eine Querdehnungsziffer von  $1/6$  zu, dann vermindern sich in dem eben betrachteten Falle die reduzierten Spannungen in der Mitte wegen ihres gleichen Vorzeichens auf  $5/6$  und entsprechen demnach einem reduzierten Moment dieser Spannungen von  $5/6 \cdot 0,0625 = 0,052 pL^2$ , genau wie es Mörsch errechnet hat; in Fällen entgegengesetzten Vorzeichens würde natürlich eine entsprechende Vermehrung stattfinden. Bei dem Kräftebilde der Elastizitätstheorie der isotropen Platte (Formeln mit  $\nu=1$ ) ändern sich die Spannungsmomente mit Einführung von  $1/m$  erheblich, weil sich dadurch das Verhältnis von Biege- und Drillungssteifigkeit verschiebt; die Momente der reduzierten Spannungen behalten jedoch die früher angegebenen Zahlenwerte multipliziert mit dem Faktor  $(1 - 1/m^2)$ , also ziemlich dieselben Werte; auch dieser Umstand erfordert eine genaue Vertrautheit mit der Elastizitätstheorie. Momente der reduzierten Spannungen sollte man immer als solche ausdrücklich hervorheben, da sie Momente fiktiver Größen darstellen

<sup>2)</sup> Mörsch, Der Eisenbetonbau, I. Bd., 2. Teil, 5. Aufl., S. 342, Abb. 804.

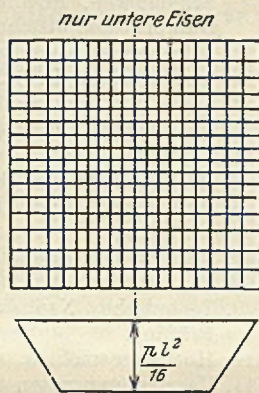


Abb. 9.

und keinen Gleichgewichtsbedingungen unterliegen. Man sollte immer mit wirklichen Momenten rechnen und dann daraus die reduzierten Spannungen ermitteln, um keine Verwirrung anzurichten. Es darf heute mit großer Wahrscheinlichkeit als berechtigt angesehen werden, daß für den zweiachsigen Spannungszustand bei Beton und Eisenbeton die reduzierten Spannungen als maßgebend anzusehen sind.

Es kommt noch ein Umstand dazu, der für die alte Streifen-theorie (also  $\nu=1$ ) spricht; bei allen Versuchen mit nicht nach den Hauptspannungen bewehrten Körpern, also bei mittelbarer Bewehrung<sup>3)</sup> hat sich gezeigt, daß diese Körper die ihnen zugeordnete Kraft im Stadium II nur unter bedeutend größeren Verformungen übertragen haben, als unmittelbar nach den Hauptspannungen bewehrte. Dementsprechend dürfte bei den mittelbar bewehrten Platten (nach Abb. 8) gegen den Bruch zu die Steifigkeit gegen die Drillung an den Stellen großer Drillungsmomente sehr nachlassen, so daß doch die Biegemomente größer werden und sich der Zustand mehr und mehr dem für  $\nu=1$  ohne Mitwirkung der Drillungsmomente nähert (= alte Streifenberechnung).

Wieweit dies der Fall ist, hängt ganz von dem besonderen Belastungs- und Auflagerungsfall ab, und ob größere Gebiete mit hohen Drillungsmomenten vorkommen; dies kann für die einzelnen Fälle nur durch Versuche geklärt werden, ebenso, ob man die reduzierten Spannungen als maßgebend ansehen darf und ob vielleicht noch günstige Umstände gefunden werden (umgekehrte Gewölbewirkung der durchgebogenen Platte), die es angezeigt erscheinen lassen, die Grenzen der reduzierten Spannungen etwa weiter zu stecken, ähnlich wie für Balken die zulässige Biegespannung verhältnismäßig größer gehalten werden darf als einfache Würfeldruckspannung. Große Hoffnungen möchte ich hierauf nicht setzen. Auch wirtschaftlich sind Platten mit Berücksichtigung der Drillungsmomente nicht günstiger als solche mit  $\nu=1$  und haben den Nachteil eines äußerst verwickelten Kräftebildes.

Immer wird zu verlangen sein, daß eine Bewehrung einem geschlossenen Kräftebilde entspricht, und daß alle Konstruktionsteile die sich hieraus ergebenden Spannungen aufnehmen können, gleichviel, ob man die sich ergebenden tatsächlichen oder die reduzierten Spannungen als maßgebend ansieht.

Einstweilen empfiehlt Verfasser, bei der Berechnung der kreuzweise bewehrten Platten die Elastizitätstheorie und den Faktor  $\nu$  nur für das Stadium I anzuwenden zur Ermittlung der Rissespannungen. Im Stadium II hält er es für richtig, auf die Drillungsmomente, die außerdem eine verwickelte Bewehrung erfordern, zu verzichten; die Platte ist dann als sich kreuzende Balkenlagen aufzufassen, was einem Werte des Faktors  $\nu=1$  entspricht. Dem Überschuß an Sicherheit, den eine volle Platte dann gegen Balken aufweist, und der auf die Abweichungen vom Hookeschen Gesetze, auf den zweiachsigen Spannungszustand und auf Reste von Drillungsmomenten zurückzuführen ist, könnte für volle Platten durch eine Erhöhung der zulässigen Beanspruchung um etwa 10% gegenüber Balken Rechnung getragen werden, oder durch Benutzung der reduzierten Spannungen mit  $1/m = \text{etwa } 1/10$  unter Beibehaltung der für Balken üblichen Spannungsgrenzen. Selbstverständlich gilt diese Erleichterung nicht für Hohlstein- und Kassetendecken, die nicht über die Reserven voller Platten verfügen.

<sup>3)</sup> Zylinderverdrehungsversuche des Deutschen Ausschusses; Mörsch, Der Eisenbetonbau, I. Bd., 2. Hälfte, S. 250, Abb. 704 u. 724; Biegungsversuche von Suenson, „Beton u. Eisen“ 1922, S. 145.

### Vermischtes.

**Der Neubau,** Halbmonatsschrift für Baukunst, VII. Jahrgang der Zeitschrift Die Volkswohnung. (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 66.) Das am 24. November ausgegebene Heft 22 (1 R.-M.) enthält u. a. folgende Beiträge: Wettbewerb für ein Kursaalgebäude in Bad Mergentheim a. d. Tauber (Württemberg). — Architekt Dipl.-Ing. Martin Kremmer: Neue schwedische Architektur. Der Ausstellungspavillon Schwedens auf der Pariser Ausstellung. — Regierungspräsident Krüger: Die neuen rechtsrechtlichen Vorschriften über die Finanzierung des Wohnungsbaues.

**Technische Hochschule Danzig.** Die Würde eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber ist verliehen worden dem Baurat Adolf Lerche, Direktor der Siemens-Bauunion in Berlin, in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Entwicklung des Schnellbahnbaues.

**Technische Hochschule Aachen.** Die Würde eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber ist verliehen worden dem Staatsminister, preußischen Minister für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung, Prof. Dr. Dr. K. H. Becker in Berlin, in Anerkennung seines verständnisvollen Eintretens für die Hebung und Ausbildung der Gesamtperson-

lichkeit der künftigen Ingenieure sowie seiner Verdienste um die Schaffung erträglicher Lebensbedingungen für die Studierenden der Nachkriegszeit.

**Preis Ausschreiben der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft für die Erlangung eines dynamischen Spannungs- und eines Schwingungsmessers.**<sup>1)</sup> Aus Interessentenkreisen ist vielfach die Anfrage ergangen, ob der Termin für die Einreichung der Wettbewerbsapparate nochmals verlängert werden sollte. Davon kann keine Rede sein. Die Zeit, die den Erfindern und Konstrukteuren für die Ausarbeitung eines bedingungsgemäßen Apparates bis zum 1. April 1926 zur Verfügung steht, war reichlich bemessen. Die Deutsche Reichsbahn wartet sehnsüchtig auf den erwünschten Apparat und hofft auf recht rege Beteiligung. Die Inangriffnahme des dynamischen Problems drängt aus wirtschaftlichen Gründen. Was nutzt es, wenn auf der einen Seite statisch mit peinlicher Genauigkeit gerechnet wird und auf der anderen Seite zur Berücksichtigung der rechnerisch noch nicht faßbaren dynamischen Einflüsse rohe Zuschläge gemacht werden? Das Maß

<sup>1)</sup> Vergl. „Die Bautechnik“ 1924, Heft 51, S. 581; 1925, Heft 23, S. 306.



dieser Zuschläge muß mit der Zeit ebenso genau ermittelt werden wie alle statischen Kräfte. Auf theoretischem Wege sind dabei schon manche Versuche zur Lösung dieses Problems gemacht worden, doch ist die Frage ohne Kenntnis des tatsächlichen Verhaltens der Tragwerke unter der bewegten Last unlösbar. Daher müssen eingehende, gewissenhafte, alle Einflüsse einzeln erfassende Messungen vorgenommen und ihre Auswertung dann in brauchbare Formeln gebracht werden. Auch auf diesem praktischen Wege ist schon viel geleistet worden; mit eisernem Fleiß hat mancher Wissenschaftler schon reiches Versuchsmaterial zusammengetragen und ausgewertet. Aber — bisher alles umsonst, weil die verwendeten Apparate nicht für die dynamischen Messungen geeignet waren und die Messungsergebnisse deshalb unzuverlässig und falsch sind. Man hat sich daher erst neuerdings damit befaßt, die Eigenschaften eines für solche Zwecke brauchbaren Apparates festzulegen, und diese den Ausschreibungsbedingungen<sup>1)</sup> für den Wettbewerb zugrunde gelegt. Die geforderten Bedingungen müssen erfüllt sein, sonst ist der Apparat für den vorliegenden Zweck nicht geeignet. Daß die Erfüllung der Bedingungen schwierig ist, ist jedem Fachmann klar, dafür winken aber auch als Preise ansehnliche Beträge:

Spannungsmesser	Schwingungsmesser
1. Preis 8000 R.-M.	7000 R.-M.
2. Preis 6000 R.-M.	5000 R.-M.
3. Preis 4000 R.-M.	3000 R.-M.

Hülse Kamp.

Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband E. V.  
Am Freitag, den 4. Dezember d. J., nachm. 5 Uhr, werden im großen Saale des Ingenieurhauses, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Straße 27 (früher Sommerstraße 4a) folgende Vorträge gehalten: Regierungsbaurat Arp, Wesermünde, über „Erweiterung des Geestemünder Hafens“; Regierungsbaurat Wittmer, Neuruppin, über „Die Kultivierung des Rhinluchs“.

Vollendung des 2. Kanalabstiegs am Mittellandkanal bei Minden.  
Nach einer Bauzeit von 3½ Jahren ist der zweite Abstieg des Mittellandkanals zur Weser bei Minden (Südabstieg) dem Verkehr übergeben worden. Durch ihn wird der Verkehr zwischen Kanal und Weser, der bisher allein auf die auf dem westlichen Weserufer angelegte Schachtschleuse (Nordabstieg) angewiesen war, im Falle einer Betriebsstörung an der Schachtschleuse aufrechterhalten. Auch hat eine Sperrung der Brücke, auf der der Kanal die Weser überquert, eine Unterbrechung der durchgehenden Schifffahrt auf dem Kanal nicht mehr zur Folge, da die Schiffe durch die Schachtschleuse nach der Weser absteigen und auf dem Wege über den zweiten Abstieg wieder nach dem Kanal aufsteigen können. Der zweite Abstieg besteht aus einer schon früher angelegten Schleuse von rd. 6 m Gefälle, die den Zugang vom Kanal zu dem auf etwa halber Höhe zwischen Kanalspiegel und Weser liegenden Industriehafen der Stadt Minden vermittelt, einem rd. 800 m langen Verbindungskanal zwischen Industriehafen und Weser, sowie einer Schleuse von rd. 7,5 m Gefälle am unteren Ende des Verbindungskanals. Die Nutzlänge der neuen Schleuse beträgt 85 m, ihre Weite 12,5 m, so daß auch die breitesten Weserraddampfer den Industriehafen erreichen können. Durch zwei offene Sparbecken wird der Wasserverbrauch der neuen Schleuse auf ungefähr die Hälfte verringert. Ein längerer Probetrieb hat die Betriebsfähigkeit der Anlage ergeben.

Ein Reichsministerium für Technik und Verkehr bildet den Gegenstand einer vom 10. Oktober 1925 datierten Eingabe des Reichsbundes Deutscher Technik E. V. an den Reichstag. Mit dieser Eingabe wird eine im Verfolg des Antrages des 5. Ausschusses (Reichshaushalt) vom 7. Februar 1925 (Drucksache Nr. 504) von dem Reichsbunde ausgearbeitete Zusammenstellung der Arbeitsgebiete eines solchen Ministeriums mit ausführlicher Begründung dem Reichstage überreicht. Bei der großen Bedeutung des Vorschlages für die gesamte deutsche Technik geben wir nachfolgend jene Zusammenstellung wieder, verweisen aber bezüglich der Angabe der zurzeit zuständigen Zentralbehörden sowie wegen der Begründung auf die Eingabe selbst. Dem vorgeschlagenen neuen Ministerium und seinen nachgeordneten Behörden würden unter Zugrundelegung des Haushalts 1924 zusammen 4223 Beamte und Hilfskräfte zuzuführen sein. Arbeitsgebiete eines Reichsministeriums für Technik und Verkehr.

#### I. Reichsministerium.

##### A. Reichsbauverwaltung.

1. Bauverwaltung im Bereich der Landesfinanzämter.
2. Bauverwaltung in der Reichsvermögensverwaltung.
3. Unterkunft der Reichsbehörden, Unterhaltung der Dienstgebäude.
4. Wohnungs- und Siedlungswesen, Förderung der Moorkultur usw.
5. Kriegergräber.
6. Nationaldenkmäler.

<sup>1)</sup> Zu beziehen durch das Eisenbahnzentralamt Berlin.

7. Verdingungswesen.
  8. Reichsverdingungsausschuß.
  9. Baustatistik und Plankammer.
  10. Privatchitekten- und Wettbewerbsangelegenheiten, Regelung der Gebührenfragen und Ähnliches.
  11. Bautechnische Sonderfragen.
  12. Normungsfragen.
  13. Personal- und Verwaltungsangelegenheiten der nachgeordneten Bauämter (vergl. II. Nachgeordnete Behörden).
- B. Eisenbahnwesen einschl. Eisenbahnverkehr.
1. Aufsicht über die Reichsbahn.
  2. Verwaltung des mobilen und immobilien Eisenbahnvermögens des Reiches.
  3. Aufsicht über die Privateisenbahnen-Unterstützung aus öffentlichen Mitteln.
  4. Konzessionswesen.
  5. Betriebsangelegenheiten — Aufsicht, Unfälle, Fahrpläne, Tarife
  6. Bauangelegenheiten — Sicherungswesen, Statistik, Neubau.
  7. Maschinenwesen, Dampfkesselaufsicht (bei den Eisenbahnen — vergl. I. D. 7).
  8. Verdingungswesen.
  9. Landeseisenbahnräte.
  10. Leistungspflicht der Eisenbahn aus Art. 96 der Reichsverfassung.
- C. Reichswasserstraßen und Wasserstraßenverkehr.
1. Ausbau, Aufsicht, Betrieb einschl. Strom- und Schifffahrtspolizei, Schlepperei-, Schiffsgefaß- und Schiffmaschinen-Wesen und Dampfkesselaufsicht bei staatseigenen Fahrzeugen und Anlagen.
  2. Allgemeine wasserwirtschaftliche Fragen einschl. Talsperrenfragen (vergl. D. 3).
  3. Seezeichen und nautisches Nachrichtenwesen einschl. Personal- und Verwaltungsangelegenheiten der Seewarte.
  4. Lotsenwesen und technische Seeschifffahrtsangelegenheiten.
  5. Verkehrsabgaben, Gebühren, Tarifwesen.
  6. Verkehrsaufgaben (Beobachtung, Wartung und Regelung des Verkehrs).
  7. Verdingungswesen (Preis-, Lohn- und Wirtschaftsstatistik).
  8. Wasserstraßenbeiräte.
  9. Technische Neuheiten einschl. Baustoff-Überwachung und Prüfung.
  10. Hochwasserschutz.
  11. Vermessungswesen und Pegelwesen.
  12. Prüfungswesen der Schiffsbesatzung einschl. des Maschinenpersonals.
  13. Ingenieurtechnische Angelegenheiten des Auslandes.
  14. Internationalisierung der Ströme.
  15. Personal- und Verwaltungsangelegenheiten der nachgeordneten Wasserbaubehörden und Dienststellen (vergl. II. C).
- D. Energiewirtschaft.
1. Allgemeine Energiewirtschaft, insbesondere Gesetzgebung.
  2. Maß- und Gewichtswesen.
  3. Ausnutzung der Wasserkräfte.
  4. Elektrizitätswirtschaft des Reiches.
  5. Elektrotechnische und maschinentechnische Angelegenheiten einschl. Neuerungen und Erfindungen.
  6. Soweit das Reich zuständig ist: Dampfkesselaufsicht, Prüfung von Druckgefäßen für Gas, Luft und dgl. (soweit nicht B. Eisenbahnwesen und C. Wasserstraßen zuständig), Prüfung von Motoren und Überwachung des Bedienungs- und Überwachungspersonals solcher Anlagen.
  7. Zulassung, Überwachung, Regelung und Unterstützung öffentlicher Elektrizitätsunternehmen.
- E. Kraft- und Luftfahrwesen einschl. Verkehr.
1. Überwachung, Regelung und Sicherung des Kraftwagenverkehrs einschl. Überwachung des Baues und Betriebes der Fahrzeuge und Motoren.
  2. Zulassung und Unterstützung von Kraftfahrunternehmen.
  3. Motorrad- und Radfahrverkehr einschl. Überwachung des Baues und Betriebes der Fahrzeuge und Motoren.
  4. Tarife und Abgaben sowie Statistik im Kraftfahrverkehr.
  5. Neuordnung, Typisierung, Prüfung und Weiterentwicklung der Kraftfahrzeuge und Motoren.
  6. Kraftwagenstraßen.
  7. Überwachung, Regelung und Sicherung des Luftverkehrs einschl. Überwachung des Baues und Betriebes der Fahrzeuge.
  8. Zulassung und Unterstützung von Luftfahrtunternehmen.
  9. Tarife, Abgaben, Statistik im Luftfahrwesen.
  10. Normung, Typisierung, Prüfung, Weiterentwicklung im Luftfahrwesen.
  11. Meteorologie, Bordinstrumente.



12. Nachrichtensammelstelle für Kraftwagen- und Luftverkehr, Verbindung mit anderen Verkehrsmitteln.
  13. Betriebsstofffragen.
  14. Ausbildungswesen des Personals.
- F. Landesvermessung.
1. Beirat für Vermessungswesen (Einheitliche Behandlung der technisch-wissenschaftlichen und praktischen Fragen des Vermessungswesens).
  2. Landesgrenzangelegenheiten.
  3. Landesaufnahme: a) Triangulation, b) Hauptnivellement, c) Landestopographie, d) Photogrammetrie zur Herstellung der Reichskarten, e) Landeskartographie, f) Landesgrenzstelle, g) Reproduktion und Vervielfältigung der Reichskarten.
  4. Personal- und Verwaltungsangelegenheiten des Reichsamtes für Landesaufnahme (vgl. II. F.).
- G. Gewerblicher Rechtsschutz.
1. Allgemeine Angelegenheiten des Patent-, Muster-, Zeichen- und Markenwesens u. d. unlauteren Wettbewerbs, Internat. Verträge.
  2. Allgemeine Angelegenheiten betr. Patent- und Gebrauchsmuster-Verletzungen, Widerrechtliche Benutzung von Warenzeichen.
  3. Personal- und Verwaltungsangelegenheiten des Reichspatentamtes. (vgl. II. nachgeordnete Behörden).
- H. Allgemeine Personal- und Verwaltungsangelegenheiten der technisch-wissenschaftlichen Reichsanstalten.
- Physikalisch-Technische und Chemisch-Technische Reichsanstalt (vgl. II. nachgeordnete Behörden).
- J. Mitbearbeitung aller sonstigen technischen Angelegenheiten der anderen Ministerien.
- (Ausstellungswesen, Gewerbeaufsicht, Ausbildungs- und Prüfungswesen für techn. Reichsbeamte, Reichsbetriebe usw.)
- K. Allgemeine Haushalts-, Verwaltungs- und Personalangelegenheiten des Ministeriums.

II. Nachgeordnete Behörden.

- Zu A. Reichsbauverwaltung.
- Die Baugruppen bei den Landesfinanzämtern (z. Z. 26) mit den nachgeordneten Reichsbauämtern (z. Z. 77) und den jeweils erforderlichen Reichsneubauämtern (z. Z. 5), ferner die Bauabteilung bei der Reichsvermögensverwaltung in Koblenz mit den nachgeordneten Ortsdienststellen (z. Z. 21).
- Zu C. Reichswasserstraßen und Wasserstraßenverkehr.
1. Reichskanalbauamt in Kiel.
  2. Neckarbaudirektion in Stuttgart.
  3. Ems-Jade-Kanal.
  4. Reichs-Wasserschutz (über das ganze Reich verteilt).
  5. Seezeichenverwaltung.
  6. Deutsche Seewarte in Hamburg.
  7. Technische Kommission für Seeschifffahrt in Berlin.
  8. Reichsschiffahrts-Vermessungsamt in Berlin.
  9. Reichsprüfungsinspektoren (in Berlin und Bremen).
  10. Reichsoberseeamt in Berlin.
  11. Reichskommissare bei den Seeämtern.
- Zu F. Landesvermessung.
- Reichsamt für Landesaufnahme a) Wissenschaftlicher Teil, b) Reichskartenstelle.
- Zu G. Gewerblicher Rechtsschutz. Reichspatentamt.
- Zu H. Technisch-Wissenschaftliche Reichsanstalten.
1. Physikalisch-Technische Reichsanstalt.
  2. Chemisch-Technische Reichsanstalt.
  3. Reichszentrale für Erdbebenforschung.

Die Brückensäule auf der Kölner Messe. Die Rheinisch-Westfälische Zement-Verkaufsstelle G. m. b. H. in Bochum hatte sich anlässlich der Kölner Herbstmesse die Aufgabe gestellt, der Öffentlichkeit die bekannten Vorzüge der von ihr vertretenen „hochwertigen Portland-Zemente“ an einem Ausführungsbeispiel sinnfällig vor Augen zu führen. Gleichzeitig lag ihr daran, sich als maßgebender Verkaufsorganisation der Portland-Zementindustrie einen Ausdruck würdiger Repräsentation zu schaffen. Zu diesem Zweck wurden die Architekten Wahl & Rödel, Essen-Köln, mit der Entwurfsbearbeitung einer für das Kölner Messegelände bestimmten monumentalen Brückensäule betraut. Wegen der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit mußte die Bauausführung, einschließlich

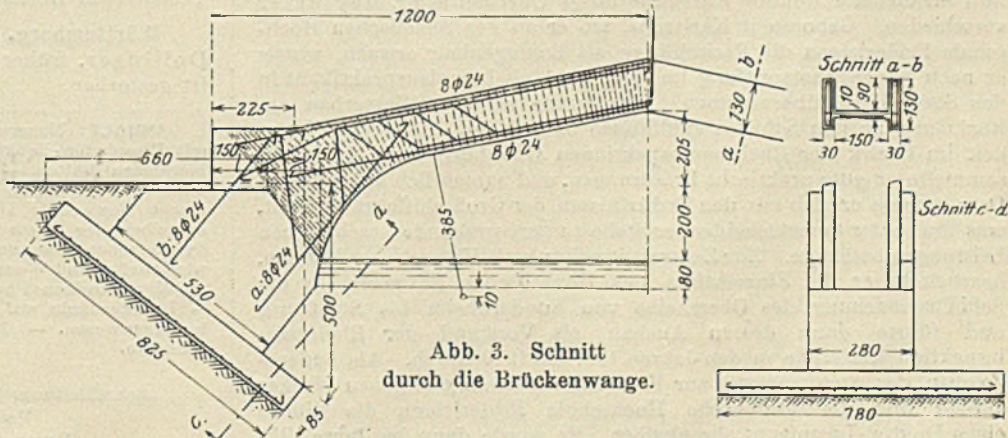
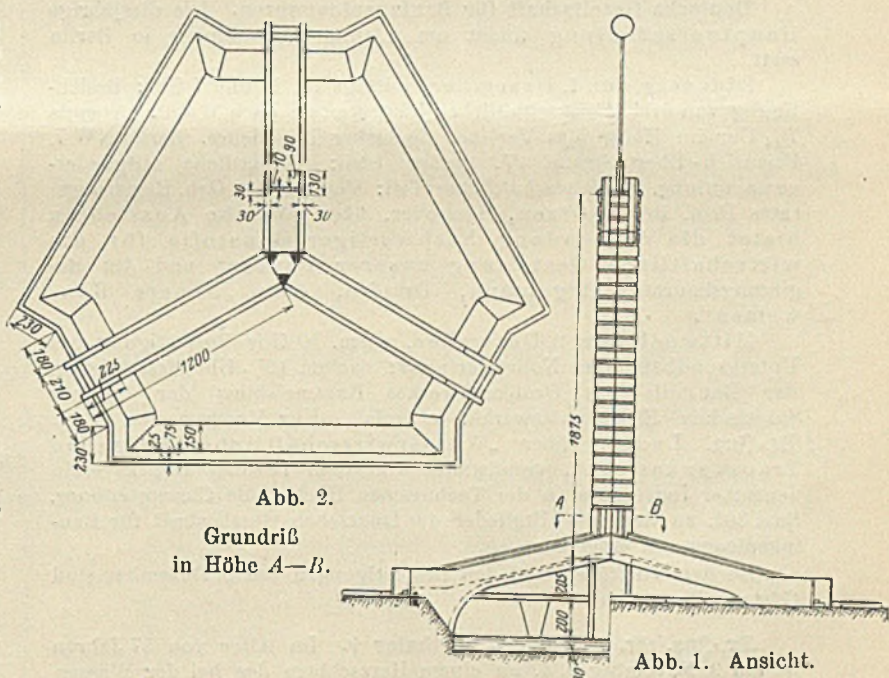
der Vorbereitungs- und Erdarbeiten, der gesamten Betonarbeiten an den Fundamenten, der Aufstellung der Schalung, des Einbringens der Eisenbewehrung und einschließlich des Stampfens, bezw. der Gießarbeit (plastischer Beton), auf eine Frist von nur elf Arbeitstagen zusammengedrängt werden. An einzelnen Stellen wurde der Bau bereits drei Tage nach Einbringung des Mischgutes ausgeschalt.

Namhafte Betongroßfirmen hatten wegen der knappen Ausführungsfrist die Übernahme der Bauausführung abgelehnt. Der Firma Heinrich Stöcker in Köln-Mülheim gelang es indessen, den Turm in einer so kurzen Frist pünktlich fertigzustellen. Dabei mußte an zeitraubenden Zwischenfällen in Kauf genommen werden, daß auf der Baustelle lagernde Stapel von insgesamt 700 t Moniereisen zunächst fortzuräumen waren und daß die Gründungsarbeiten infolge des unzuverlässigen Baugrundes umfangreicher wurden, als ursprünglich anzunehmen war.

Das in Abb. 1 bis 3 dargestellte Bauwerk bietet besondere Beachtung wegen der Art und Weise der Ausführung, sowie in statischer Beziehung.

Über einem gleichseitigen Dreieck von 25 m Seitenlänge erheben sich im Zuge der Winkelhalbierenden drei Brücken von je 12 m Länge. Aus dem Schnittpunkte der Brücken entwickelt sich, in den Abmessungen auf das äußerste beschränkt, eine senkrecht emporsteigende dreikantige Säule, die im Innern durch Steigeisen besteigbar ist. Auf ihrer Spitze reckt sich eine Stange empor, die als Bekrönung des ganzen Werkes das Wahrzeichen der Zement-Verkaufsstelle, Bochum, trägt. Die Gesamthöhe des Bauwerkes beträgt bis zur Spitze rd. 35 m.

Statisch betrachtet stellt das Bauwerk eine räumliche Rahmenkonstruktion dar, auf die der obere Turmteil aufgesetzt ist. Bemerkenswert ist der flache Stich dieses Rahmens; bei einer Stützlänge von 25 m beträgt die Scheitelhöhe nur 3,1 m. Derartige Konstruktionen erzeugen einen großen wagerechten Schub. Im vorliegenden Falle beträgt dieser 180 t bei einer lotrechten Stützkraft von 60 t. Die von der Eisenbetonkonstruktion aufzunehmenden Biegemomente betragen bis zu 200 000 mkg. Bei dem gewählten Betonquerschnitt entspricht dies einer Materialbeanspruchung von 60 kg/cm<sup>2</sup>.





Bei der statischen Berechnung des räumlichen Fachwerkes wurde ausgegangen von dem statisch bestimmt gedachten System, bei dem ein Auflager gelenkig fest und die beiden anderen frei beweglich vorausgesetzt wurden. Die virtuellen Verschiebungen bei den entsprechenden Belastungen wurden festgestellt, ebenso die Verschiebungen infolge  $H = -1$ . Der Schub berechnet sich sodann aus der Gleichsetzung der Verschiebungen. Die Untersuchung erstreckte sich auch auf lotrechte und wagerechte Belastung durch Wind, außerdem auf Wärmegradänderungen von  $+15^\circ$  bis  $-15^\circ$ . Wegen der Bewehrung und der sonstigen baulichen Anordnungen wird auf die Abbildungen verwiesen.

Die Baustelle liegt gegenüber dem Messehof, unmittelbar an der Eisenbahn zwischen der bahnkreuzenden Brücke und dem Gartenhallengelände, gleichzeitig am Fuße der geplanten künftigen, in 75 m Breite über die Bahn sich hinwegspannenden Brücke, die zum neuen Ausstellungsgelände hinüberführen soll. Bei der Ausschachtung ergab sich, daß das Gelände aus etwa 8 m hoch angeschüttetem Boden bestand, ein Umstand, der die Gründung sehr erschwerte und umfangreiche Mehrarbeiten bei der Ausschachtung und bei der Ausbildung der Widerlager nötig machte. Bei einer zulässigen Bodenbeanspruchung von  $0,75 \text{ kg/cm}^2$  mußten unter diesen Umständen 85 cm dicke Fundamentplatten von je  $55 \text{ m}^2$  Grundfläche schräg in der Erde liegend angebracht werden, so daß die Kämpferdrucklinie senkrecht zur Sohlenfuge liegt.

Das ganze Bauwerk ist in gehobelter Schalung ausgeführt, so daß sich irgendwelches Nacharbeiten erübrigt. Der im Entwurf unter dem Denkmal vorgesehene Weiher, der das Bauwerk als Ganzes widerspiegeln soll, wird erst gelegentlich einer späteren Messe fertiggestellt werden.

Die Baupolizei hatte die Bedingung gestellt, daß die unteren Böden erst dann ausgeschalt werden dürften, wenn die aus demselben Material laufend hergestellten Betonprobewürfel eine hinreichende Festigkeit aufwiesen. Die Druckproben ergaben schon nach drei Tagen Erhärtungszeit Festigkeitszahlen, die in gewöhnlichem Zement hergestellte Probewürfel erst nach 28 Tagen zeigen.

**Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen.** Die diesjährige Hauptversammlung findet am 1. und 2. Dezember in Berlin statt.

Dienstag den 1. Dezember, mittags 11, 12 und 1 Uhr: Besichtigung von drei wissenschaftlichen Instituten (je nach Wahl). Abends  $7\frac{1}{4}$  Uhr im Hause des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Straße 27, großer Saal: Ordentliche Mitgliederversammlung. Wissenschaftlicher Teil: Vortrag des Geh. Regierungsrates Prof. Robert Otzen, Hannover, über „Welche Aussichten bietet die Verwendung hochwertiger Baustoffe für die wirtschaftliche Gestaltung unserer Bauten“ und des Regierungsbaurats Stegemann, Dresden, über „Neuere Bauweisen“.

Mittwoch den 2. Dezember, vorm. 10 Uhr Besichtigung des Untergrundbahnhofes Nollendorfplatz; nachm.  $12\frac{1}{2}$  Uhr Besichtigung der Baustelle des Großkraftwerkes Rummelsburg der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke; abends 8 Uhr Vortrag von Prof. Dr.-Ing. Ludin, über „Wasserwirtschaftliche Aufgaben Transkaukasiens“, veranstaltet von dem Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure in der Technischen Hochschule Charlottenburg, Saal 301, zu dem die Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen eingeladen sind.

Zu den Vorträgen und den Besichtigungen am 2. Dezember sind Gäste willkommen.

**Dr.-Ing. e. h. r. Friedrich Meythaler †.** Im Alter von 57 Jahren ist am 9. November d. J. an einem Herzschlage der bei der Wasser- und Straßenbaudirektion Karlsruhe tätige Oberbaurat Fr. Meythaler verschieden. Geboren in Karlsruhe, wo er an der Technischen Hochschule Fridericiana die Fachbildung als Bauingenieur erwarb, wurde er nach seiner Staatsprüfung im Jahre 1891 als Ingenieurpraktikant in den Staatsdienst übernommen. Hier wurde er beim Wasserbau am Rhein und an den Schwarzwaldflüssen beschäftigt. Bei seiner Tätigkeit im Bezirk der Rheinbauinspektionen Offenburg und Mannheim sammelte er gute praktische Erfahrungen, und namentlich an letzterem Orte machte er sich mit den Bedürfnissen der Großschiffahrt vertraut, was ihn später an entscheidender Stelle zu hervorragenden technischen Leistungen befähigte. Zur Zentralverwaltung als Hilfsarbeiter berufen, bearbeitete er die Einzelheiten des Honsellschen Entwurfs für die Schiffbarmachung des Oberrheins von Sondernheim bis Straßburg und führte dann dessen Ausbau als Vorstand der Rheinbauinspektion Karlsruhe in den Jahren 1907 bis 1912 durch. Als äußeres Zeichen der Anerkennung zur Krönung des wohl gelungenen Werkes verlieh ihm die Technische Hochschule Fridericiana die Würde eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber. Er wurde dann im Jahre 1919

Mitglied der Oberdirektion des Wasser- und Straßenbaues und übernahm anfangs das Resipiat über die im staatlichen Flußbau befindlichen Schwarzwaldflüsse, später neben der Stelle des Vorstandes des mit dem Wasserbau eng verbundenen Bureaus für Hydrographie das wichtige Gebiet der Ausnutzung der Wasserkräfte des badischen Landes. Er wirkte ausschlaggebend mit bei dem Ausbau des Murgwerkes und war dann der sachverständige Berater der später für den Betrieb gegründeten Aktiengesellschaft des Badenwerks, dessen Leitung er als Aufsichtsratsmitglied angehörte. Seine letzte Aufgabe, die Lösung der Frage der Donauversinkung bei Immendingen, des hier anhängigen Streitfalles zwischen Württemberg und Baden, konnte er leider nicht mehr zum guten Ende führen. Allzufrüh ist der einfache, bescheidene Mensch seinem Beruf, der freundliche, lebenswürdige Genosse seinen Freunden und Fachgenossen und der treusorgende Familienvater seinen Angehörigen entrissen worden. Ein treues Gedenken sichern ihm seine Werke. Cassinone.

### Personalnachrichten.

**Baden.** Der Baurat Friedrich Honikel beim Neckarbauamt in Heidelberg ist zum Vorstand des Kulturbauamts daselbst ernannt worden.

Versetzt sind: die Bauräte Karl Ketterer, Heidelberg, zum Wasser- und Straßenbauamt in Achern und Max Wunderlin, Waldshut, zum Wasser- und Straßenbauamt in Lörrach.

Der Oberbaurat Dr.-Ing. e. h. r. Friedrich Meythaler in Karlsruhe, Mitglied der Wasser- und Straßenbaudirektion, ist gestorben.

**Bayern.** In etatsmäßiger Eigenschaft ernannt: der Regierungsbaurat 1. Klasse bei der Regierung von Mittelfranken Friedrich v. Kramer zum Oberbauamt und Vorstand des Landbauamts Augsburg; — der Bauassessor bei der Regierung in Mittelfranken Günther Vollnhals zum Bauamt beim Landbauamt Landshut.

In etatsmäßiger Eigenschaft befördert: der Bauamtman beim Landbauamt Landshut Franz Schneider zum Regierungsbaurat 1. Klasse bei der Regierung von Mittelfranken; — der mit dem Titel und Rang eines Oberregierungsbaurats ausgestattete Oberbauamtman und Vorstand des Landbauamts Eichstätt Wilhelm Rheinberger zum Oberregierungsbaurat bei diesem Amt; — der mit dem Titel und Rang eines Oberbauamtman ausgestattete Bauamtman beim Landbauamt Eichstätt Konrad Voit zum Regierungsbaurat 1. Klasse bei diesem Amt.

**Preußen.** Versetzt sind: die Regierungs- und Bauräte (W.) Kees von Schwedt a. d. Oder an die Kanalbauabteilung in Essen und Gronewald von Essen an die Regierung in Aurich; — die Regierungsbauräte (W.) Kuwert von Königsberg i. Pr. an das Wasserbauamt in Münster i. Westf. als Vorstand und Werner von Aurich an das Kanalbauamt in Wesel als Vorstand; — die Regierungsbaumeister (W.) Jessen von Oebisfelde an das Wasserbauamt in Kiel und Dr.-Ing. Hansen von Meppen an das Wasserbauamt in Oppeln.

Dem Regierungsbaurat (W.) Marizy ist die Vorstandsstelle beim Wasserbauamt in Tangermünde endgültig übertragen worden.

Die Staatsprüfung haben bestanden: die Regierungsbauführer Kurt Fritsch, Gerd Hansen, Karl Hilfer, Friedrich Hörstel und Hans Tockus (Wasser- und Straßenbauamt); — Wilhelm Graf von der Goltz, Hans Hecker (Eisenbahn- und Straßenbauamt).

Der Geheime Baurat Stever, Hannover, früher Oberbaurat bei der Regierung in Hannover, ist gestorben.

**Sachsen.** Der Beigeordnete der Stadt Duisburg und Vorsteher des städtischen Tiefbauamts, Oberbaurat Wilhelm Geißler, ist zum ordentlichen Professor für städtischen Tiefbau, Elemente der Ingenieurwissenschaften und Straßenbau in der Bauingenieurabteilung der Technischen Hochschule Dresden ernannt worden.

**Württemberg.** Der Oberbaudirektor Professor Dr. h. c. Konrad Dollinger, früher Dozent an der Technischen Hochschule Stuttgart, ist gestorben.

**INHALT:** Neuerungen im Landstraßenbau. — Über Luftdruckgründung mit Eisenbeton-Senkasten. (Schluß). — Die Drillungsmomente bei kreuzweise bewehrten Platten. — Vermischtes: — Inhalt von Der Neubau, Halbmonatsschrift für Baukunst, VII. Jahrgang der Zeitschrift Die Volkswohnung. — Technische Hochschule Danzig. — Technische Hochschule Aachen. — Preisanschreiben der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft für die Erlangung eines dynamischen Spannungs- und eines Schwingungsmessers. — Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband E. V. — Vollendung des 2. Kanalabstiegs am Mittellandkanal bei Minden. — Reichsministerium für Technik und Verkehr. — Brückensäule auf der Kölner Messe. — Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen. — Dr.-Ing. e. h. r. Friedrich Meythaler †. — Personalnachrichten.

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