

DIE BAUTECHNIK

10. Jahrgang

BERLIN, 30. September 1932

Heft 43

Alle Rechte vorbehalten.

Die Stahlroststraße.

Eine neue Straßendecke.

Von Prof. Dr.-Ing. F. Brunner, Graz.

Im Gegensatz zu allen anderen Gebieten des Bauwesens zeigt der Straßenbau bis vor wenigen Jahrzehnten eine überraschend langsame Entwicklung. Dies hängt hauptsächlich mit der Entwicklung des Fahrzeugwesens an sich zusammen, die, abgesehen vom Gleisverkehr, ganz auf tierische Antriebskraft (Pferde, Rinder usw.) angewiesen blieb. Die erreichbare Fahrgeschwindigkeit blieb also eng begrenzt, und nur die Radlasten konnten in begrenzten Ausmaßen gesteigert werden (schwere Artillerie, Kesselwagen und ähnliche Spezialwagen). Dem Oberbau entstanden also kaum besondere neue Aufgaben, und alle bisherigen waren mit den bekannten technischen Ausbauten der verschiedenen Schotter- und Steinwürfelpflasterstraßen ohne weiteres zu bewältigen; nur in den größeren Städten versuchte man den technischen Fortschritt zur Erzielung einer weniger Staub entwickelnden, geräuschloseren und glatteren Straßenoberfläche zu fördern (Holzstöckel, Asphalt usw.). In Amerika verlangte der ausgeprägte Wirtschaftssinn bei der Überwindung der Riesenentfernungen in den steinarmen Landstrichen nach einem billigen Oberbau, und so entstehen dort schon gegen Ende des vorigen Jahrhunderts zahlreiche Betonstraßen. Im übrigen beschränkt sich der Fortschritt im Straßenbau (abgesehen von den erforderlichen Kunstbauten) in erster Linie auf die Ermittlung der verkehrstechnisch und wirtschaftlich günstigsten Linienführung. Die Entwicklung des Autowesens war in den ersten Jahren nicht zum geringen Teil durch die gegebenen Straßen behindert. Sie mußte als etwas Sekundäres gegenüber dem Straßenbau selbst zurücktreten.

Im ersten Jahrzehnt unseres Jahrhunderts aber begann der Autogedanke sich mit Macht durchzusetzen, und bereits kurz vor dem Kriege nahm die ganze Umstellung ihren Anfang, die nunmehr die Straße dem Auto unterordnete. Der Krieg brachte die Vollendung des Autosieges, und heute ist es eine Selbstverständlichkeit, daß der Kraftwagen die Linienführung wie die technische Gestaltung der Straße bestimmt.

Der rasenden Entwicklung des Kraftfahrzeugwesens in den beiden Richtungen Geschwindigkeit und Last konnte der Straßenbau bisher nur ungenügend folgen, wengleich die vielen und teilweise erfolgreichen Versuche zur Anpassung des Straßenoberbaues an die neuen Anforderungen durchaus beachtenswert erscheinen. Hierher gehört z. B. die Eisenbetonstraße, die besonders in Amerika in vielfachen Ausführungsarten zu finden ist, ferner die Verwendung von großen Betonplatten, bewehrt und nicht bewehrt, die bemerkenswerten Versuche mit Klinkerstraßen (Holland) usw. Ganz besondere Aufmerksamkeit aber wird heute der Anwendung verschiedener Gesteinsarten in mannigfaltiger Körnung und in den verschiedensten Bindungen (Bitumen usw.) gewidmet. Kaum eine der vielen Ausführungsarten jedoch hat bisher voll befriedigt und sich durchgesetzt, denn während die einen, mehr auf rasche Massenarbeit und mechanisierte Herstellung bedachten Bauweisen ihre Eignung sowie ausreichende Lebensdauer und damit ihre Wirtschaftlichkeit für schweren Verkehr noch lange nicht bewiesen haben, kränken die bewährten schweren Bauweisen (Würfel und Eisenbeton) an ihren, in unserer verarmten Gegenwart gerade für die Überlandstraßen fast unerschwinglichen Baukosten. Natürlich fehlt es nicht an Bestrebungen, den technisch wertvollsten Baustoff unserer Zeit, den Stahl, in den neuzeitlichen Straßenbau einzuführen, vom normalen Eisenbeton ganz abgesehen. Zahlreiche Patente, besonders in Amerika und England, aber auch in den anderen Staaten beweisen dies, doch hat sich noch keine einzige der vielen vorgeschlagenen Stahlbauarten als reif und besonders wertvoll erwiesen, ja, sie sind alle mehr oder weniger sang- und klanglos wieder verschwunden und vergessen. Die Ursache hierzu dürfte wohl darin liegen, daß diese Stahl-Straßenkonstruktionen noch allzusehr in den Bauweisen des älteren herkömmlichen Straßenbaues befangen sind und die Stahlteile entweder nur als tragende und versteifende Elemente oder nur als Oberflächenschutz betrachtet wurden. Die universelle Natur des Stahles ist damit nicht genügend erkannt und ausgenutzt worden, daher mußten solche Versuche an den unzulänglichen Methoden scheitern.

Inwieweit die gegenwärtigen gebräuchlichen Straßenbauarten für starken Lastkraftwagenverkehr versagen müssen, sieht man am besten aus den Bedingungen, denen die neuzeitliche verkehrsreiche Überlandstraße entsprechen soll. Sie sind in der Hauptsache:

1. genügende Elastizität der Decke mit Rücksicht auf Stöße;
2. genügende Festigkeit zur Verteilung großer Einzeldrücke auf eine möglichst große Fläche;
3. Widerstandsfähigkeit der Oberfläche gegen Abnutzung;
4. möglichst glatte Oberfläche zur Schonung der Fahrzeuge, besonders der Karosserien;
5. genügende Reibung an der Oberfläche auch in Gefällstrecken und bei Feuchtigkeit;
6. ausreichend griffige Struktur zur Erzielung vollen Gleitschutzes, also zur Verhinderung des Schleuderns (Schlingerns), auch in Kurven;
7. Anpassung an alle Verkehrslasten und jede Verkehrsdichte;
8. Möglichkeit des raschen Umbaus bestehender Straßen bei geringster Verkehrsstörung;
9. geringste Anlagekosten.
10. größte Dauerhaftigkeit;
11. geringste Unterhaltungskosten.

Eine Straße, die diesen Anforderungen entspricht, wird einerseits den typischen Abnutzungsvorgängen des starken Kraftwagenverkehrs (Wellen-, Schlagloch- und Gleisbildung) widerstehen, andernteils aber auch die Gefahren, denen jede spröde oder auch plastische Decke ausgesetzt ist, nämlich Rissebildung und Verwerfung, überwinden. Die Lösung dieser Aufgabe dürfte der „Arbeitsvereinigung Stahlroststraße, Fohnsdorf, Steiermark“, soweit dies sich nach dem mir vorliegenden Material beurteilen läßt, mit großer Vollkommenheit gelungen sein. Die Studien dieser Gesellschaft standen insofern unter einem glücklichen Zeichen, als von Anbeginn an alle einschlägigen Fachleute, wie Stahlfachmann, Stahlbauingenieur, Schweiß-, Straßenbau- und Verkehrsfachmann, mit ihren Sondererfahrungen zur Verfügung standen, der Grundgedanke aber vom Stahlfachmann ausging.

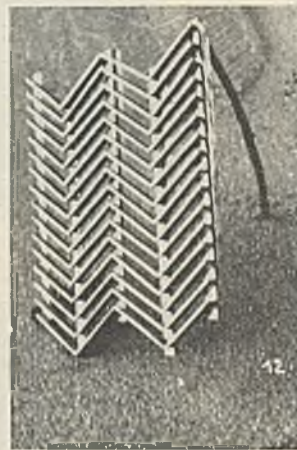


Abb. 1.



Abb. 2.

Die Erfinder nennen ihre neue Bauweise „Stahlroststraße“, weil das System in der Hauptsache aus sich kreuzenden Stahlstäben besteht, die an den Kreuzungspunkten durch Verschweißung miteinander verbunden sind und so einen zusammenhängenden Stahlrost bilden, der die ganze Breite der Straße bedeckt. Abb. 1 zeigt ein solches Rostelement. Es besteht aus parallelen Unterzügen (im vorliegendem Falle Winkelisen), auf die eine größere Anzahl von zickzackförmigen, hochkantgestellten Flacheisen elektrisch aufgeschweißt sind.

Abb. 2 zeigt zwei solcher Rostelemente auf einem Kiesbett ausgelegt, die obere Hälfte ist bereits mit Kies ausgefüllt, so daß die ungefähre Beschaffenheit der Straßenoberfläche zu sehen ist. Der Vorgang des Verlegens ist folgendermaßen gedacht:

a) Auf die vorhandene lose Schotterdecke werden die etwa 3 cm hohen Rostelemente aufgebracht, und zwar die Unterzüge parallel zur Straßenrichtung.

b) Sodann werden die vorstehenden Enden der Rostelemente an den Berührungspunkten miteinander verschweißt oder verschraubt.

c) Dann werden die Zwischenräume mit einer Füllmasse, z. B. Kies (Riesel, Splitt), Bitumenmischung usw., etwa 1 cm bis über Rostoberkante ausgefüllt. Das überstehende Füllmaterial wird durch den Verkehr schon in der ersten Zeit in die Zwischenräume hineingepreßt, wodurch ein

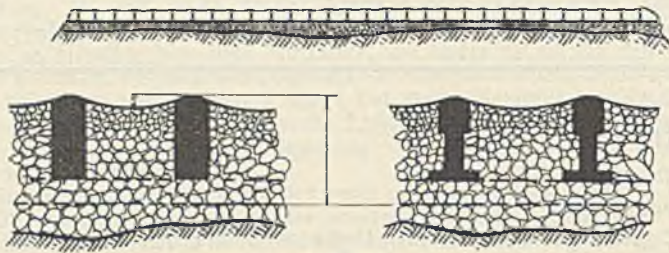


Abb. 3.

dichter, leicht wellenförmiger Abschluß entsteht (Abb. 3). Durch die weitere Abnutzung findet noch ein zusätzliches Einpressen unter die Oberkante der Roststäbe statt, so daß zwischen den letzteren kleine Mulden bis zu 3 mm Tiefe entstehen. Dieser Zustand kann nach den bisherigen Versuchen als stabil angesehen werden. Den Vorgang des Verlegens selbst zeigt Abb. 4. Links im Bilde sieht man den bereits fertig verlegten Teil der Rostdecke, also die Rostelemente montiert und vergossen (ausgefüllt). Die beiden in der Mitte nur in der Umgrenzung dargestellten Rostelemente werden soeben aufgelegt und zusammengeschlossen, die Füllmasse ist in diese noch nicht eingebracht. Der rechte Teil stellt die unberührte alte Straßendecke mit den angedeuteten Schlaglöchern dar.

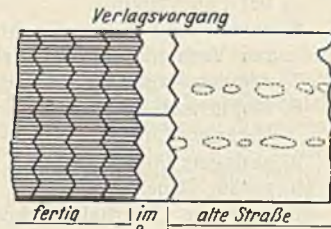


Abb. 4.

Eingehende Versuche wurden zur praktischen Erprobung des Konstruktionsgedankens angestellt. Bei diesen Versuchen wurden absichtlich die ungünstigsten Verhältnisse geschaffen. Sie dienten in erster Linie zur Festsetzung des Druckverteilungsvermögens des Rostes. Es seien nachstehend einige der Versuche kurz beschrieben:

Durchbiegungen ermittelt. Bei einem weiteren gleichartigen Versuch mit einem anderen Element gleicher Abmessung wurde auf jede Ausfüllung des Rostes verzichtet, und die Roststäbe wurden nur an einer Kante mit den Unterzügen verschweißt (Abb. 6). Die Verformung hielt sich in beiden Fällen in ziemlich gleichen Grenzen, ein Kippen der Roststäbe fand nicht statt, irgendwelche Beschädigungen an den 100 Schweißstellen traten nicht auf (Lichtbogenschweißung der „Elin“ AG-Weiz).

Weitere Druckversuche mit Rostelementen (Abb. 7) gleicher Größe und Konstruktion wie oben wurden vorgenommen zur Ermittlung der Formänderungen unter einer in der Mitte wirkenden Einzellast. Des Vergleiches halber wurden zwei verschiedene Formen, nämlich einmal mit parallelen Stäben (Ausbau A-50) und das andere Mal mit wellenförmigen Stäben (Zickzackform Ausbau F-55) geprobt. Die Anordnung der 53 Meßvorrichtungen ist aus Abb. 8 deutlich erkennbar. Die Belastung wurde mittels Hebelapparats und mit Gewichten in einzelnen Laststufen von 200 kg aufwärts bis 1,175 kg bei Form „A-50“ bzw. bis 1,345 kg bei Form „F-55“ im Mittelpunkte auf die nur an den vier Rändern unterstützten, sonst vollkommen frei aufliegenden Roste aufgebracht. Die sehr genauen Messungen ergaben für die größten Lasten die in Abb. 9 und 9a ersichtlichen Durchbiegungsbilder. Mit zwei ebensolchen weiteren Rostelementen wurden dann noch Druckversuche bis zu 6000 kg durchgeführt, wobei aber die Roste vollkommen gleichmäßig von leichter Schotterbettung unterstützt waren. Die letzteren Versuche entsprachen somit ziemlich der Wirklichkeit. Die zugehörigen Druckbilder sind in Abb. 10 und 10a dargestellt. Beide Versuchsreihen zeigen, daß die Auswirkung der Mittel-lasten fast über die ganze Fläche des Versuchsstückes reicht und daß der wellenförmige Rost sich günstiger verhält als der parallele. Da die Durchbiegungen, die an den tiefsten Stellen bis zu 4 mm betragen, nach der Entlastung wieder vollständig zurückgingen, also



Abb. 11.

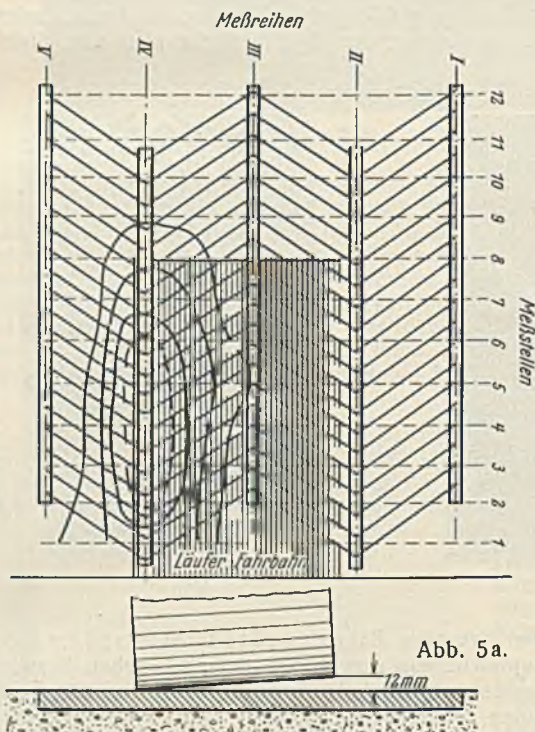


Abb. 5a.

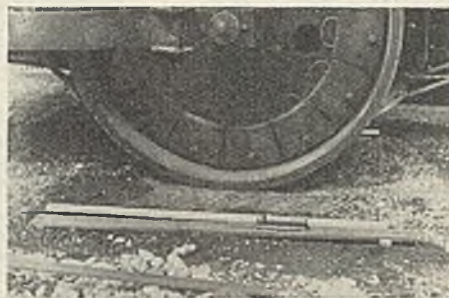


Abb. 5.

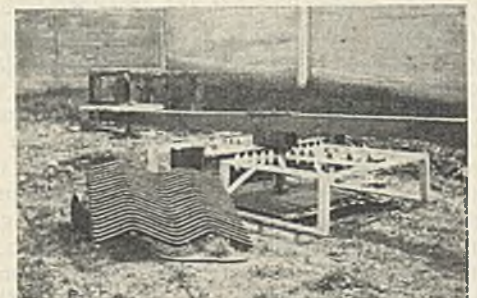


Abb. 7.



Abb. 6.

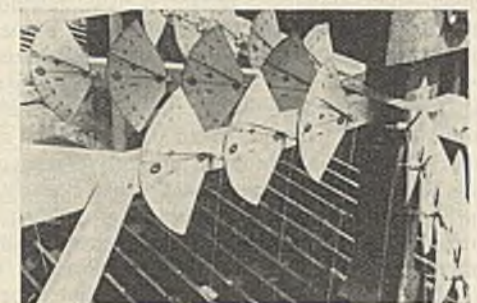


Abb. 8.

Ein Rostelement von 1000 · 1000 mm wurde nach Abheben der oberen 4 bis 5 cm hohen Kieslage und einer etwa gleich hohen, darunter befindlichen Schotterlage auf die leicht geebnete Schicht aufgelegt und an den Rändern mit fünf Bügeln in der Erde befestigt. Das Ausgießen geschah mit Bitumenmischung-Heißeinbau. Die Roststäbe waren Flach-eisen (30 · 8) und die Unterzüge T-Eisen (35 · 35). Die Roststäbe waren an den unteren Ecken mit den T-Eisen durch zwei Kehlnähte verschweißt. Die Erprobung geschah mit Hilfe einer 16-t-Dampfstraßenwalze, deren Hinterräder (Läufer) ein Betriebsgewicht von je 5,4 t hatten. Die Walze fuhr 20mal in der aus Abb. 5 und 5a ersichtlichen Weise über das Versuchstück, so daß eine sehr starke einseitige Kantenpressung entstand. Dabei wurden die gleichfalls in der Abbildung eingetragenen

elastisch waren, darf die Konstruktion statisch als voll befriedigend bezeichnet werden, um so mehr, als die ganzen Versuche durchaus auf die ungünstigsten Wirkungen eingestellt waren und unter ständiger Beaufsichtigung einer fachmännischen Kommission standen.

Hand in Hand mit den vorbeschriebenen Versuchen ging eine rechnerische Ermittlung der Durchbiegungen. Mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten der genauen theoretischen Lösung des höchgradig statisch unbestimmten Systems wurde zur Vereinfachung der Rechnung nur der Rost nach Form „A-50“, also mit parallelen Stäben behandelt. Die Untersuchungen wurden sowohl für den frei aufliegenden Rost wie auch für den gleichförmig elastisch unterstützten Rost durchgeführt. Es wurden hierbei die auf die Unterzüge wirkenden Reaktionen der Roststäbe als

statisch unbestimmte Größen eingeführt und sodann mit Hilfe der Differenzenrechnung die gesuchten Einsenkungen „ ξ “ der Kreuzungspunkte ermittelt und daraus die Spannungen errechnet. Für den elastisch gelagerten Rost wurden die Lagerreaktionen entsprechend mit „ $k \xi$ “ in die Rechnung eingeführt (k = Bettungsziffer). Das Ergebnis der umfangreichen theoretischen Untersuchungen und ihr Vergleich mit dem zugehörigen Ergebnis der ausgeführten Druckversuche zeigt einwandfrei, daß bei einer Einzellast von 5 bis 6 t die Spannungen in den einzelnen Stahlteilen auch bei verhältnismäßig sehr kleinen Bettungsziffern noch innerhalb der zulässigen Grenzen bleiben, und zwar für gewöhnlichen Flußstahl. Es erweist sich also auf versuchstechnischem wie theoretischem Wege, daß der statische Zweck der gewählten Konstruktion voll erreicht wird, nämlich: Elastische Verteilung konzentrierter Lasten auf einen möglichst großen Bereich.

Im Juli 1931 wurde auf der durch den Hauptdurchzugverkehr von Wien nach Klagenfurt—Italien beanspruchten Bundesstraße zwischen Zeltweg u. Knittelfeld (Steiermark) bei km 54 ein Versuchstück von 5 m Länge über die ganze Straßenbreite verlegt. Abb. 11 zeigt die ausgelegte Rostdecke; ein Arbeiter stellt die Schraubenverbindung des zuletzt verlegten Elementes her (bei späterer Ausführung im großen zu schweißen). Der Arbeiter rechts bringt Füllmasse ein. Links ist die alte Straßendecke sichtbar. Abb. 12 gibt ein anschauliches Bild von der Oberflächenstruktur des Rostes, wie auch von der Größe der Stabzwischenräume. Abb. 13 zeigt einen großen Ausschnitt aus der Versuchstrecke. Auf der linken Hälfte werden die Rostelemente verbunden, die rechte Hälfte ist bereits fertig ausgefüllt. Eine Stunde nach dieser Aufnahme war auch die linke Hälfte fertig und dem Verkehr übergeben. Abb. 14 stellt die gleiche Versuchstrecke im jetzigen Zustande dar. Es wurden für diese Strecke verschiedene Ausfüllungsarten gewählt, von denen sich nach den bisherigen Feststellungen am besten Kiesfüllung mit Kaltasphalttränkung bewährt hat. Es bildete sich hierbei eine besonders günstige Oberflächengestaltung und auch eine gute Bindung des Füllmaterials mit den Stahlrippen.

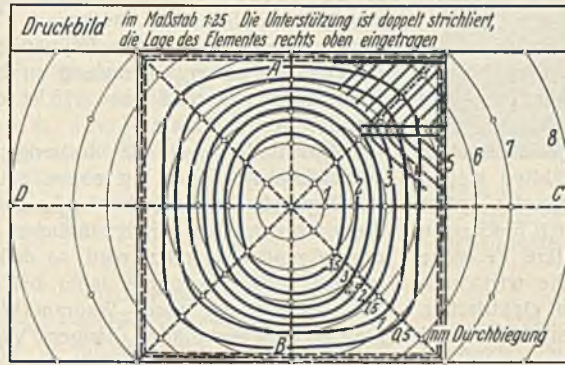
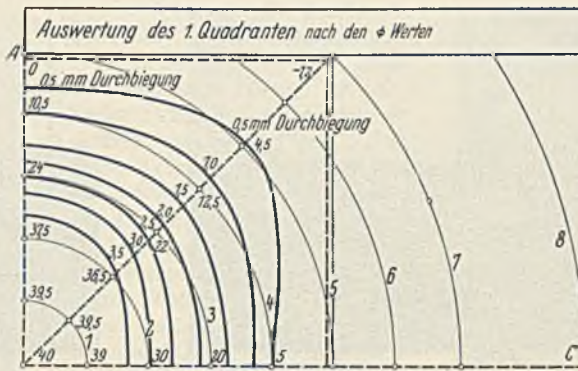


Abb. 9.

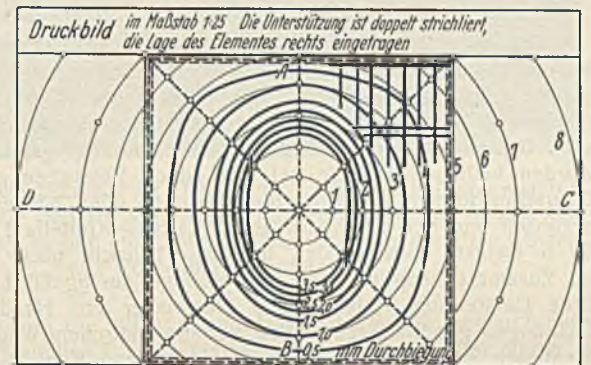
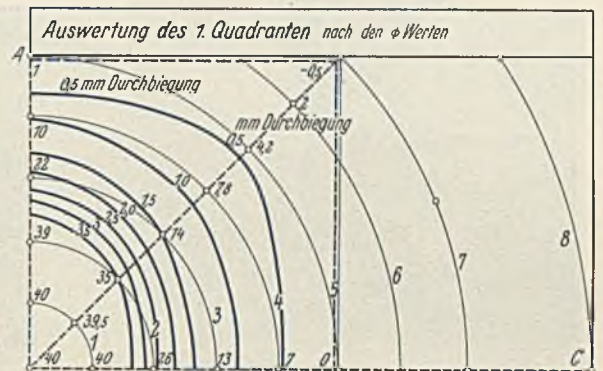


Abb. 9a.

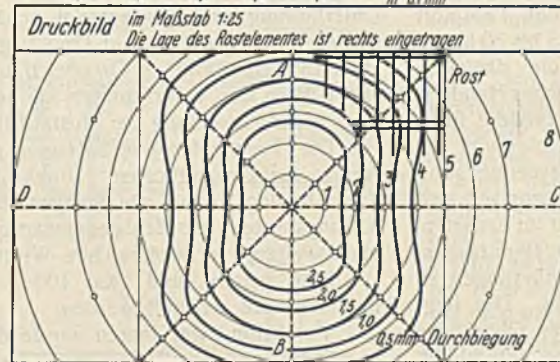
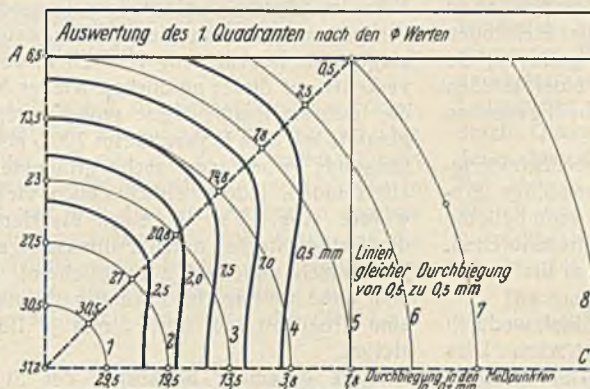


Abb. 10.

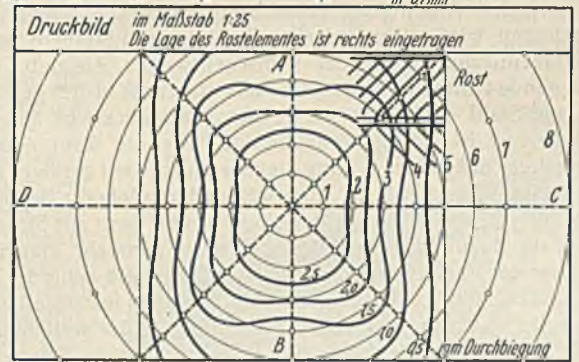
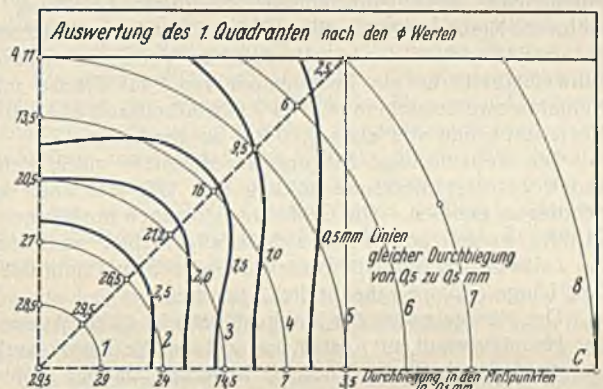


Abb. 10a.

Die schwach wellige Struktur ist beim Passieren mit dem Kraftwagen nicht zu empfinden. Auf dem Versuchsfelde haben sich bei dem stark gemischten Verkehr hinsichtlich keiner Fahrzeugart, auch nicht für die dort passierenden Zugtiere, Anstände ergeben.



Abb. 12.



Abb. 13.



Abb. 14.



Abb. 15.

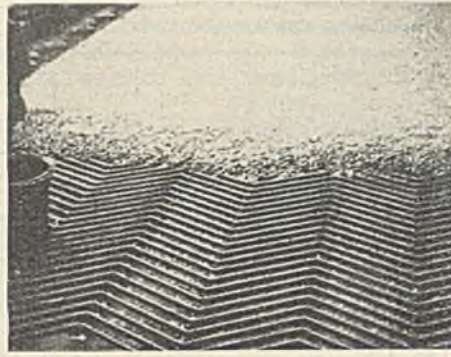


Abb. 16.

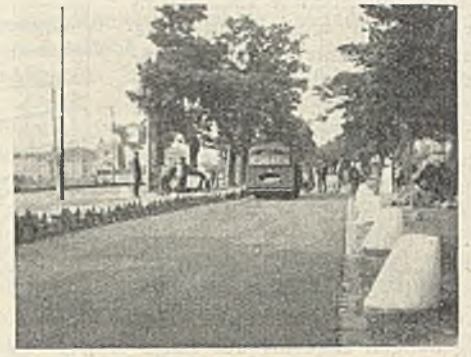


Abb. 17.

Seit der Herstellung dieses Versuchstückes ist unablässig an der Vervollkommnung des Systems weitergearbeitet worden. Dies bezieht sich zunächst auf die Wahl der Stabquerschnitte. Die hochkant gestellten Flacheisen, die sowohl durch die Wellenform wie auch durch die Verschweißung mit den Unterzügen vor jeder Kippgefahr gesichert sind, wurden beibehalten. Die bei den ersten Versuchen gewählten steifen Querschnittformen der Unterzüge (Winkel- oder T-Eisen) wurden später verlassen und bei dem Versuchstück Zeltweg-Knüttelfeld durch Flacheisen 80·5 ersetzt, doch werden in dieser Hinsicht noch weitere Versuche im Zusammenhang mit der Schweißfrage durchgeführt. Die wirtschaftliche Herstellung verlangt, daß die bisher von Hand im elektrischen Lichtbogen geschweißten Stellen auf automatischem Wege mit Hilfe einer für diesen Zweck bereits konstruierten Vielfach-Kontakt-Schweißmaschine verschweißt werden. Nach eingehenden Versuchen, die mit Unterstützung von ersten deutschen Spezialfirmen vorgenommen wurden, ergab sich die Möglichkeit, eine einwandfreie Zweipunktschweißung gleichzeitig an mehreren Kreuzungstellen durch Stromschluß beim Aufsetzen der Elektroden zu erzielen. Nach den diesbezüglichen Versuchen wird es gelingen, die Schweißarbeit für ein Rostelement von 1 m² Fläche mit einer solchen Kontaktschweißmaschine in etwa 3 min Arbeitszeit und mit einem gesamten Kostenaufwande von etwa 0,70 RM zu verrichten.

Die wellenförmige Biegung der Roststäbe macht keinerlei Schwierigkeiten bei der Massenherstellung und läßt sich ohne kostspielige Einrichtungen erzielen. Die Größe der einzelnen Rostelemente kann beliebig gewählt werden und richtet sich im allgemeinen nach den Straßenbreiten. Für Zeltweg-Knüttelfeld wurden die einzelnen Tafeln mit 1 m Breite und 3 m Länge (= 1/2 Straßenbreite) bemessen.

Das Hauptelement der Stahlroststraße ist somit Massenartikel, wodurch der Hauptaufwand an Kosten und Zeit in die Fabrik verlegt wird. Dies ist sozialwirtschaftlich sicher zu begrüßen, da der größte Teil des fluktuierenden Arbeiterelementes von der Straße wieder an den Fabrikort gefesselt wird. Der Bedarf an Stahl, je nach Straßenklasse 15 bis 30 kg/m² Straßenfläche, wäre ein wünschenswerter Auftrieb für die daniederliegende Hüttenindustrie. Als Material wurde bisher gewöhnliches Handels-eisen Stahl „St 00.12“ verwendet. Mit Rücksicht auf die größere Rostsicherheit ist jedoch für zukünftige Fälle die Wahl eines Stahles von besonderer Zusammensetzung, gegebenenfalls mit geringer Kupferbeimengung geplant. Ein 15 bis 20 Jahre währender tadelloser Benutzungszustand und damit geringste Unterhaltungskosten sind dann mit Sicherheit zu erwarten. Es sei dazu noch bemerkt, daß nach nunmehr einjähriger Benutzungsdauer der Versuchstrecke Zeltweg-Knüttelfeld keinerlei Veränderungen an der aus Abb. 14 hervorgehenden Struktur festzustellen sind. Das liegt zweifellos darin, daß nach dem Ausfahren der wellenförmigen Oberfläche die bei vielen Oberbausystemen so gefürchtete Saugwirkung unterbleibt, weil die Berührung der Radreifen nur mit den Roststäben stattfindet. Die Oberflächenstruktur des Stahlrostes und deren Wirkung als Gleitschutz wird sich besonders in Kurvenstrecken günstig auswirken. Die Eigenart des Rostaufbaues und die Herstellung der Verbindungen durch Schweißen ermöglicht in denkbar einfachster Weise die Anpassung der Rostelemente an den betreffenden Krümmungshalbmesser. Es ist dazu nur eine schwach konische Begrenzung des Rostelements in Richtung des Krümmungs-

halbmessers erforderlich. Es genügt ein einziger Kurventyp der Rostelemente in seiner Anwendung auf Straßenkrümmungen von 40 bis 175 m Halbmesser, während über 175 m die normalen Rechteckelemente verwendet werden können.

Das Endergebnis der bisherigen Studien war ein Rostelement mit Roststäben von 26·6 mit einem Gewicht von 30 kg/m² Stahl; es wurde mit Type „F-30“ bezeichnet. Es hat sich schon jetzt herausgestellt, daß diese Konstruktion für den üblichen Schwerverkehr in ihrer Tragfähigkeit ungenügend ausgenutzt wird, so daß noch erhebliche Gewichtsparsnisse möglich sind. Es wurde daher bei einem am 22. und 24. Juni d. J. auf der Bundesstraße Wien—Wagram (Wagramer Straße) an der Wiener Stadtgrenze verlegten 30 m langen Versuchstück außer der vorgenannten Type „F-30“ eine Hälfte dieses Versuchfeldes mit Type „F-20“ (d. i. 20 kg/m²) ausgeführt. Die Österreichische Bundesstraßenverwaltung, die sich in dankenswerter Weise trotz der gegenwärtigen wirtschaftlichen Nöte im Hinblick auf die weittragende Bedeutung des neuen Straßensystems zum Bau dieses Versuchstückes entschlossen hat, will durch eingehende Beobachtung feststellen, ob nicht trotz des sehr starken Lastverkehrs auf dieser nördlichen Wiener Ausfallstrecke (5000 t in 24 Stunden) die leichtere Rostbauweise völlig genügt. Interessant ist weiter, daß die gesamte mit dem Einbau dieser 220,5 m² großen Versuchstrecke zusammenhängende Arbeit von sechs größtenteils ungeübten Arbeitern in kaum elf Stunden, jedoch einschließlich vieler Unterbrechungen, fertiggestellt wurde. Abb. 15 u. 16 zeigen die Herstellung der Straße, Abb. 17 zeigt die fertige Straße, deren Füllmasse gerade leicht eingewalzt wird, was jedoch nicht unbedingt nötig erscheint. Auf Grund dieser Ergebnisse kann man ohne weiteres für zukünftige Straßensystemarbeiten nach diesem System eine Arbeitszeit von etwa 5 min je lfdm Straße (6 m Breite) in Aussicht stellen.

Die gesamten Baukosten der Stahlroststraßendecke, einschließlich Unterbettung und Füllmaterial, schätzt die Arbeitsvereinigung im Falle größerer Ausführungen auf Grundlage der gegenwärtigen Verhältnisse zu etwa 15 Schilling/m² in Österreich und zu etwa 7 RM/m² in Deutschland. Die Kosten der vorerwähnten kleinen Versuchstrecke bei Wien betragen trotz Handschweißung der Roste nur 21 Schilling.

Die Transportkosten betragen nur einen verhältnismäßig geringen Anteil der Gesamtkosten. Durch die oben angeführte große Lebensdauer bedingt, kann die Stahlroststraße auch in bezug auf die Unterhaltungskosten mit den gegenwärtig bekannten und besten Ausbauten ohne weiteres in erfolgreichen Wettbewerb treten.

Eine weitere, und zwar 100 m lange Versuchstrecke soll in Kürze in Steiermark errichtet werden.

Vor kaum zwei Jahren wurde die Arbeitsvereinigung Stahlroststraße gegründet, und damit begannen die eigentlichen Studien und Versuchsarbeiten für die neue Straßenidee. Heute liegen bereits beachtliche Ergebnisse der praktischen Bewährung vor, das Interesse maßgebender Straßenbauverwaltungen zeigt sich in der Herstellung größerer Versuchstrecken. Es ist kaum zu bezweifeln, daß diese jüngste Straßenbauart halten wird, was sie bisher versprochen, und in der durch die praktische Anwendung gegebenen weiteren technischen Fortentwicklung sich auch wirtschaftlich bewähren und durchsetzen wird.

Alle Rechte vorbehalten.

Die Verstärkung der Eisenbahnbrücke über die Hotzenplotz in km 14,25 der Strecke Leobschütz—Dt. Rasselwitz.

Von Reichsbahnoberrat Max Roloff, Opehn.

Die Geschichte unseres Bauwerkes, dessen Bild sich auf S. 31 des von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft herausgegebenen Sammelwerkes „Ingenieurbauwerke der Deutschen Reichsbahn“¹⁾ findet, kündigt in knappen Worten die Bronzetafel an seinem Südpfeiler (Abb. 1). Eine

¹⁾ Verkehrswissenschaftliche Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn, Berlin 1928.

eingehende, von packenden Bildern begleitete Schilderung²⁾ vom Unter-gang der einstigen gewölbten Brücke sowie Angaben mit zeichnerischen Darstellungen über die jetzige stählerne Brücke verdanken wir dem damaligen Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor Briegleb, jetzigen Reichsbahnoberrat in Hannover. Die S.-O. liegt hier 17 m über der Talsohle

²⁾ Z. f. Bauwes. 1904, S. 587.



Abb. 1. Bronzetafel am Südpfeiler.

und steigt nach Dt. Rasselwitz hin mit 1:125. Die Brücke (Abb. 2) ist 129,5 m lang. Davon entfallen 120 m auf den Fachwerkträger, der 85 m weit gestützt ist und 2 je 17,5 m lange Kragarme hat, und 9,5 m auf 2 Schleppträger, von denen der eine eine Stützweite von 4, der andere von 5,5 m aufweist. Die Hauptträger der Schleppträger, die aus I 55 bestehen, liegen nach dem Fluß zu auf besonderen Querträgern des Fachwerküberbaues (Abb. 3). Bis vor kurzem waren hier feste Lager, während die beweglichen an den Dämmen angeordnet waren. Eine

genaue Vorstellung dieser beweglichen Lager vermittelt die genannte Abhandlung von Briegleb (vgl. auch Abb. 4): zwei Walzen, darüber die Platte, oben mit einer kalottenförmigen Vertiefung, in diese eine Spindel gestellt, die in einem seitlichen Ansatz des Hauptträgers auf und ab gedreht werden kann und es gestattet, etwaigen Senkungen des Damms zu begegnen. Im März 1930 entdeckten wir, daß die Walzen des von Leobschütz

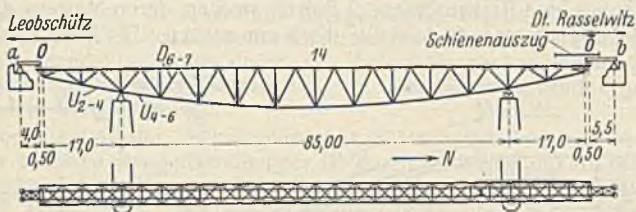


Abb. 2. Übersicht.

gesehenen linken ersten Lagers sich gegen die Senkrechte zum Hauptträger auffallend gedreht hatten, und daß die aufgepreßten Führungsringe nahe daran waren abzufallen. Zum Teil mag das darauf zurückzuführen sein, daß von vornherein im Grundriß die Grundplatte nicht richtig in bezug auf die Kopfplatte verlegt war, daß also von Anfang an gewisse Zwangungen bestanden. Der Hauptgrund lag aber wohl darin, daß die Seitenkräfte — Wind und Schlingerstöße — sich infolge des geringen Gewichtes der Schleppträger sehr ungünstig auf die Führungsringe auswirkten. Dazu kommt dann noch, daß die seitlichen Ausschläge, die die 17,5 m

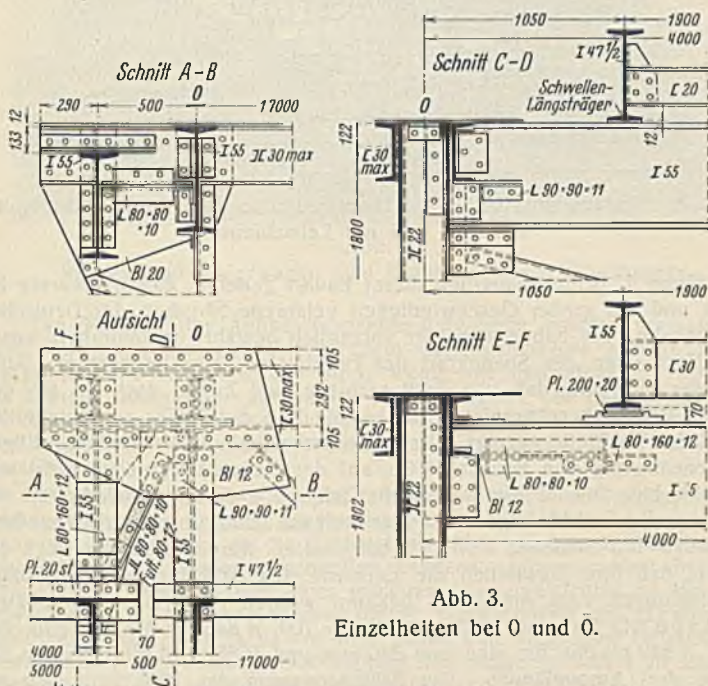


Abb. 3. Einzelheiten bei 0 und 0.

langen Kragenden des Fachwerküberbaues unter dem fahrenden Zug ausführen, den Schlepptägern waagerechte Drehbewegungen aufzwingen, die den Walzen auch zum Nachteil gereichten. Wenn man den Untergurt der Brücke unter einem fahrenden Zuge beobachtete, hatte man den Eindruck, daß die Seitenschwankungen nicht unbeträchtlich sein mußten. So schätzten wir einmal bei einem solchen Zuge, der mehrere Wagen mit unrunder Rädern führte und dessen letzter Wagen sehr stark schlingerte, daß Punkt 14 unten aus seiner Ruhelage bis zu 25 mm nach der einen und ebensoviel nach der anderen Seite gependelt sein mußte. Die ein-

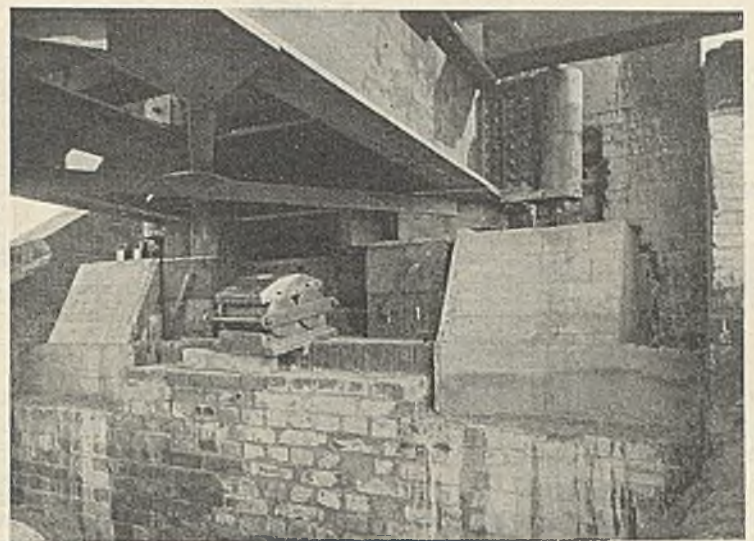


Abb. 4. Der Schlepptäger ist abgefangen. Die neuen Auflagersteine — zunächst ohne den sie verbindenden Eisenbetonbalken — mit den neuen festen Lagern sind eingebaut. Im Vordergrund die alten Walzen mit Kopf- und Grundplatte.

fachen Vorrichtungen, die wir uns zum Messen der Schwingungen schufen, versagten bei Schnellfahrt. Nur einmal gelang es uns, unter einem mit 30 km fahrenden Gz. die Pendelausschläge der unteren Punkte 0, 14 und 0 elnigermaßen einwandfrei zu ermitteln, und zwar zu 9, 18 und 8 mm. Zwischen den für Punkt 14 unten gemessenen 18 mm und den in einem Sonderfall geschätzten 2×25 mm klafft ein großer Unterschied. Wir waren der Meinung, daß die Seltenschleifigkeit des großen Überbaues zu verbessern war. Ein unterer Windverband fehlte. Die Knotenpunkte des Untergurtes waren gegen den Windverband in der Ebene des Obergurtes durch Querverbindungen festgelegt. Diese bestanden, abgeschen von denen über den Pfeilern, nur aus einfachen Winkeln, die zu schwach waren. Bei einigen Querverbindungen war der untere waagerechte Stab, der überall nur aus einem L 80-80-10 bestand, etwas verbogen oder ausgeknickt. Der obere Windverband wurde auch überbeansprucht. Bedauerlich ist, daß der Obergurt der Brücke keine Überhöhung erhalten hat.

Die Aufgabe, die wir uns stellten, war folgende: Einen unteren Windverband einzuziehen, die Querverbindungen und den oberen Windverband zu verstärken, die Vergitterungen von D_{6-7} , U_{2-4} und U_{4-6} zu verbessern, damit der Überbau in allen Teilen dem Lastenzug G genügt, sodann unter den Schlepptägern die Rollenlager bei a und b durch feste und die festen bei 0 und 0 durch Gleitlager zu ersetzen und schließlich bei 0, wo sich ein Bewegungsspiel von 100 mm ausgleicht, einen Schienenauszug einzubauen.

Die Verstärkung mit 39,54 t St 37 haben Beuchelt & Co. in Grünberg i. Schl. zwischen November 1930 und Januar 1931 für 1290 RM/t ausgeführt. Sie bedienten sich dazu dreier Plattformen (Abb. 5), einer am Untergurt aufgehängten, einer unterhalb des Obergurtes und einer an Flaschenzügen hängenden.

Für den Ausbau der Walzen konnten wir die Schlepptäger durch Balkenstapel unter ihrem Endquerträger abfangen (s. Abb. 4). Es galt auch,



Abb. 5. Teilansicht in Richtung Dt. Rasselwitz mit den drei Plattformen.

die kleinen Granitauflegersteine durch größere aus Eisenbeton zu ersetzen. Die Breite der Schwellenstapel gestattete nicht, den neuen Auflagersteinen eine so große Grundfläche zu geben, wie es die Seitenkräfte verlangen. Nach Besetzung der Balkenstapel, d. h. nach Einbau der neuen festen Lager, spannten wir deshalb zwischen je 2 Auflagersteinen einen Eisenbetonbalken (Abb. 6) ein, so daß die drei Bauglieder einen oben offenen Halbrahmen bilden. Zu dem Zweck legten wir in die Eisenbetonkörper der Auflagersteine Rundeisen ein, für deren Ösen in den inneren Schalwänden Aussparungen vorgesehen werden mußten.

der Backenschiene und der Einspannung der Zunge ist sehr gekürzt, Knaggen zur waagerechten Stützung der Schiene sind hier nicht vorhanden. Der Entwurf des RZA arbeitet nur noch mit Schienen S 49. Die dafür gegenüber der Schiene Form 15 erforderliche größere Höhe konnten wir durch Ausarbeiten der Brückenbalken gewinnen. Die Auszugmöglichkeit in der Leitschiene bei Punkt 0 wurde nach Abb. 9 ausgebildet. Den Schienenauszug für die Hotzenplotzbrücke in dieser neuesten Form haben Beuchelt & Co. in ihrer Werkstatt hergestellt.

Es wäre zu wünschen, daß recht bald aus dem RZA heraus in einer Fachzeitschrift die Grundlagen seines Schienenauszuges bekanntgegeben würden.

Beim Anstrich der Verstärkungsteile und Ausbessern des Anstrichs der alten Bauglieder haben die beiden Untersuchungs-wagen, deren Plattformen bis unter den Untergurt herabgelassen werden können und deren Kammern in Abb. 5 zu erkennen sind, gute Dienste geleistet.

Wir wandten auf für die Verstärkung (39,54 t) 53 700, die bauliche Änderung der Widerlager 1400, die Lieferung und den Einbau des

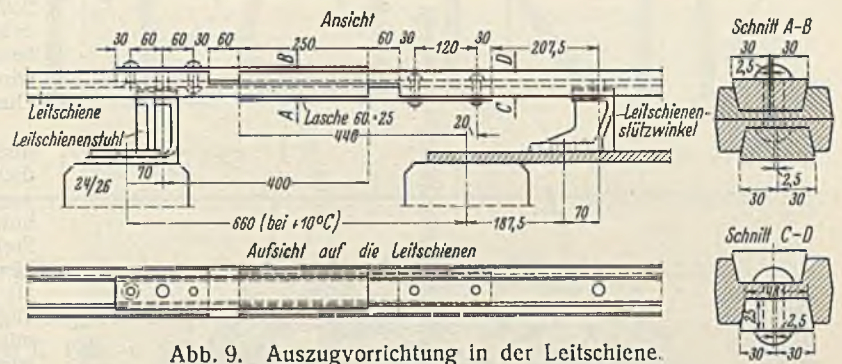


Abb. 9. Auszugvorrichtung in der Leitschiene.

Schienenauszuges 3970, den Anstrich der Verstärkungsteile (533 m²) 623, die Ausbesserung des vorhandenen Anstrichs 1260, den Ersatz des hölzernen Belages der Fahrbahn durch Waffelbleche (120 m²) 8925, zusammen 69 878 RM.

Vermischtes.

Anbau-Raupenbandfahrwerke für Gleisbagger. Mit Rücksicht auf die hohe Wirtschaftlichkeit, die heute die Hauptanforderung an alle Baumaschinen bildet, ist man dazu übergegangen, die bei Baggern bereits bekannten Vorteile des Raupenbandfahrwerkes auch auf die älteren Gleisbagger auszudehnen, die durch die Anbau-Raupenbandfahrwerke (der Lubecker Maschinenbau-Gesellschaft) in einen Raupenbandbagger umgewandelt werden können.

Der Umbau der ursprünglich mit Schienenfahrwerken versehenen Bagger in einen Raupenbandbagger ist durch Änderung der Anschlußteile des vorhandenen Baggergerüsts in den meisten Fällen verhältnismäßig einfach auszuführen. Die Raupenbandfahrwerke, die die Form als Drehgestelle, Pendelraupen oder Unterwagen (Abb. 1) haben können, werden mit den Antriebsteilen als Ganzes an Stelle der Schienenfahrwerke unter die Bagger untergeschoben.

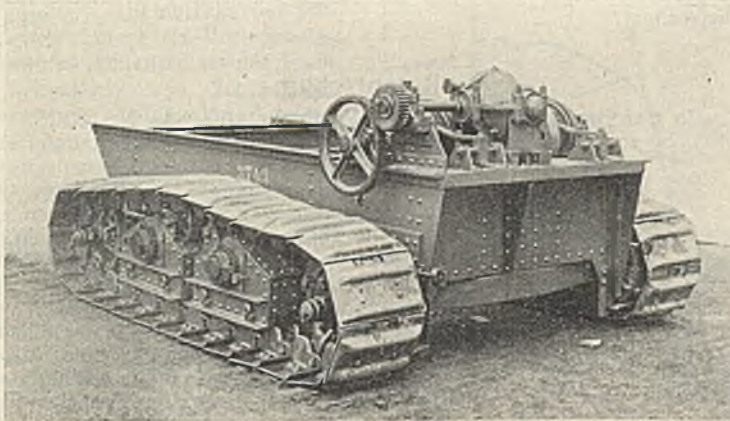


Abb. 1.

Raupenband-Unterwagen zum Einbau in einen Gleisbagger.

Die Formen der Anbau-Raupenbandfahrwerke müssen verschieden sein, da durch die Größe und Form der Gleisbagger entsprechende Raupenbandfahrwerke bedingt sind, wenn mit den einzelnen Raupen als Ganzes infolge der besonderen Abstützungsart der Bagger auf den Fahrwerken eine stets ausgeglichene Belastung vorhanden sein soll. Ein von vornherein als Raupenbandbagger vorgesehenes Gerät erfordert dasselbe.

Bei kleinen, auf zwei Raupen fahrenden Baggern mit geringem Betriebsgewicht und kurzen Raupenbändern ist eine feste Lagerung der Raupenträger möglich, da die Kettenglieder eine genügende Anpassungsfähigkeit an die Bodenunebenheiten besitzen. Überschreitet aber die Länge der Raupen infolge eines größeren Baggengewichtes od. dgl. ein gewisses Maß, so werden zweiraupige Einrichtungen mit Dreipunkt-abstützung nötig (Abb. 2), da nur diese Bauart eine für größere Belastungen erforderliche, gleichmäßige Übertragung des Baggengewichtes in statisch bestimmter Weise auf die Raupenbandfahrwerke gewährleistet. Die Dreipunkt-abstützung bei einem Zweiraupenbagger wird durch eine feste und eine zweite, in senkrechter Richtung pendelnde Raupe erreicht. Da beide Raupenbänder mit ausschaltbarem Antrieb versehen sind, werden die Zweiraupenbagger durch Geschwindigkeitsregelung (Abschalten des Antriebs einer Raupe) gelenkt.

Einer beliebigen Vergrößerung von nur zwei vorhandenen Raupen sind aus Lenkungstechnischen Gründen gewisse Grenzen gesetzt. Bei größeren Baggern vermehrt man daher die Anzahl der Raupen, von denen die eine als Pendelraupe mit senkrechter Bewegungsmöglichkeit, die anderen beiden, hintereinander liegenden aber als Raupendrehgestelle mit

senkrechter und waagerechter Beweglichkeit gebaut sind. Durch eine mechanisch gesteuerte Lenkung werden die Drehgestelle der Fahr-richtung entsprechend eingestellt. Mit Fahr-antrieb werden lediglich die beiden Raupen-drehgestelle versehen, während die Pendel-raupe ohne eigenen Antrieb mitläuft.

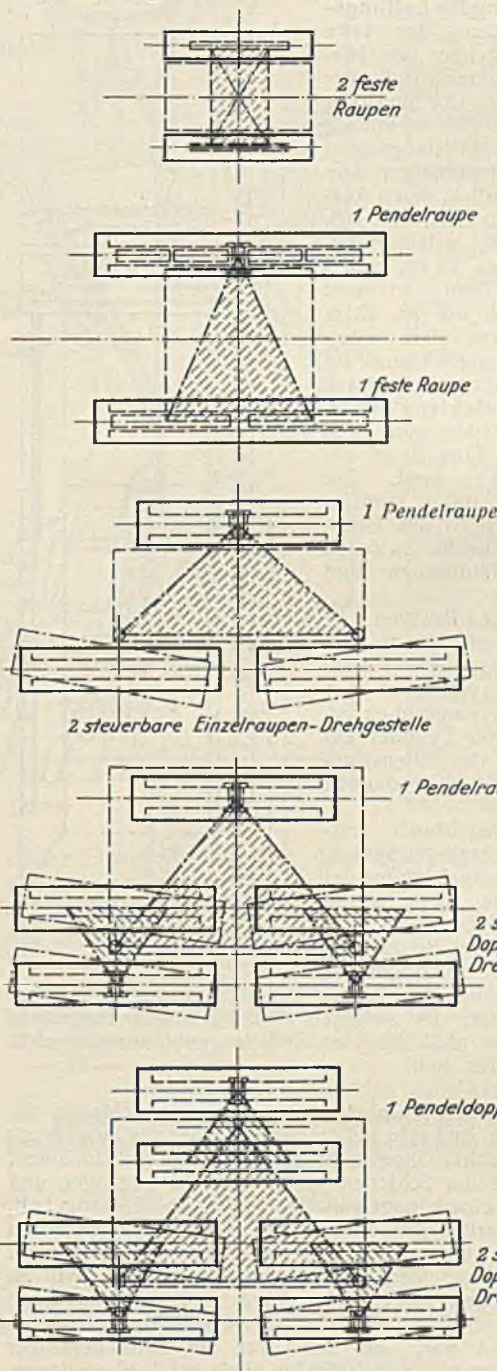


Abb. 2. Schematische Darstellung von Raupenband-fahrwerken für verschiedene Formen und Größen von Baggern.

Wird wegen des zulässigen Bodendruckes eine weitere Vergrößerung der tragenden Raupenflächen nötig, so werden die beiden Raupenbanddrehgestelle anstatt mit einer Raupe mit Doppelraupen ausgerüstet. Die Dreipunkt-abstützung ist dann nicht nur zwischen dem Baggergerüst und den Fahrwerken, sondern auch innerhalb der beiden Doppel-raupendrehgestelle selbst vorhanden, so daß die Raupendreh-gestelle folgende Bewegungen ausführen können: 1. Das ganze Drehgestell kann sich in senkrechter und waagerechter Richtung ver-schieben. 2. Die eine Raupe kann sich in senk-rechter Richtung unabhängig von der anderen und drehbar um einen waagerechten Zapfen den ver-schieden geneigten Laufflächen entsprechend ein-stellen. 3. Die beiden Raupen können verschie-dene Neigungen quer zur Fahr-richtung einneh-men.

Bei den schwersten Baggern wird auch die Pendelraupe unter Wahrung der Dreipunkt-abstützung als Doppelraupe ausgeführt. R.—

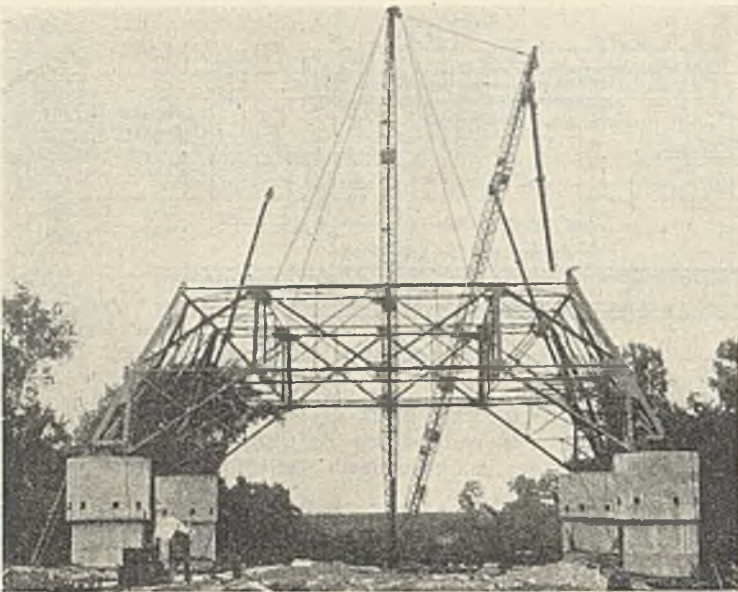


Abb. 1.

Tiefe Brunnengründung für Leitungsmaste. Für die Unterstützung der Maste einer Hochspannungsleitung über den Mississippi, die den Zusammenschluß der Arkansas Power and Light Co. und der Memphis Power and Light Co. vermittelt, waren wegen des schlechten Baugrundes zur Vermeidung von Unterspülungen tiefe Brunnengründungen erforderlich, deren Ausführung in Eng. News-Rec. 1932, Bd. 108, Nr. 19 vom 12. Mai, S. 696, erläutert ist. Die Überquerung liegt etwa 13 km unterhalb der Stadt Memphis, Tenn., an einer Stelle, wo Unterspülungen bis zu 23 m unterhalb der Uferlinie bzw. 10 m unterhalb der Flußsohle für möglich erachtet wurden. Die Leitungsmaste stehen, wie aus Abb. 1 zu erkennen, je auf vier zylindrischen Brunnen aus Eisenbeton von 39 m Gesamthöhe (Abb. 2). Der Fluß ist an der Kreuzungstelle etwa 1100 m breit. Die Ufermaste liegen zwar rd. 100 m landeinwärts, jedoch noch im Bereich des Hochwassers, so daß die Spannweite zwischen den etwa 138 m hohen Stahltürmen rund 1300 m beträgt.

Der Durchmesser der Brunnen ist 3,65 m. Am Grunde sind sie bis zu 7 m Höhe mit Beton ausgefüllt, während oben ein voller Kopf aus Beton von etwa 3 m Höhe und 3,86 m Durchm. vorgesehen ist. Als Belastung ist für die vier Zylinder ein Gewicht von 170 t und als Seitenschub am Kopf eine Kraft von 16 t angenommen worden.

Das Absenken geschah durch Ausbaggern der Sohle und gleichzeitiges Spülen. Das untere, aus einem Doppelstahlmantel von 6 m Höhe bestehende Stück wurde zunächst auf den Boden aufgesetzt und der zylindrische Doppelmantel mit Beton ausgefüllt. Nachdem der untere Teil abgesenkt worden war, wurden nacheinander weitere Rohrschüsse aus Eisenbeton von 3,65 m Höhe aufgesetzt, die zwischen Holzschalungen hergestellt wurden. Bemerkenswert ist, daß die vier Zylinder untereinander nicht durch Betonportale verbunden sind.

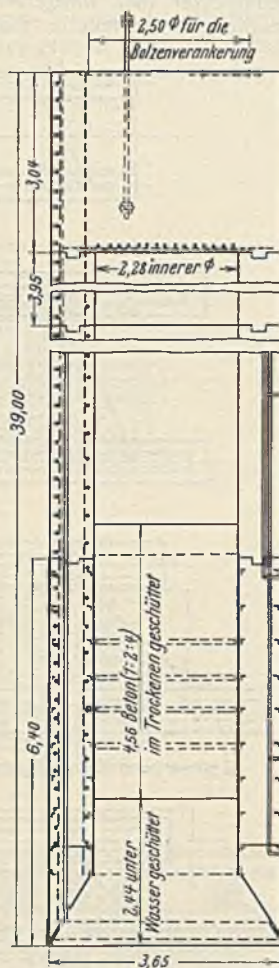


Abb. 2.

Rohrschüsse aus Eisenbeton von 3,65 m Höhe aufgesetzt, die zwischen Holzschalungen hergestellt wurden. Bemerkenswert ist, daß die vier Zylinder untereinander nicht durch Betonportale verbunden sind. — Zs. —

Schienenbrüche in den Vereinigten Staaten. Die Schienen der amerikanischen Eisenbahnen sind sehr hohen Beanspruchungen ausgesetzt; Achslasten von 32 t sind nichts Ungewöhnliches. Um sie aufzunehmen, ist man mit dem Gewichte der Schienen bis zu 76 kg/m gegangen und verwendet einen Stahl mit einem ungewöhnlich hohen Kohlenstoffgehalt, der bis 0,8% geht. Derartige Schienen haben aber einen schweren Nachteil; sie neigen dazu, innere Querrisse zu bekommen, die nicht sichtbar sind, aber plötzlich zu einem Bruche der Schiene und damit zu Entgleisungen von Fahrzeugen führen. Im Jahre 1911 kam der erste Unfall vor, der — damals zunächst unerklärlich — auf innere Risse in der Schiene zurückzuführen war. Bis 1921 war die Zahl derartiger Schienenbrüche bei 54 Netzen mit rd. 240 000 km Gleis auf 2149 gestiegen, im Jahre 1930 kamen täglich im Durchschnitt 20 solche Schienenbrüche vor, und im laufenden Jahr werden 8000 erwartet. Bis Ende 1930 waren bei den erwähnten 54 Eisenbahnen 50 746 durch innere Risse verursachte

Schienenbrüche verzeichnet worden. Ihre Bildung wird dadurch gefördert, daß die Schienen nach dem Walzen bei großer Kälte abkühlen, der sie besonders im Norden der Vereinigten Staaten ausgesetzt sind. Mit Erfolg wird die Rissebildung dadurch bekämpft, daß die Schienen im Sandberg-Ofen — so genannt nach seinem Erfinder — langsam abgekühlt werden.

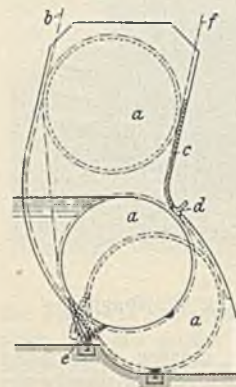
Wenn aus einer Lieferung im Laufe von drei Jahren drei oder mehr Risse gefunden wurden, so wurden bis vor einiger Zeit alle Schienen dieser Lieferung ausgebaut und ersetzt; es handelte sich dabei um Mengen von 60 bis 70 t, so daß schon allein durch die damit verbundenen Arbeiten hohe Kosten entstanden. Neuerdings hat man gelernt, die schadhafte Stellen in der im Gleis liegenden Schiene aufzufinden, ehe sie gefährlich werden, und man braucht daher nur noch die Schienen auszubauen, die als schadhafte erkannt sind. Um sie zu ermitteln, wird das Gleis elektrisch abgetastet. Das Verfahren ist von Dr. Sperry erfunden und von ihm mit Dr. Dudley von der New York Central-Eisenbahn weiter entwickelt worden. Eine zu diesem Zwecke gegründete Gesellschaft stellt, wie Railw. Eng. vom Mai 1932 berichtet, den Eisenbahnen einen mit allen nötigen Einrichtungen zum Untersuchen der Schienen ausgestatteten Wagen zur Verfügung. Dieser zeichnet beim Durchfahren der Strecke die schadhafte Stelle auf einen Papierstreifen auf; zugleich wird etwas Farbe auf die Schiene gespritzt, um das Wiederauffinden dieser Stelle zu erleichtern. Seit Anfang 1929 haben diese Wagen bei 45 Eisenbahngesellschaften etwa 120 000 km Gleis untersucht. Im Jahre 1931 waren zehn Wagen verfügbar, die etwa 64 000 km befahren und dabei im Mittel auf rd. 12 km Gleis eine schadhafte Schiene festgestellt haben. Sie befahren das Gleis mit etwa 10 km/h Geschwindigkeit. In einem Monat hat beispielsweise ein solcher Wagen 637 km Gleis untersucht und dabei 195 beschädigte Schienen, darunter 46 mit inneren Rissen, festgestellt. Die Empfindlichkeit der dazu dienenden Vorrichtungen ist so groß, daß sie auf einen Riß ansprechen, der sich über 5% des Querschnitts des Schienenkopfes erstreckt. Das Verfahren ist sehr zuverlässig; als man z. B. eine 136 km lange Strecke zweimal hintereinander befuhr, konnte man beim zweiten Befahren feststellen, daß alle Schäden, die nunmehr angezeigt wurden, bis auf einen auch schon beim ersten Befahren aufgezeichnet worden waren. Die Aufzeichnungen lassen auch die Größe der inneren Risse, wenigstens in der Abstufung klein, mittel, groß und daher gefährlich, erkennen.

Die Wagen werden von ihrer Eigentümerin an die Eisenbahngesellschaften vermietet und fahren deren Strecken planmäßig in bestimmten Zeitabständen ab. Um die Wagen zu prüfen, hat die Gesellschaft ein Gleis aus 60 Schienen mit Schäden verschiedener Art angelegt, so daß beim Befahren dieser als schadhafte, auch nach der Art des Schadens, bekannten Stellen festgestellt werden kann, daß die Anzeigevorrichtungen auf sie richtig ansprechen.

Wkk.

Patentschau.

In der Staulage absenkbares Wälzweh. (Kl. 84a, Nr. 531 199 vom 14. 5. 29 von Dortmunder Brückenbau C. H. Jucho in Dortmund.) Um eine gute Bodendichtung in der Staulage der Walze zu erreichen, sind auf der Oberwasserseite des Wehres an die Wehrsohle anschließende feste Zahnbahnen angeordnet, auf denen die Walze beim Absinken aus der Staulage unter Einwirkung des Wasserdruckes abrollt. Die in der Staulage absenkbar Walze *a* wird in den Mauerischen durch die Antriebkette *b* zwangläufig geführt. In der höchsten Lage hängt die Walze *a* an der Kette und greift mit ihrem Zahnkranz in die Zahnstange *c* ein. In der gewöhnlichen Staulage ruht die Walze auf der Bodendichtung auf, und eine Sperrklinke *d* greift in ihren Zahnkranz ein. Ist die vorgeschriebene Höhe des Wasserstandes erreicht, dann wird durch einen Schwimmer od. dgl. ein Hebelwerk in Bewegung gesetzt, wodurch die Sperrklinke ausgelöst wird. Unter der Wirkung des Wasserdruckes rollt die Walze auf den festen Zahnbahnen *e* ab und gleitet an einer Führung an der entgegengesetzten Seite hinunter.



Wälzelenk aus Beton für Gelenkbrücken und gelenkig gelagerte Konstruktionen. (Kl. 19d, Nr. 529 886 vom 23. 8. 27 von Dr.-Ing. Emil Burkhardt in Stuttgart.) Das Wälzelenk besteht aus zwei Betonquadern, deren Wälzfläche aus je einem mit Eisenblech nicht verbundenen Blech besteht, gegen das der Beton gestampft ist. Die Bleche übertragen den Druck unmittelbar auf den Beton und erhöhen dessen Festigkeit. Die Betonquader *a* hat eine nach einem Halbmesser *r*₁ gekrümmte konvexe Krümmung und die Quader *b* eine nach dem Halbmesser *r*₂ gekrümmte konkave Krümmung. Auf diesen Krümmungen sind Bleche *c*, *d* angeordnet, durch die die Herstellung des Gelenkes erleichtert und dessen Festigkeit erhöht wird. Mit *e* ist eine Unterlage für die Betonquadern *a*, *b* angedeutet.



INHALT: Die Stahlroststraße. — Die Verstärkung der Eisenbahnbrücke über die Hotzenplotz. — Vermischtes: Anbau-Raupbandfahrwerke für Gleisbagger. — Tiefe Brunnengründung für Leitungsmaste. — Schienenbrüche in den Vereinigten Staaten. — Patentschau.

Schriftleitung: A. I a s k u s, Geh. Regierungsrat, Berlin-Friedenau.
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.
Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin.