

II 9

The background of the cover is an abstract composition of overlapping geometric shapes. It features a series of horizontal stripes in shades of green and grey, intersected by several thick, white, curved lines that sweep across the frame. The overall effect is one of dynamic movement and architectural structure.

BETON

STRASSENBAU
IN DEUTSCHLAND
A U S G A B E

1936

Dy 1/302

775
2379.

Handwritten signature: Humboldt-Universität Berlin

BETONSTRASSENBAU IN DEUTSCHLAND

HERAUSGEGEBEN VOM
DEUTSCHEN ZEMENT-BUND
BERLIN - CHARLOTTENBURG

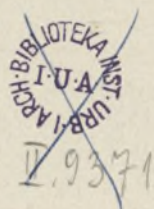
~~Ministerstvo Odbudowy
B. S. T. O. T. E. S. A
Sgg. Nr. 757-a~~



1 9 3 6
ZEMENTVERLAG
G. M. B. H.
BERLIN -
CHARLOTTENBURG



131644



Wt. imnt. 538

D112/11

P 52/68

VORWORT

Allein im Jahre 1935 wurden auf dem allgemeinen Straßennetz über $1\frac{1}{2}$ Mill. qm Betondecken verlegt, während in der gleichen Zeit bei dem größten Straßenbau der Neuzeit, den Straßen Adolf Hitlers, den Reichsautobahnen, rd. 5,9 Mill. qm, d. s. etwa 94 % der gesamten Fahrbahnfläche dieser Straßen, mit Betondecken versehen wurden. Diese Zahlen beweisen, welche Bedeutung der Betonstraßenbau in Deutschland gewonnen hat und zeigen, daß die Betonstraße sich in Deutschland durchgesetzt hat.

Die Folge der seit 1926 erscheinenden Jahrbücher „Betonstraßenbau in Deutschland“ hat ihren Teil zu der Entwicklung des Betonstraßenbaues beigetragen, indem sie, an ausländische Erfahrungen anknüpfend, Einzelausführungen beschrieb, Probleme des Betonstraßenbaues behandelte und Äußerungen von Straßenbauern und Straßenbenutzern wiedergab. Die Technik steht jedoch nicht still, so daß es zweckmäßig erscheint, die Folge fortzusetzen, um so jeden Straßenbauer in der handlichen Form eines Jahrbuches mit den Grundsätzen des Betonstraßenbaues vertraut zu machen und ihm über alle Neuerungen zu berichten. Bereits in der vorjährigen Ausgabe konnte auf Grund der reichen Erfahrungen der letzten 10 Jahre ein umfassender Überblick über die derzeitigen Grundsätze des Betonstraßenbaues gegeben werden. Die Erfahrungen bei den Großausführungen des letzten Jahres brachten jedoch eine erhebliche Vertiefung der Erkenntnisse der vielfältigen die Ausführung von Betondecken beeinflussenden Umstände, der in der neuen 10. Auflage des Jahrbuches Rechnung getragen werden mußte.

Da die vorjährige Ausgabe in Fachkreisen erheblichen Beifall fand, wurde die so bewährte Einteilung des Stoffes grundsätzlich beibehalten, jedoch wurden sämtliche Abschnitte neu gefaßt und die Erfahrungen und Neuerungen der letzten Jahre weitgehend berücksichtigt. Es ergab sich, daß das Kapitel „Bautechnische Grundsätze“ durch die vielfachen Neuerungen fast in doppeltem Umfang gefaßt werden mußte, da sich gerade hierbei eine Reihe von neuen

Gesichtspunkten z. B. für Untergrundfragen ergeben hatte. Das Kapitel „Beton technische Grundsätze für Straßenbau“ bringt in der diesjährigen Ausgabe nur das grundsätzlich Bedeutende, während in Einzelfragen und Begründungen für einzelne Maßnahmen auf die vorjährige Ausgabe verwiesen werden konnte, die diesen Gegenstand ausführlich behandelte. Der Abschnitt „Maschinen und Geräte“ bringt die neueste außerordentlich bedeutende Entwicklung auf diesem Gebiet, denn die deutsche Baumaschinenindustrie ist in weitgehendem Maße den neuen Anforderungen beim Bau der Reichsautobahnen und der Betonstraßen mit der Entwicklung neuer Geräte gerecht geworden. Auch die Behandlung der Zementschotterstraße und der sonstigen Bauweisen in Zement und Beton sowie der Radfahrwege in Beton sind vollkommen entsprechend neueren Erkenntnissen umgearbeitet. Neu eingefügt wurde ein Abschnitt über die Ausrüstung der Straße, die einen Überblick über die vielfachen Möglichkeiten des Einsatzes von Betonwaren im Straßenbau gibt.

Entsprechend der Bedeutung der einzelnen Ausführungsmaßnahmen ist in der diesjährigen Ausgabe in den Bildtafeln die Wiedergabe von fertigen Straßen auf 4 Tafeln eingeschränkt, während die übrigen 28 Tafeln den Bauvorgang von Betondecken, Zementschotterstraßen und anderen Ausführungen in allen Einzelheiten wiedergeben. Um den Umfang der Schrift, die den Umfang der vorjährigen Ausgabe wesentlich überschreitet, nicht unnötig zu vergrößern, mußte von einem Eingehen auf den Betonstraßenbau im Auslande verzichtet werden, nur bei dem Abschnitt „Zementschotterstraßen“ wurden die Erfahrungen des Auslandes zum Vergleich herangezogen. Ausländische Verbände hatten uns hierfür in liebenswürdiger Weise zahlreiches Bildmaterial zur Verfügung gestellt, das nunmehr in der Zeitschrift „Die Betonstraße“ zur Veröffentlichung kommen wird.

Charlottenburg, im August 1936.

DEUTSCHER ZEMENT-BUND

INHALTSVERZEICHNIS

| | Seite |
|--|-------|
| Vorwort | 3 |
| Inhaltsverzeichnis | 5 |
| A. Betonstraßenbau | 7 |
| I. Bautechnische Grundsätze | 7 |
| a) Untergrund | 7 |
| b) Planumsvorbereitung | 12 |
| c) Ausbildung der Fahrbahnplatte | 14 |
| d) Herstellung der Betondecke | 22 |
| e) Fugenausbildung | 26 |
| f) Nachbehandlung | 35 |
| II. Betontechnische Grundsätze für Straßenbeton | 36 |
| a) Allgemeine Grundsätze | 36 |
| b) Mischen des Betons nach Gewicht | 37 |
| c) Oberbeton | 39 |
| d) Unterbeton | 40 |
| III. Maschinen und Geräte für den Betonstraßenbau | 41 |
| a) Allgemeines | 41 |
| b) Erdbaugeräte | 43 |
| c) Lagerung, Abmessung, Transport der Betonrohstoffe | 46 |
| d) Das Mischen des Betons | 47 |
| e) Einbringen und Verteilen des Betons | 49 |
| f) Verarbeitung des Betons, Verdichtung, Fertigung der Decke einschl. Fugenherstellung und Nachprüfung | 50 |
| IV. Zahlenmäßige Entwicklung des Betonstraßenbaues | 57 |
| B. Zementschotterstraßenbau | 62 |
| I. Allgemeines | 62 |
| II. Erfahrungen in Deutschland | 62 |
| III. Erfahrungen im Ausland | 68 |
| IV. Zusammenfassung | 70 |

| | Seite |
|---|-------|
| C. Sonstige Bauweisen mit Zement | 71 |
| I. Fugenverguß von Pflaster mit Zementmörtel . | 71 |
| II. Pflaster in Beton und Betonmosaik | 73 |
| III. Concrelithbauweise | 74 |
| IV. Betonblockpflaster | 77 |
| V. Klinkerbetonstraße | 78 |
| VI. Pflastersteine aus Beton | 79 |
| VII. Betonunterbau für andere Decken | 80 |
| VIII. Betonpacklage | 82 |
| D. Radfahrwege | 84 |
| E. Ausrüstung der Straße | 88 |

A. BETONSTRASSENBAU

I. BAUTECHNISCHE GRUNDSÄTZE

a) Untergrund

1. Der große Aufschwung des deutschen Straßenbaus in den letzten Jahren hat als eines der wichtigsten technischen Ergebnisse die Erkenntnis gezeitigt, daß für den Bestand und die Lebensdauer einer Straßendecke, gleich welcher Art, die Beschaffenheit des Untergrundes von ausschlaggebender Bedeutung ist. Straßendecke und Untergrund bilden eine Einheit, die von genügender Standfestigkeit sein muß, um die sich aus dem Straßenverkehr, der Straßendecke und etwaigen Aufschüttungen ergebenden Lasten sicher auf tiefer gelegene Schichten übertragen zu können, ohne daß sich dabei schädliche Bewegungen ergeben.

Der anstehende ungestörte Boden befindet sich, von einigen Sonderfällen abgesehen, im Gleichgewicht. Ein Aufbringen von Lasten in Form von Verkehrslasten, Straßendecken und aufgeschütteten Dämmen, ebenso wie eine Entlastung durch Herstellung von Einschnitten bedeutet einen Eingriff in dieses bestehende Gleichgewicht. Eine Wiederherstellung des Gleichgewichtszustandes vollzieht sich unter Bewegungen im Untergrund, die je nach der Beschaffenheit der Bodenarten längere oder kürzere Zeit andauern. Das Ausmaß und die Zeitdauer dieser Bewegungen müssen einigermaßen sicher erkannt werden und u. U. durch besondere Maßnahmen eingeschränkt werden, damit mit Herstellung der Straßendecke ein Bauwerk abgeschlossen ist, das den Verkehr sicher aufnehmen kann und dessen Lebensdauer nur noch durch die Einwirkungen des Verkehrs bestimmt wird.

Die Forderung des rechtzeitigen Erkennens des voraussichtlichen Verhaltens des Untergrundes bedeutet, daß jeder Straßenbauer zugleich auch Bodenkundler sein muß. Nun ist die Bodenkunde, vor allem die Bodenmechanik, eine besondere, noch sehr junge und in der Entwicklung stehende Wissenschaft, und man würde über das Ziel hinausschießen, wenn man nun verlangen würde, daß jeder Straßenbauer alle Feinheiten dieser Wissenschaft beherrschen müßte. Es kann

und muß jedoch verlangt werden, daß der Straßenbauer sich mit den Ergebnissen der Bodenkunde soweit vertraut macht, daß er in der Lage ist, in allen vorkommenden Fällen die Verhältnisse soweit beurteilen zu können, daß er entscheiden kann, ob ein völlig eindeutiges Verhalten des Bodens zu erwarten ist, oder ob es erforderlich ist, besondere Untersuchungen durch Bodenkundler und Geologen zu veranlassen. Er muß dazu die üblichen Untersuchungsmethoden beherrschen, muß an Hand der geologischen Karten in genügendem Umfange Schürfungen oder Bohrungen vornehmen lassen und muß vor allem bestrebt sein, seine eigenen und fremde Erfahrungen in ähnlich liegenden Fällen richtig zu deuten.

Es kann nicht Gegenstand dieser Schrift sein, im einzelnen auf dieses außerordentlich wichtige Gebiet einzugehen, zumal darüber in den letzten Jahren zahlreiche Veröffentlichungen erschienen sind. Die vorliegenden Zeilen haben ihren Zweck erfüllt, wenn sie den Straßenbauer, der seinen Beruf ernst nimmt, veranlassen, sich mit diesem an sich schwierigen und in vielen Fragen noch ungeklärten aber doch außerordentlich interessanten Gebiet zu beschäftigen. Im nachstehenden sollen nur noch einige grundsätzliche Fragen, die für alle Straßendecken von Wichtigkeit sind, erörtert werden, wobei auf einige Eigentümlichkeiten der Betondecke besonders eingegangen wird.

Kein Boden liegt vollkommen ruhig. Abgesehen von den durch Frieren und Auftauen verursachten Bewegungen, auf die noch näher eingegangen werden soll, schwindet fast jede Bodenart beim Austrocknen und quillt bei Wasseraufnahme. Diese Bewegungen sind an sich nicht schädlich für den Bestand der Straßendecke, wenn sie sich gleichmäßig vollziehen. Gewähr für gleichmäßige Volumenänderung können aber nur Böden von gleichmäßiger Beschaffenheit, zumindest in den für diese Bewegungen maßgebenden oberen Schichten, geben.

Bei dem Einbau von Straßendecken auf gewachsenem Boden muß dieser auch in seinen tieferen Schichten bis etwa 3 m unter die künftige Planumshöhe auf seine Beschaffenheit untersucht werden, um daraus einen Einblick in das Verhalten des Bodens und die zu erwartenden Bewegungen zu gewinnen. Bei Dammschüttung müssen gleichfalls aus demselben Grunde auch die unter dem Damm liegenden Bodenschichten in derselben Tiefe untersucht werden. Für das Schütten von Dämmen ist das Schüttmaterial möglichst gleichmäßig zu wählen. Müssen verschiedene Bodenarten zum Schütten der Dämme verwendet werden, so sind die Bodenarten getrennt in Schichten von möglichst in sich gleicher Stärke einzubauen, um ein gleichmäßiges Setzen

der Dämme zu erreichen. Die Bodenarten, die einer größeren Verdichtung unterliegen, sind möglichst unten einzubauen, damit sie sich unter dem Druck der darüberliegenden Massen verdichten. Die Schüttungen müssen durch der Bodenart angepaßte, geeignete Verdichtungsmaßnahmen, wie Walzen, Stampfen, Rammen oder Rütteln, zu einer möglichst dichten Lagerung gebracht werden, wobei jedoch weniger auf eine höchste als auf eine gleichmäßige Verdichtung hingearbeitet werden muß. Besondere Sorgfalt erfordern in dieser Beziehung die Hinterfüllungen von Bauwerken, die naturgemäß nicht mit der übrigen Schüttung zugleich ausgeführt werden können. Hier ist durch sorgfältige Bodenauswahl und geeignete Verdichtung dafür zu sorgen, daß das Setzen gleichmäßig mit den übrigen Massen erfolgt. Da hierbei vielfach andere Bodenarten, am besten Sand oder Kies verwandt werden, und trotz bester Verdichtung ein verschiedenes Verhalten des Hinterfüllungskeiles und des Dammes sich nicht vermeiden läßt, empfiehlt es sich, den Hinterfüllungskeil möglichst flach auslaufen zu lassen, damit sich ein sanfter Übergang zwischen den verschiedenen Setzungen ergibt. Auch dort, wo man gezwungen ist, bei der Schüttung auf andere Bodenarten überzugehen, sollen die Schichten flach auslaufend ineinander übergehen, damit keine plötzlichen Absätze durch unterschiedliche Setzungen entstehen. Auch wenn im Untergrund in schroffem Übergang Bodenarten anstehen, die ein verschiedenartiges Setzen erwarten lassen, sollte durch entsprechende Abgrabung des festeren Bodens und Einbringen von weicherem Boden für einen allmählichen Übergang der zu erwartenden Setzungen gesorgt werden. Durch alle diese Maßnahmen kann das Setzen nicht völlig verhindert werden, jedoch kann es auf ein erträgliches und überblickbares Maß eingeschränkt werden. Wenn irgend möglich, soll die Schüttung derartig früh vor Einbau der Decke erfolgen, daß das natürliche Setzen sich bis zum Einbau der Decke schon im wesentlichen ausgewirkt hat, so daß weitere Setzbewegungen sich in engen Grenzen halten.

Wenn auch durch sachgemäße Maßnahmen der Untergrund so vorbereitet werden kann, daß sein Verhalten im ganzen gleichmäßig wird bzw. sich ohne plötzliche Übergänge vollzieht, so läßt es sich doch nicht vermeiden, daß besonders in Aufschüttungen örtlich mehr oder weniger große Unterschiede in der Dichte und damit dem Setzen und der Tragfähigkeit vorhanden sind. Während Straßendecken auf nicht biegefestem Unterbau sich diesem auf kurze Strecken ungleichmäßigen Verhalten anpassen und dabei uneben und in ihrem Gefüge gelockert werden, hat die Betondecke wie auch alle Decken auf starrem Unterbau die

Eigenschaft, in hohem Maße lastverteilend zu wirken und durch ihre Biegefestigkeit geringe Ungleichmäßigkeiten zu überbrücken. Die nachstehende Abb. 1 über Lastverteilung von verschiedenen Decken, die nach amerikanischen Untersuchungen aufgestellt ist, erläutert dieses Verhalten, das, wie weiter gezeigt werden wird, auch bei frostgefährlichem Untergrund außerordentlich wichtig ist. Immerhin darf dieses günstige Verhalten der Betondecke nicht dazu verleiten, der Frage der gleichmäßigen Dichte des Untergrundes weniger Aufmerksamkeit zu schenken als bei

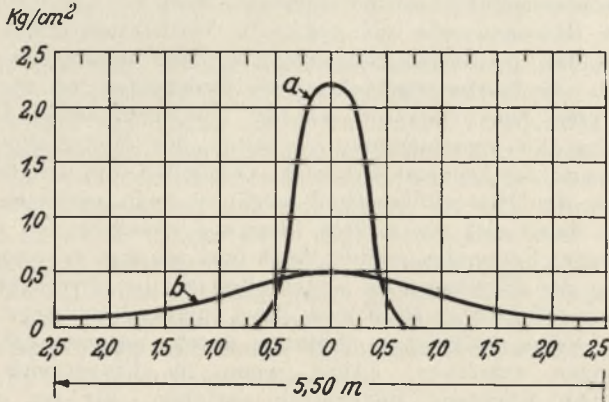


Abb. 1. Lastverteilung von Straßendecken bei einer Radlast von 3230 kg

- a) Bitumenvergossenes Ziegeipflaster (7,6 cm) auf gewalztem Schotterunterbau (20 cm) mit einer bituminösen Zwischenlage (5 cm), Gesamtstärke 32,6 cm;
 b) Betondecke 20,3 cm stark

anderen Decken, denn wenn auch bei kleineren Ungleichmäßigkeiten keine schädlichen Risse auftreten, so können hierbei doch Spannungen in der Deckenplatte auftreten, die ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber anderen Beanspruchungen herabsetzen.

Besondere Maßnahmen erfordern frostgefährliche Böden, d. h. Böden, die durch Kapillarwirkung das Grundwasser hochsaugen. Zur Beurteilung der Frostgefährlichkeit von Böden ist nachstehende einfache Untersuchung, die wir den „Richtlinien für die Verhütung von Frostschäden“ (herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e. V.) entnehmen, wichtig. „Läßt sich ein etwa hasel- bis walnußgroßer Klumpen des Bodens in lufttrockenem Zustand nicht zwischen Daumen und Zeigefinger hochheben, da er schon unter diesem geringen Druck zerfällt, so ist dieser Boden unbedingt frostsicher. Läßt er sich hingegen zwischen

Daumen und Zeigefinger nicht mehr leicht zerdrücken oder zerfällt er nicht, wenn er aus etwa 2 cm Höhe auf eine harte Unterlage fällt oder fühlt er sich beim Zerreiben mehlig an und bleibt dann der Staub fest an den trockenen Fingern haften, so kann der Boden in der Regel als frostgefährlich gelten. In Zweifelsfällen sind solche Böden zwecks weiterer Untersuchung an eine Untersuchungsstelle weiterzuleiten."

Die Volumenvergrößerung durch das Gefrieren des Wassers in feuchtem Boden ist an sich nicht besonders schädlich, da sie einigermaßen gleichmäßig erfolgt. Bei Böden mit hoher Kapillarwirkung findet jedoch ein stetiger Nachschub von Wasser in die Frostzone statt, das gefriert und immer neues Wasser nach sich zieht, wodurch sich Frosthebungen von bedeutendem Umfang ergeben. Diese Erhebungen erfolgen im allgemeinen nicht gleichmäßig, da die Eisbildung von einzelnen Zentren ausgeht und durch geringe Unregelmäßigkeiten in der Bodendichte in der weiteren Ausdehnung beeinflußt wird. Außerdem ist die Einwirkung des Frostes durch wechselnde Stärke der Schneedecke, Windschutz u. dgl. nicht immer gleichmäßig. Diese Frosthebungen werden besonders bei beginnendem Tauwetter gefährlich, da das Tauen sich gleichfalls selten gleichmäßig vollzieht. Das Wasser, das durch Auffrieren des Bodens sich in Eisform in den oberen Schichten in einem Maße angesammelt hat, das den normalen Wassergehalt des Bodens um ein Vielfaches übertrifft, wird durch die tieferliegenden, noch gefrorenen Schichten am Versickern gehindert und setzt die Tragfähigkeit des Bodens oft soweit herab, daß die Straßendecke beim Befahren völlig zerstört wird.

Die Betondecke ist zwar nicht so durch Frost gefährdet wie andere Decken, da sie mäßig große Hebungen durch Frost und Aufweichungen beim Tauen überbrückt. Treten jedoch Schäden durch Frosthebungen ein, so sind diese verhältnismäßig schwer zu beseitigen, so daß es sich empfiehlt, auch bei Betondecken die Frostgefährlichkeit des Bodens zu untersuchen.

Das sicherste Mittel, Frosthebungen zu verhindern, ist die genügend hohe Lage der Decke über dem Grundwasser, so daß die Kapillarwirkung nicht ausreicht, um Wasser aus dem Grundwasser bis in die Frostzone zu heben. Läßt sich dies bei der Trassierung nicht erreichen, so sind andere Maßnahmen zur Erzielung der Frostsicherheit zu ergreifen. Oft läßt sich, besonders in abfallendem Gelände, mit genügender Vorflut durch Anordnung einer ausreichend tiefen, filterartig aufgebauten Längssickerung eine genügende Grundwasser-senkung erreichen bzw. kann an der Bergseite der Grundwasserstrom abgefangen und damit die Frostgefahr beseitigt werden. Diese Längssickerungen liegen unter der Graben-

sohle oder besser in der bergseitigen Böschung. Unbedingte Frostsicherheit würde durch Ersetzen des frostgefährlichen Bodens bis zur frostfreien Tiefe durch nicht frostgefährlichen Boden sein, jedoch schaltet diese Maßnahme fast überall aus wirtschaftlichen Gründen aus. Für Betondecken genügt es im allgemeinen, eine Frostschutzschicht aus grobem Sand, Kies oder Schlacke in 15—20 cm Stärke unter der Betondecke anzuordnen, die die Kapillarwirkung unterbricht und bei beginnendem Tauwetter das sich etwa ansammelnde Wasser rasch abführt. Diese Frostschutz- oder Entwässerungsschicht muß bis in die Böschung geführt werden, damit ein sicherer und gleichmäßiger Abfluß des Wassers gewährleistet ist. Da die meisten Bodenarten bei Wasserzutritt in ihrer Tragfähigkeit ungünstig beeinflußt werden, muß das Oberflächenwasser so rasch wie möglich abgeführt werden, bevor es in den Untergrund eindringen kann. Es ist hierzu erforderlich, daß die Bankette möglichst über die ganze Straßenbreite befestigt werden, und die Böschungen so rasch wie möglich Rasenplatten und Ansamungen erhalten. Straßengräben sollen zur Entwässerung nur angeordnet werden, wenn sie nicht zu umgehen sind. Im allgemeinen genügen zur Entwässerung flache Mulden, die die Fahrsicherheit einer Straße weniger beeinträchtigen als Straßengräben. Tiefe Straßengräben, die neben der Abführung des Niederschlagswassers der Entwässerung des Untergrundes dienen sollen, sind besser durch Längssickerungen neben der Straße und flache Mulden zur Abführung des Niederschlagswassers zu ersetzen. Quersickerungen und Längssickerungen unter der Straßendecke sind jedoch zu vermeiden, da bei ihrer Ausführung eine Auflockerung des Bodens nicht zu verhindern ist, die die erforderliche Gleichmäßigkeit des Untergrundes beeinträchtigt. Außerdem wird durch diese Sickerungen die Frosteinwirkung unregelmäßig gestaltet. Sickerungen und tiefe Gräben zur Entwässerung des Untergrundes haben nur Erfolg, wenn es sich um Bodenarten handelt, die das Wasser leicht abgeben; in Lehm- oder Tonboden sind sie zwecklos.

b) Planumsvorbereitung

Das Planum muß profilmäßig eben abgeglichen werden und muß gleichmäßige Verdichtung der Bodenschichten aufweisen. Baumstümpfe, Findlinge und festgefahrene Bodenstellen müssen beseitigt werden und, wenn dadurch eine ungleichmäßige Auflockerung des Untergrundes eingetreten ist, muß unter Umständen das Planum umgepflügt und neu verdichtet werden. Bei bindigen Böden, bei denen keine Frostgefahr vorliegt, so daß eine Schicht von Kies, Sand oder Schlacke zum Frostschutz und zur Entwässerung nicht unbedingt notwendig ist, ist es vorteilhaft, zur Sauberhaltung

des Planums und zum Vermeiden von Aufweichen bei Regen eine Sauberkeitsschicht aus Sand aufzubringen. Diese Schicht muß so stark sein, daß sie beim Begehen nicht durchtreten wird und muß so viel Feines enthalten, daß der Untergrund sich nicht in die Hohlräume hineindrücken kann. Feinsande, die das Wasser schwer wieder abgeben und bei Wasseraufnahme an Tragfähigkeit wesentlich verlieren, sind ungeeignet. Die Sauberkeitsschicht, die möglichst erst kurz vor dem Herstellen der Decke aufgebracht wird, wird profilmäßig abgezogen und durch Walzen oder Stampfen unter Annässen verdichtet. Bei den Reichsautobahnen geschieht dies durch einen entsprechend tief gestellten Straßenfertiger. Das hergerichtete Planum soll dann vor dem Betonieren und während des Betonierungsvorganges nicht mehr betreten werden.

Um zu vermeiden, daß Wasser und Zement aus dem Beton in den Untergrund absickern und dadurch die unteren Betonschichten zementärmer werden und um ein Vermischen des Untergrundes mit dem Beton in der Berührungsschicht zu verhindern, ist eine Zwischenlage aus zähem Papier vorteilhaft. Das Papier soll in feuchtem Zustand nicht wellig werden und darf beim Begehen nicht zerreißen. Die „Richtlinien für Fahrbahndecken“ der Reichsautobahn (April 1936) schreiben hierfür vor, daß das Papier unmittelbar nach zwei-stündiger Wasserlagerung einen Berstdruck von $0,25 \text{ kg/cm}^2$ auf einer kreisrunden Prüffläche von 100 cm^2 aushalten muß. Das Gewicht wird in der Regel mindestens 120 g/m^2 betragen müssen. Unbedingte Wasserdichtigkeit ist für das Papier nicht erforderlich, ja sogar u. U. schädlich, da sich Regenwasser auf dem Papier ansammeln kann. Durch die Anordnung der Sauberkeitsschicht und der Papierzwischenlage wird eine Verklammerung der Betondecke mit dem Untergrund verhindert und die gegenseitige Reibung erheblich herabgesetzt, so daß die einzelnen Platten leichter ihre Formänderungsbewegungen durch Temperaturänderungen, Schwinden und Quellen ausführen können und die Gefahr der Ribbildung aus diesen Einflüssen weitgehend herabgesetzt wird.

Wenn keine Papierzwischenlage angeordnet wird, muß das Planum vorher sorgfältig angeätzt werden, wobei jedoch ein Überschuß an Wasser vermieden werden muß, damit kein Aufweichen der unteren Bodenschichten erfolgt. Bei der Feststellung der Höhenlage des Planums ist zu beachten, daß durch das Stampfen der Fahrbahndecke auch eine Verdichtung der darunterliegenden Bodenschicht eintritt, so daß das Planum mit einer Überhöhung angelegt werden muß, die nach der Bodenart und der Lage der Straße verschieden ist und durch Vorversuche ermittelt werden muß. Im übrigen muß das Planum mit einer Genauigkeit von $\pm 1 \text{ cm}$ hergestellt werden.

Handelt es sich darum, eine Betondecke auf eine alte festgefahrene Schotterdecke zu verlegen, so muß diese vor Aufbringen des Betons genau dem zukünftigen Profil der Straße entsprechend hergerichtet werden. Schlaglöcher und Unebenheiten müssen durch Einwalzen von Kies oder Schotter oder durch Magerbeton ausgeglichen werden. Da gewöhnlich mit der Ausführung der Straße in Beton eine Verringerung der Querneigung des Profils verbunden ist, muß, wenn man nicht vorzieht, den Profilausgleich über die ganze Straßenbreite durch Magerbeton vorzunehmen, die obere Schotterschicht durch einen Aufreißer gelockert werden und der Schotter entsprechend dem neuen Profil wieder festgewalzt werden. Beim Verlegen von Betondecken auf alte Teer- oder Bitumendecken empfiehlt es sich auch, die alte Decke entsprechend dem neuen Profil mit dem alten Baustoff oder Magerbeton herzurichten, damit ein gleichmäßig tragfähiger Untergrund vorhanden ist und keine Verklammerung der Betondecke mit der alten Decke eintritt. Es kann sich empfehlen, die alte Decke mit einem Teer- oder Bitumenanstrich zu versehen, um eine selbständige unbehinderte Bewegung der Betondecke zu sichern. Dem gleichen Zweck kann eine Zwischenlage von Papier oder Pappe dienen. Besondere Sorgfalt erfordert die Ausführung einer vielfach mit der Verlegung einer Betondecke auf einer alten Straßendecke verbundenen Verbreiterung der Straße. Für die Verbreiterung empfiehlt es sich, einen Unterbau aus magerem Beton entsprechend dem Straßenprofil herzustellen, diesen mit Bitumen anzustreichen und dann die eigentliche Betondecke aufzubringen. Da u. U. trotzdem mit einem verschiedenen Verhalten des Unterbaues der Verbreiterung zu rechnen ist, empfiehlt es sich, womöglich die Längsfuge an den Anschluß der Verbreiterung zu verlegen. Besser ist es, die Verbreiterung als selbständige Betondecke ohne besonderen Unterbau in entsprechend größerer Stärke auszuführen und durch Fugen von der übrigen Straße abzutrennen, damit ungleiche Bewegungen sich gefahrlos ausgleichen können.

c) Ausbildung der Fahrbahnplatte

Die Betonfahrbahndecken werden durch Längs- und Quertugen in eine Reihe von Einzelplatten zerlegt. Für das Verständnis der Ausbildung der Platten dürfte es angebracht sein, kurz auf die Beanspruchungen der einzelnen Platten einzugehen.

Die statische Last der Fahrzeuge zuzüglich der Stoßkräfte würde bei einer starren Auflagerung der Platte reine Druckbeanspruchungen hervorrufen. Da der Boden jedoch mehr oder weniger elastisch ist, werden durch den Raddruck selbst



bei durchgehend satter Auflagerung und gleichmäßiger Untergrundbeschaffenheit Biegungsdruck- und -zugspannungen hervorgerufen, die entsprechend der Stellung der Last auf der Platte in jedem Querschnitt in den oberen wie in den unteren Zonen auftreten können. Mit diesen verbunden treten Schub-, Scher- und Verwindungsspannungen auf. Die Größe der Beanspruchung ist abhängig von der Nachgiebigkeit des Untergrundes, die durch die Bettungsziffer gekennzeichnet wird, jedoch ändert sich diese auch mit dem verschiedenen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens. Ist der Boden nicht von gleichmäßiger Beschaffenheit oder setzt er sich verschieden, so läßt sich das Kräftespiel, hervorgerufen allein durch die statische Beanspruchung, rechnerisch kaum noch verfolgen. Zu der rein statischen Beanspruchung durch die Raddrücke treten noch dynamische Beanspruchungen durch den Impuls der Stöße, die sich in Schwingungen äußern und die verschiedenartigsten Spannungszustände hervorrufen können.

Durch das Schwinden des Betons treten, da eine reibungslose Auflagerung der Platte nicht möglich ist, Zugspannungen in den verschiedenen Richtungen der Platte auf. Diese Zugspannungen verteilen sich nicht gleichmäßig über die Querschnitte, da der Beton an den Außenflächen rascher und mehr schwindet als im Innern, wodurch wiederum Schubspannungen ausgelöst werden. Das Quellen des Betons wirkt ähnlich und ruft Druck- und Schubspannungen hervor. Dieselben Arten von Spannungen wie durch das Schwinden und Quellen treten bei Temperaturänderungen auf. Auch hierbei ist die Verteilung der Zug-, Druck- und Schubspannungen keineswegs gleichmäßig auf den Querschnitt und folgt auch nicht wegen des langsamen Wärmedurchganges und der u. U. raschen Temperaturschwankungen linearen Gesetzen, so daß auch hierdurch die Zug-, Druck- und Schubspannungen in jeder Zone der Platte auftreten können. Durch ungleichmäßige Einwirkung von Temperatur und Feuchtigkeit auf die Platte oder bei teilweiser Sonnenbestrahlung und teilweiser Durchfeuchtung werden die im einzelnen noch theoretisch verfolgbaren Spannungsbilder unendlich verwickelt.

An der Oberfläche der Platte wirken durch die Räder der Fahrzeuge Horizontalkräfte, die ihren Größtwert beim Anfahren und Bremsen sowie beim Durchfahren von Kurven erreichen. Diese Kräfte rufen gleichfalls Schubspannungen im Innern hervor und wirken auf die Oberfläche abschleifend.

Betrachtet man diese Vielheit der einwirkenden Kräfte und die Art und Richtung der sich daraus ergebenden Spannungen, so ergibt sich, daß eine rechnerische Erfassung der

auftretenden Spannungen von einer solchen Zahl von Annahmen abhängig ist, daß das Ergebnis wertlos sein muß. Es ergibt sich weiter, daß nur ein Körper von physikalisch gleichmäßiger Beschaffenheit in der Lage ist, diesen verschiedenartigen Beanspruchungen zu widerstehen, da fast jede Art der Spannung in jeder Richtung an jeder Stelle auftreten kann. Ferner ergibt sich, daß für die äußere Gestalt der Platte die ebene, gleichmäßig starke Platte die günstigste Form darstellen muß, da diese Form die Gewähr dafür bietet, daß die Gefahr von Spannungsüberlagerungen und Spannungshäufungen, die zu Zerstörungen der Platte führen können, am geringsten ist.

Aus diesen Erkenntnissen hat man die Folgerung gezogen, daß die einschichtige Betonplatte aus durchweg gleich zusammengesetztem Beton bezüglich ihres Verhaltens gegen alle möglichen Arten der auftretenden Spannungen die günstigste ist, und man strebt deshalb an, dieser Forderung, wenn es irgendwie wirtschaftlich vertretbar ist, gerecht zu werden. Da für die abschleifende Wirkung des Verkehrs in der Oberschicht Zuschläge von hohem Abschleifwiderstand erforderlich sind, deren Verwendung für den Beton der ganzen Decke jedoch in vielen Fällen wirtschaftlich nicht tragbar ist, werden die Decken vielfach entgegen der obigen Erkenntnis zweischichtig ausgeführt. Jedoch wird angestrebt, durch möglichst gleichen Zementgehalt und durch die Auswahl der geeigneten Zuschlagstoffe den Beton für die Ober- und die Unterschicht so herzustellen, daß sich gleiche Druck- und Zugfestigkeiten ergeben und auch sonst das Verhalten gegen Wasseraufnahme und Temperaturänderungen gleichmäßig wird. Beide Schichten werden frisch auf frisch verarbeitet, so daß ein einigermaßen homogener Betonkörper entsteht. Die betontechnischen Grundsätze für die Herstellung des Straßenbetons werden in einem späteren Abschnitt eingehend behandelt. Zunächst soll auf die bauliche Durchbildung und die üblichen Herstellungsverfahren eingegangen werden.

Die Deckenstärken, die in dem „Merkblatt für Betonstraßen“ der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau (jetzt Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e. V.) vom Jahre 1932 (im nachfolgenden „Stufa“ genannt) für Ausführungen auf festem unnachgiebigem Untergrund (alte Straße) mit 15 cm, auf festem gleichmäßig tragfähigem Untergrund mit 18 cm, unter mittleren Verhältnissen ohne Unterbau mit 20 cm und auf unzuverlässigem Untergrund mit 25 cm angegeben waren, genügen im allgemeinen, wenn der Beton auch in der Unterschicht gemäß den neueren Erkenntnissen zusammengesetzt ist. Jedoch empfiehlt es sich, die angegebenen Stärken etwas zu erhöhen, wenn stärkerer



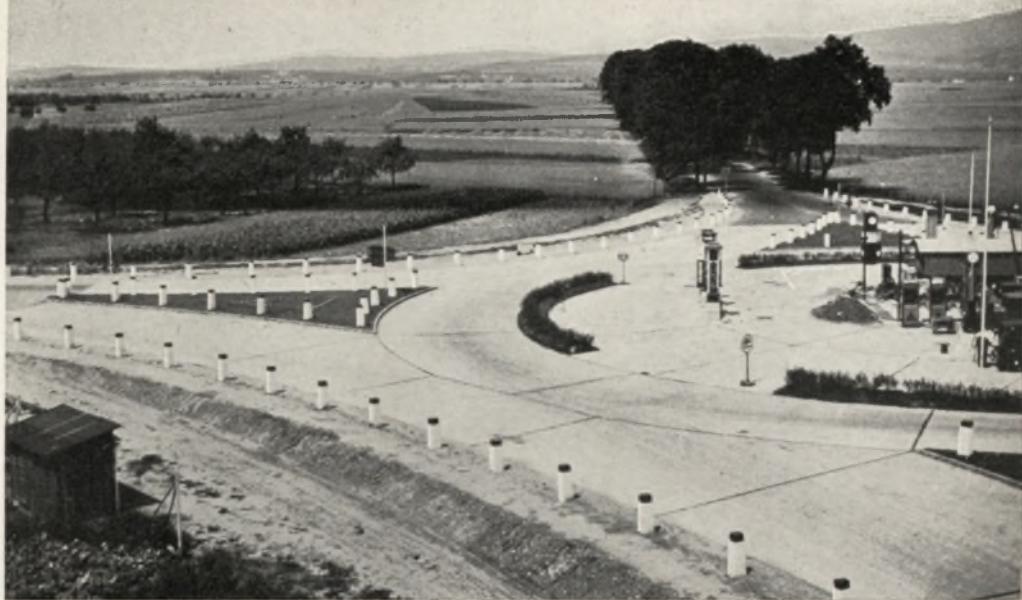
Reichsautobahn (München—Landesgrenze)





Tafel II





Umgehungsstraße Frankfurt a/M.—Wiesbaden

Tafel III

BIBLIOTEKA INST.
1-104
1938-1-ARPH

Tafel II

**Oben: Reichsautobahn
bei Nacht**

**Unten: Reichsautobahn
München—
Landesgrenze**



**Reichsstraße Dessau—Leipzig
mit Betonradfahrweg**



**Betonstraße in
Berlin-Siemensstadt**
Ausf. : Philipp Holzmann A. G.

Tafel IV



**Betonstraße in Siedlung
Klein-Machnow
b. Berlin**



**Betonstraße in
Ratibor**

Verkehr zu erwarten ist und Zusammensetzung und Verarbeitung des Betons nicht allen Anforderungen genügt. Die „Richtlinien für Fahrbahndecken“ der Reichsautobahnen sehen eine Mindeststärke von 20 cm vor und lassen durch Ausführungszufälligkeiten bedingte Unterschreitungen der Gesamtstärke von höchstens 1 cm zu. Bei Festlegung der Deckenstärke muß man sich stets vor Augen halten, daß eine starke Decke fast nur Mehrkosten für den höheren Materialaufwand verursacht, und die übrigen Kosten nur wenig dadurch beeinflußt werden, während aber andererseits die Tragfähigkeit der Decke mit dem Quadrat der Deckenstärke wächst. Die einzelnen Deckenplatten werden meistens in völlig gleichmäßiger Stärke, also ohne Rand- und Eckenverstärkungen ausgeführt.

Das Querprofil wird dachförmig mit geringer Ausrundung in der Mitte oder einseitig geneigt ausgebildet. Die Querneigung beträgt 1 : 60 bis 1 : 100 und steht in Beziehung zur Längsneigung der Straße. Je größer sie ist, desto geringer kann man die Querneigung wählen, jedoch stellt 1 : 100 die untere Grenze dar.

Über die Zweckmäßigkeit und die günstigste Form der Eiseneinlagen besteht noch keine allgemeine Klarheit. Aus dem früher Ausgeführten ergibt es sich, daß eine Aufnahme der inneren Spannung durch Eiseneinlagen nach den Grundsätzen des Eisenbetonbaues zum mindesten eine doppelte Armierung erforderlich machen würde. Außerdem müßten diese Einlagen, wenn man die Theorie des Eisenbetonbaues anwenden wollte, derartig stark sein, daß die Wirtschaftlichkeit der Straßendecke in Frage gestellt wäre. Man ist davon abgegangen, zur Aufnahme der inneren Spannungen überhaupt Eiseneinlagen anzuwenden und legt das Hauptgewicht auf die Herstellung eines Betons von hoher Druck- und Zugfestigkeit und auf eine ausreichende Bemessung der Plattenstärke, so daß die Aufnahme der auftretenden Spannungen selbst unter ungünstigen Verhältnissen gesichert ist. Theoretisch haben Eiseneinlagen einen ungünstigen Einfluß auf die auftretenden Spannungen, da sie beim Schwinden des Betons Zugspannungen in der Platte hervorrufen und auch sonst die durch eine möglichst homogene Ausbildung der Platte angestrebte gleichmäßige Spannungsverteilung stören. Außerdem beeinflussen sie das gleichmäßige Verdichten des für Straßenbauzwecke am besten geeigneten verhältnismäßig wasserarmen und grobteilreichen Betons, da sie die freie Beweglichkeit der in Berührung mit den Eiseneinlagen stehenden Körner besonders an den Kreuzungsstellen beeinträchtigen und dadurch eine volle Auswirkung der Verdichtungsarbeit verhindern. Trotzdem werden bei bedeutenderen Straßen fast allgemein Eiseneinlagen angeordnet, um



zu erreichen, daß sich u. U. durch Schwinden, Temperatureinflüsse, ungleichmäßiges Setzen oder Verkehrsbeanspruchungen auftretende Risse sich öffnen. Sie sollen die durch das Auftreten von Rissen sich bildenden Plattenteile so eng zusammenhalten, daß die Reibung in den Rißflächen ein gegenseitiges Absinken verhindert und die Übertragung von Querkräften aus den Verkehrslasten ermöglicht. Es hat sich gezeigt, daß hierfür eine verhältnismäßig schwache Bewehrung von etwa $2,5 \text{ kg/m}^2$ ausreicht, die jedoch am besten aus Eisen mit hoher Streckgrenze (Baustahlgewebe, Istegstahl) bestehen soll, wobei den Eisen mit dem größeren Elastizitätsmodul der Vorzug gegeben werden soll. Die Eiseneinlagen sollen möglichst gleichmäßig über die ganze Plattenfläche verteilt verlegt werden. Da jedoch die gefährlichen Spannungen wegen der größeren Abmessungen der Platten in der Längsrichtung die höchsten Spannungen in dieser Richtung auftreten, sollen die Eisen so verteilt werden, daß die Längseisen den 2—3fachen Querschnitt der Quereisen aufweisen. Da außerdem gewöhnlich die Risse von den Kanten ausgehen, empfiehlt es sich, dort die Eisen enger zu legen oder besondere Eisen zulegen. Die Eisen werden am besten in Mattenform verlegt, die entweder auf der Baustelle geflochten werden, wobei auf eine gute Verknüpfung der Längs- und Quereisen zu achten ist, oder besser aus punktgeschweißtem Baustahlgewebe bestehen, das in der entsprechenden Anordnung der Längs- und Quereisen auch mit engeren Maschenweiten an den Rändern fertig geliefert wird und sich leicht verlegen läßt.

Die Eisen werden 4 bis höchstens 7 cm unter der Oberfläche angeordnet und bei der zweischichtigen Bauweise zwischen Ober- und Unterbeton verlegt. Während man bisher bei unsicheren Bodenverhältnissen vielfach noch eine untere Bewehrung anordnete, wird diese neuerdings kaum noch angewendet. Man wählt dann besser die Deckenstärke größer, da ein höherer Querschnitt die auftretenden Beanspruchungen sicherer aufnimmt als ein niedriger Querschnitt mit schwacher Eisenbewehrung. Neben diesen über die ganze Deckenfläche verteilten Eiseneinlagen werden vielfach zur Randverstärkung umlaufende Randeisen angeordnet, die, da ihre Wirkung teilweise statisch gedacht ist, dann an den Rändern zweckmäßig unten und an den Ecken oben liegen, wodurch man vielfach zu einer durch Bügel verbundenen steifen umlaufenden Korbarmierung gekommen ist. Da bei der Stellung einer Last auf einer Ecke diese eindeutig wie ein Kragarm beansprucht wird, wird hier vielfach durch Einbiegen einer vorhandenen oberen Randarmierung oder Einlegen von besonderen oben liegenden Diagonaleisen eine

Kragarmierung ausgebildet, die das Abbrechen der Ecken verhindern soll. Bedingung für eine einwandfreie Wirkung dieser Eisen ist, daß sie weit genug in die Platte hineinreichen. Rand- und Eckbewehrungen werden auch für Decken angewandt, die keine durchgehend verteilte Bewehrung haben, wobei die Befürworter dieser Art von Bewehrung von Gedankengängen des Eisenbetonbaues ausgehen. Mit Recht sagen die „Richtlinien für Fahrbahndecken“ der Reichsautobahnen: „Es ist aber stets zu prüfen, ob eine Verstärkung der Platten im ganzen nicht zweckmäßiger ist als eine starke Bewehrung.“

Werden Eiseneinlagen verwendet, so muß der Beton etwas weicher als erdfeucht angemacht werden, darf nicht weniger als 300 kg Zement enthalten und darf auch nicht zu arm an feinen Bestandteilen sein, damit eine gut verstrichene Ummantelung erreicht wird.

Nachdem in früheren Jahren sämtliche Betonstraßen in Deutschland ohne Dübel ausgeführt wurden, ohne daß dies zu irgendwelchen wesentlichen Schäden Anlaß gab, ist man neuerdings auf Grund ausländischer Vorbilder und im Bestreben, das Vollkommenste zu leisten, beim Bau der Reichsautobahnen dazu übergegangen, an den Quersfugen dort Dübel anzuwenden, wo der Untergrund ein starkes Arbeiten der Plattenenden, ein ungleichmäßiges Setzen oder ungleichmäßiges Heben durch Frost erwarten läßt. Die Dübel, die in der einen Platte fest einbetoniert und in der anderen Platte beweglich gelagert sind, sollen eine Lastübertragung an den Quersfugen bewirken. Hierdurch soll verhindert werden, daß sich die Plattenenden unter dem Verkehr ungleichmäßig durchbiegen, wodurch Stöße entstehen können, die die Fahrbahn und das Fahrzeug in gleicher Weise schädigen. Ferner soll die statische Beanspruchung der Platte, die naturgemäß an den Plattenenden größer ist als in Plattenmitte, gleichmäßiger gestaltet werden, und es soll einem ungleichmäßigen Absinken der Platten bei Bewegungen im Untergrund vorgebeugt werden. Über die zweckmäßige Art der Ausbildung der Dübel sagen die „Richtlinien für Fahrbahndecken“ der Reichsautobahnen folgendes: „Dübel aus Rundeseisen müssen mindestens 22 mm \varnothing und 70 cm Länge haben. Ihr Abstand ist 30 cm, an den Plattenecken geringer (Abb. 2). Die Einzeldübel sind durch gelochte Flacheisen verbunden und liegen in der Mitte der Plattendicke. Das eine Ende wird fest einbetoniert, das andere Ende wird einige Tage vor dem Einbau der Eisen mit einem dünnen Anstrich aus Bitumen oder Anthrazenöl versehen. Am äußeren Ende des angestrichenen Teiles steckt der Dübel in einer 8 cm langen Hülse, die einen Dehnungsraum von 2 cm frei läßt. Dieser Dehnungsraum muß durch Ausfüllen mit Kork, Sägespänen

oder dgl. erhalten werden. Die Bohrung in der festen Fugeneinlage muß genau dem Dübeldurchmesser entsprechen, damit sich dort keine Betonpfropfen bilden können."

Die Meinungen über die Zweckmäßigkeit der Verdübelung sind geteilt. Wenn Dübel die verschiedenen ihnen zugeordneten Aufgaben erfüllen sollen, müssen sie verhältnis-

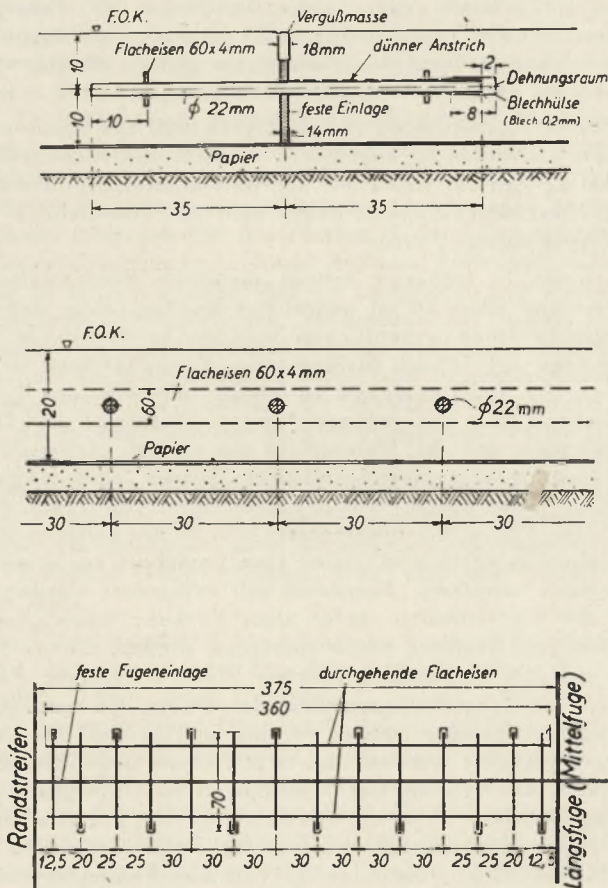


Abb. 2. Rundeisendübel

mäßig stark sein und eng liegen, was eine erhebliche Verteuerung der Bauausführung bedeutet. Auch der Bauvorgang wird durch die Anordnung von Dübeln wesentlich komplizierter, da die Dübel, wenn sie wirksam sein sollen, genau parallel zur Straßenachse und Straßenoberfläche verlegt werden müssen und in dieser Lage unbedingt festgehalten werden müssen, was weitere Hilfskonstruktionen bedingt.

Außerdem ist die einwandfreie Ummantelung der verschiedenen Eisen, zumal wenn noch eine Randbewehrung vorgesehen ist, nur mit einem für Straßenbauzwecke wenig geeigneten plastischen Beton möglich, und eine gerade an den Fugen besonders wichtige sorgfältige Verdichtung des Betons zweifelhaft. Man kann daher die Meinung vieler praktischer Straßenbauer verstehen, die dahin geht, daß u. U. mögliche Schäden keineswegs einen derartigen Mehraufwand und die dadurch bedingte Erhöhung der Baukosten rechtfertigen, zumal sich diese Meinung auf die Tatsache stützt, daß bisher aus der Anordnung von Dübeln bei den deutschen Betonstraßen keine erheblichen Nachteile entstanden sind, und daß auch die Meinung des Auslandes über die Frage durchaus geteilt ist. Es laufen zur Zeit in Deutschland Versuche über die Wirksamkeit von Dübelverbindungen, die hoffentlich recht bald Klarheit darüber ergeben werden, ob und wo Dübelverbindungen angebracht und wie diese am zweckmäßigsten zu gestalten sind.

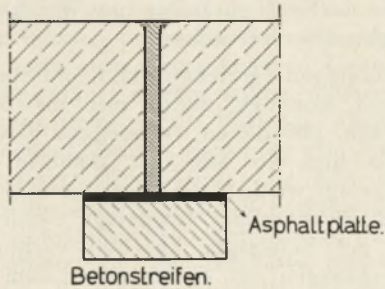


Abb. 3

Ein anderes Verfahren, stärkere Durchbiegungen der Plattenenden zu verhindern, eine gleichmäßige Höhenlage an den Fugen zu sichern und Beanspruchungen der Platte an den Enden günstiger zu gestalten, ist die Anordnung von Querbalken unter der Fuge (s. Abb. 3). Die Längsbeweglichkeit der Platten wird hierbei durch eine Zwischenlage von Bitumen oder Sand gesichert. Falls sich diese Konstruktion, die zur Zeit erprobt wird, bewährt, bietet sie den Vorteil der größeren Einfachheit und der besseren Verdichtungsmöglichkeit des Deckenbetons, wenn auch dadurch die Kosten erhöht werden und die Gefahr einer Beeinträchtigung der Gleichförmigkeit des Planums besteht. Während bisher verbindende Eiseneinlagen an den Längsfugen nicht üblich waren, sehen die neuen „Richtlinien“ der Reichsautobahnen vor, in starken Krümmungen und auf hohen Dämmen die beiden Platten einer Fahrbahn an der Längsfuge zu verbinden, um ein Abwandern zu verhindern. Es sollen hierfür

dünne Verbindungseisen nur im mittleren Streifen der Plattenlänge vorgesehen werden, die nicht als tragende Dübel wirken sollen und eine Längsbewegung der beiden Platten gegeneinander, z. B. durch verschiedene Sonnenbestrahlung, nicht behindern sollen.

d) Herstellung der Betondecke

Nach Fertigstellung des Planums werden die Seitenschalungen verlegt. Zu Seitenschalungen werden bei einfachsten Verhältnissen versteifte Bohlen oder Kanthölzer benutzt. Besser sind steife Stahlprofile oder Beton- oder Eisenbetonschwellen, besonders wenn die Schalung gleichzeitig als Unterbau für die Laufschiene der Arbeitsmaschinen dient. Da die obere Kante der Schalung maßgebend für die Profilebenheit der Straße ist, muß die Ausbildung und das Verlegen der Schalung mit größter Sorgfalt erfolgen. Die Schalung darf sich unter dem Druck des Betons und der Verdichtungsarbeit nicht ausbauchen, kippen oder seitlich verschieben und darf sich unter der Last der Arbeitsmaschine nicht durchbiegen oder versacken.

Hölzerne Schalungen verziehen sich leicht durch die Betonfeuchtigkeit und kommen daher nur für untergeordnete Straßen in Frage, bei denen vorwiegend mit Handbetrieb gearbeitet wird und wo auf die absolute Profilebenheit weniger Wert gelegt wird. Sie müssen durch kräftige Pflöcke im Untergrund unverrückbar festgelegt werden und in den Stößen durch gut befestigte Laschen verbunden werden, damit ein Durchbiegen der Enden unter dem Schlagen der Stampfbohlen verhindert wird.

Eisenschalungen, die zugleich als Schienenträger dienen, werden durch Spezialstahlprofile mit besonders breitem Fuß oder durch Breitflanschträger mit seitlicher Stahlblechverkleidung ausgebildet. Der Fuß dieser eisernen Schalungen muß genügend breit sein, im allgemeinen mindestens 20 cm, um das Gewicht der Arbeitsmaschine mit Sicherheit auf den Boden zu übertragen, ohne daß schädliche Einsenkungen entstehen. Bei Einsatz leichter Maschinen werden die Profile direkt auf dem Boden verlegt und mit eisernen Pflöcken befestigt. Bei schweren Maschinen werden sie auf eine Magerbetonschicht verlegt und beim Ausrichten mit schnell erhärtendem Zementmörtel untergossen. Die Schalungen bzw. Schienenträger werden mit kräftigen steifen Laschen verbunden, so daß ein Durchbiegen nach jeder Richtung verhindert wird. Die Fahrschienen für die Arbeitsmaschinen müssen die Schienenträger zentrisch belasten, damit eine gleichmäßige Untergrundpressung entsteht und ein Verkanten und Kippen unter der Maschinenlast nicht statt-

findet. Die Stöße der Fahrschiene und der Schienenträger sollen nicht übereinander liegen.

Statt eiserner Schalungen und Schienenträger, deren hohes Gewicht sich beim Verlegen und dem dauernden Transport auf der Baustelle störend bemerkbar macht, werden vielfach Beton- und Eisenbetonschwellen verwendet, die liegen bleiben und eine Verbreiterung der Fahrbahn ergeben. Die Anfertigung dieser Schwellen eilt den Betonarbeiten voraus, damit sie während des Bauvorganges bereits genügende Festigkeit erreicht haben. Unter Umständen wird hierfür hochwertiger Zement verwendet. Die Höhe dieser Schwellen wird etwa 5 cm größer gewählt als die Deckenstärke, wobei die Oberkante in Höhe der zukünftigen Deckenoberkante liegt bzw. wenn diese zur Markierung des Straßenrandes mit Gußasphalt überzogen werden, um die Stärke dieser Schicht niedriger, was das vorübergehende Anbringen eines Winkelleisens als Seitenschalung für die oberste Schicht des Deckenbetons bedingt. Beim Vorhandensein von Entwässerungsschichten dürfen die Betonschwellen auf keinen Fall den Wasserabfluß behindern. Die Entwässerungsschichten müssen unter den Schwellen hindurchgeführt werden oder wenn aus einem anderen Grunde die Betonschwellen tiefer geführt werden sollen, müssen reichlich Entwässerungslöcher etwa durch Einlegen dünner Drainrohre oder dgl. angeordnet werden, damit der gleichmäßige Wasserabfluß nicht beeinträchtigt wird. Die Anordnung einzelner Entwässerungsöffnungen und die Weiterleitung des Wassers in Stein oder Rohr-Drain ist nicht günstig, da hierdurch der Anlaß zu Frosthebungen der Bankette gegeben wird. Die Herstellung der Eisenbetonschwellen geschieht im allgemeinen an Ort und Stelle, jedoch hat man auch fabrikmäßig hergestellte Schwellen dazu verwendet, die nach einem Nivellement verlegt werden.

Bei den Reichsautobahnen werden die Randstreifen, die in 40 cm Breite die Innenseite und in 1 m Breite die Außenseite der eigentlichen Fahrbahn begrenzen, in Gußasphalt auf Unterbeton ausgeführt. Hierbei dient der Unterbeton (200 kg Zement je m³), der in 18—25 cm Stärke ausgeführt wird, zweckmäßig als Schienenträger.

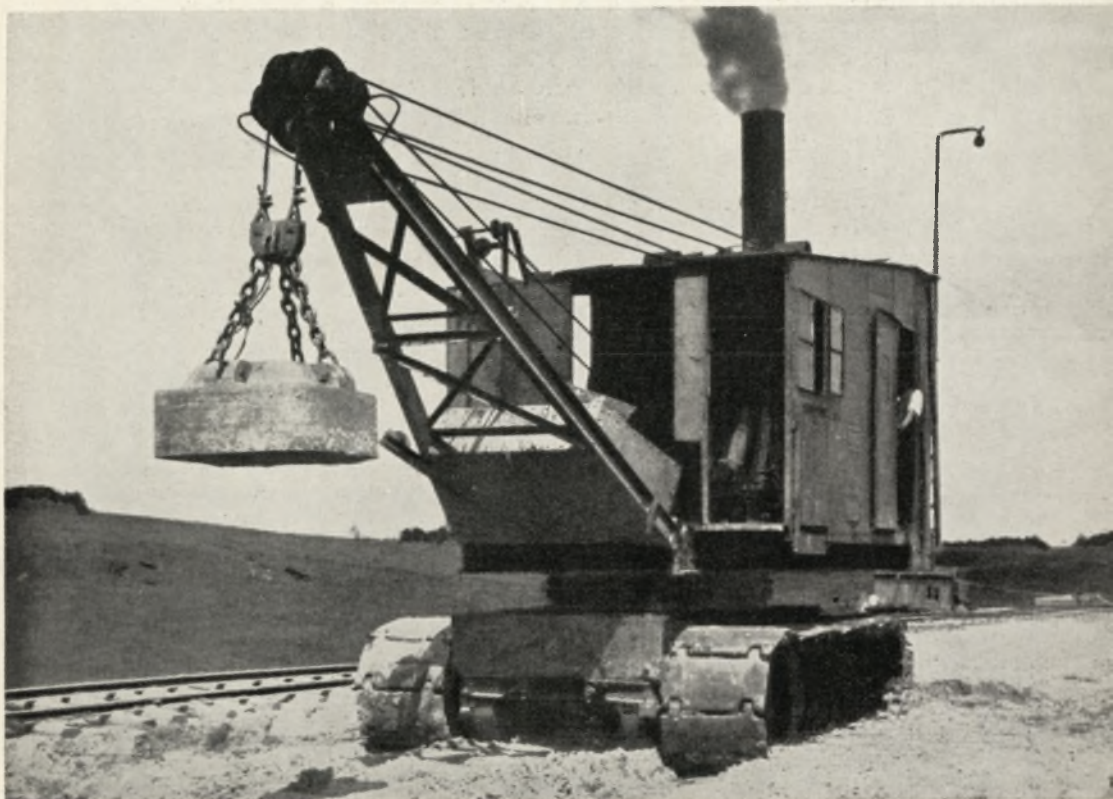
Wird bei großen Fahrbahnbreiten oder aus Verkehrsgründen die Fahrbahndecke in 2 Teilen hergestellt, so muß an der späteren Mittelfuge eine Schalung zur Verwendung kommen, die nach dem Erhärten entfernt wird. Bei Herstellung der zweiten Fahrbahnhälfte dient die bereits fertige und erhärtete Decke als Unterlage für die Schienen der Arbeitsmaschinen. Besondere Sorgfalt erfordert das Verlegen und Befestigen der Schienen für die Fertiger auf den Betonschwellen. Ein loses Aufliegen, wie es bisher vielfach üblich

war, genügt nicht, wenn auf gute Profilebenheit der Decke Wert gelegt wird. Es ist erforderlich, daß die Schienen durch Bolzen und Klemmplatten während des Bauvorganges fest mit den Schwellen verbunden werden und durch Unterlagen von Eisenplatten Ungenauigkeiten in der Höhenlage bei der Herstellung sorgfältig nach einem Nivellement ausgeglichen werden.

Sind die Schalungen verlegt, so muß vor Einbringen des Betons das Planum noch einmal sauber abgezogen werden oder mit einem entsprechend tiefgestellten Fertiger überarbeitet werden. Es erfolgt noch ein Annässen des Untergrundes und u. U. ein Verlegen von Papier oder Pappe auf dem Planum. Es ist darauf zu achten, daß das hergerichtete Planum bei den weiteren Arbeitsvorgängen nicht mehr betreten wird, damit die Ebenheit der Unterschicht der Platte nicht leidet und keine Verklammerung mit dem Untergrund eintritt. Es müssen also Brücken von Schalung zu Schalung vorgehalten werden, die zweckmäßig auf den Fertigerschienen verfahrbar sind und ein Überschreiten des Planums gestatten, und von denen alle weiteren Arbeitsvorgänge ausgeführt werden können.

Das Mischen des Betons geschieht selbst bei kleinen Bauvorhaben in Maschinen, da die Maschinenmischung allein Gewähr für die gleichmäßige Güte des Betons geben kann. Die verschiedenen üblichen Maschinen werden in einem späteren Abschnitt ausführlich beschrieben werden.

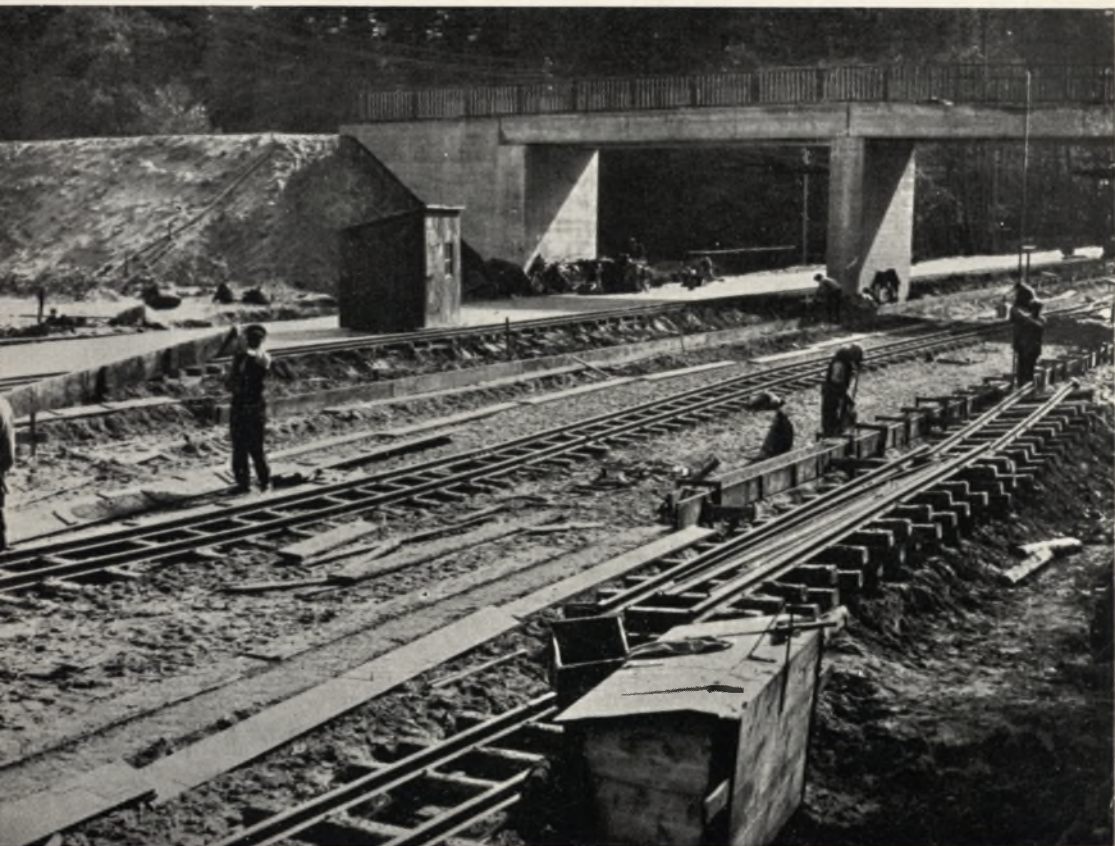
Der Beton wird von Hand, durch Förderbänder, Kabel oder durch selbständige Verteiler auf dem vorbereiteten Planum ausgebreitet. Hierbei ist zu beachten, daß das Ausbreiten des Betons unter völliger Schonung des eingebneten und verdichteten Planums geschieht. Bringt die Art der weiteren Verarbeitung es mit sich, daß der ausgebreitete Beton betreten werden muß, so darf das erst geschehen, wenn die Betonschicht so dick ist, daß ein Durchtreten der Arbeiter und damit eine Verletzung der ebenen Untersicht der Platte und eine Verschmutzung des Betons durch den Untergrund ausgeschlossen ist. Das Ausbreiten des Betons muß mit möglichst gleichmäßiger Dichte geschehen, und es müssen alle Verfahren vermieden werden, bei denen der Beton in einzelnen Haufen auf das Planum abgesetzt und dann durch Schaufeln oder Harken ausgebreitet wird. Der Beton wird hierdurch mit ungleicher Vorverdichtung auf das Planum gelegt, wodurch sich bei der weiteren Verdichtung je nach dem verwendeten Gerät Unzuträglichkeiten ergeben. Man hat deshalb besondere Verteilergeräte konstruiert, die eine gleichmäßige Verteilung des Betons bewirken sollen, auf die später noch eingegangen werden wird. Stehen solche Geräte nicht zur Verfügung, so ist es Sache der Geschick-



Bagger mit Rammplatte



Planumsfertiger



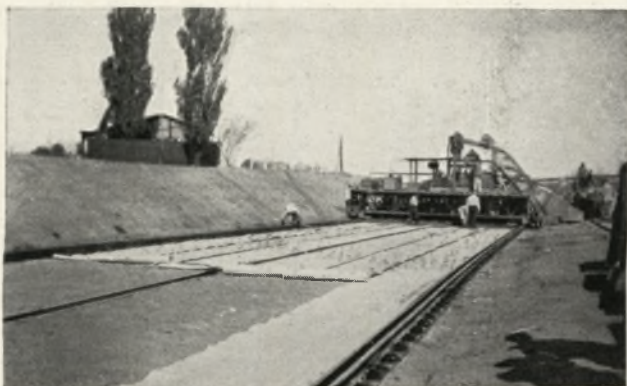
Herstellen von Eisenbeton-Längsschwellen

Ausf.: Heinrich Butzer



**Verlegen
eiserne
Schalungs-
schienen**

Ausf.: Baeumer
& Loesch



**Abdecken des
Planums mit
Papier**

**Eiserne Schalung
(Krupp)**

Tafel VIII (umseitig)

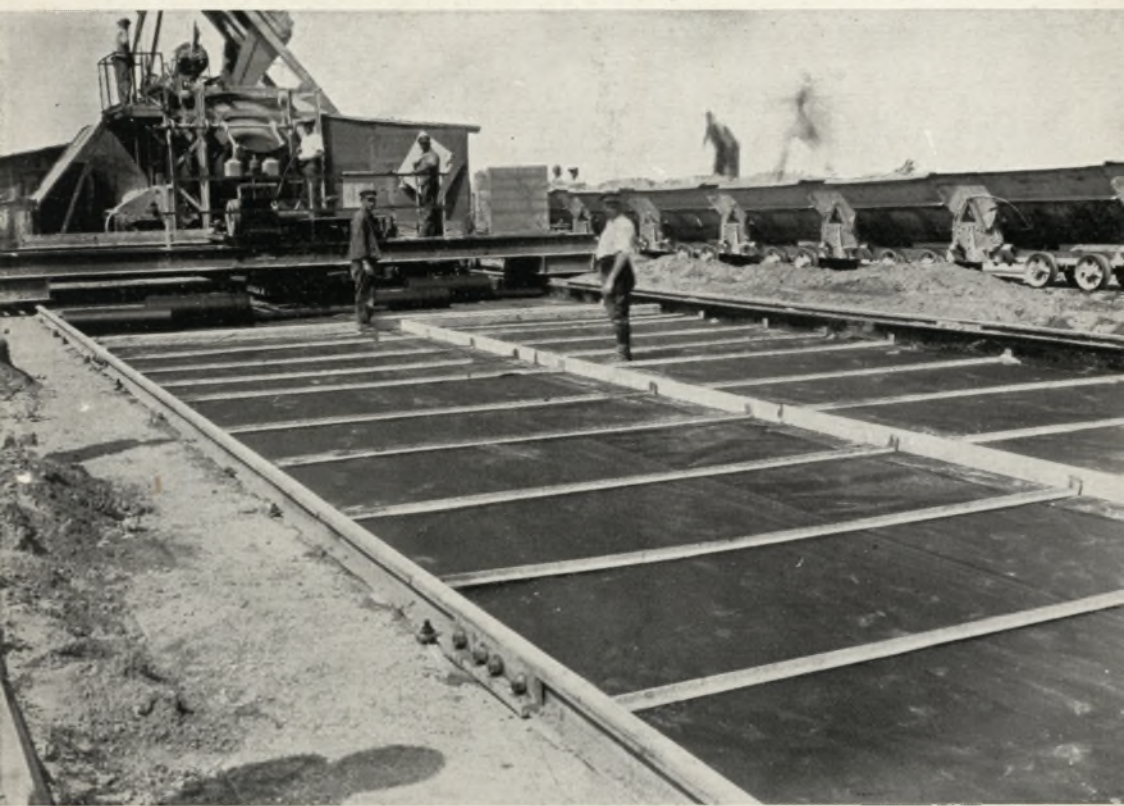
Übersicht über eine Reichsautobahnbaustelle

Ausf.: Dyckerhoff & Widmann A. G.



Aufstellen der Fugeneinlagen auf abgelecktem Planum

Ausf.: Philipp Holzmann A. G.





lichkeit der Arbeiter, für eine gleichmäßige Verteilung des Betons zu sorgen, etwa durch gleichmäßiges Beschicken und Schwenken eines Förderbandes oder durch Absetzen des Betons auf eine seitwärts des Planums oder auf einer Brücke angeordneten Pritsche, von der aus das Verteilen des Betons durch gleichmäßige Schaufelwürfe erfolgt. Ist der Beton in einer Deckenstärke oder der Unterbetonstärke zugleich des Einstampfmaßes entsprechenden Schicht ausgebreitet, so erfolgt das Verdichten durch Stampfen, Vibrieren, Kneten, Stampfhammermaschine oder Fertiger. Die verschiedenen hierbei verwendeten Maschinen werden in einem späteren Kapitel noch eingehend beschrieben. Nach welcher Art nun gearbeitet wird und welche Maschinen und Geräte verwendet werden, ist gleichgültig, wenn nur eine durch die ganze Decke gleichmäßige Verdichtung erreicht wird, und diese Verdichtung auch an den Rändern und Fugen so kräftig ist, daß ein späteres Nacharbeiten nicht mehr notwendig wird. Wird die Decke in mehreren Schichten verdichtet (auch einschichtige Decken, also Decken aus durchweg gleich zusammengesetztem Beton, werden zur sorgfältigen Verdichtung oft in mehreren Schichten ausgeführt), so müssen die verschiedenen Schichten frisch auf frisch aufgebracht und verdichtet werden, und die untere Schicht darf noch nicht begonnen haben abzubinden, bevor die obere Schicht aufgebracht ist. Es wird vielfach als zweckmäßig angesehen, die untere Schicht im Interesse einer gleichmäßigen Verdichtung mit Geräten zu bearbeiten, die eine gewissermaßen punktweise Verdichtung vornehmen, wie Preßluftstampfer, Stampfhammermaschinen und dgl. und erst die letzte Schicht zur Erzielung eines ebenen Profils mit einer Stampfbohle oder einem Fertiger, der nach dem Stampfbohlen-, Knetbohlen- oder Vibrationsbohlen-System arbeitet, herzustellen. Diese Schlußbearbeitung muß so lange fortgesetzt werden, bis der aufsteigende Zementbrei einen dichten Deckenschluß bewirkt. Auf keinen Fall darf dieser Deckenschluß durch Aufsprengen von Wasser erzielt oder erleichtert werden, wie überhaupt außerhalb der Mischmaschine unter keinen Umständen dem Beton noch Wasser zugesetzt werden darf. Die sich etwa an der Oberfläche bildende Zementschlämme wird mit einem Haarbesen in gleichmäßigem Strich abgefegt, da diese nach Erhärten die Rauigkeit der Oberfläche beeinträchtigt und leicht unschöne oberflächliche Netzrisse verursacht. Die Deckenoberfläche muß dem vorgesehenen Profil genau entsprechen. Nach dem Merkblatt der Stufa sind Abweichungen von dem vorgesehenen Profil bei Verwendung eines 3 m langen Richtscheits über 0,5 cm unzulässig. Daß diese Forderungen bereits für den modernen Schnellverkehr

als zu gering erachtet werden, geht aus den Richtlinien der Reichsautobahnen hervor, die bei Verwendung eines Richtscheits von 4 m Länge nur noch eine Abweichung von höchstens 0,4 cm zulassen, wobei sich die Richtscheite um 2 m übergreifen müssen.

Werden Eiseneinlagen eingelegt, so werden diese, nachdem sie sorgfältig von Schmutz, Öl und dgl. gereinigt sind, am besten in einer fertig vorbereiteten Matte aufgebracht, wobei sich die Verwendung von punktgeschweißtem Baustahlgewebe als besonders zweckmäßig ergeben hat. Die Matten dürfen auf keinen Fall gerollt werden, sondern müssen in ebenem Zustand angeliefert werden, damit die Eiseneinlagen nicht unter der Einwirkung des Fertigers federn und ihre vorgesehene Lage verändern. U. U. kann eine Sicherung der vorgesehenen Lage durch übergespannte Drähte oder Unterstützung durch Spezialeisen angebracht sein. Die einzelnen Matten müssen mit einer Überlappung von mindestens 25 cm verlegt werden, damit eine einheitliche Wirkung erzielt wird.

Es muß hierbei betont werden, daß die ganze Arbeit der Deckenherstellung trotz weitgehenden Maschineneinsatzes hochwertige Facharbeiter verlangt, die mit dem Wesen des Betonbaues gründlich vertraut sind. Jeder einzelne Arbeitsvorgang, das Einbringen und Verteilen des Betons, Verdichten, die Herstellung des Deckenschlusses, das Verlegen des Eisens u. a. m. erfordert die Urteilsfähigkeit des Arbeiters und darf auf keinen Fall rein mechanisch ausgeführt werden. Es ist daher zu begrüßen, daß die Richtlinien für die Betondecken der Reichsautobahnen ähnlich wie das Merkblatt für Betonstraßen der „Stufa“ ausdrücklich in ihrer Vorbemerkung anführen: „Zur Ausführung einwandfreier Betondecken gehören Kenntnisse der neuzeitlichen Grundsätze des Betonbaues im allgemeinen und des Betonstraßenbaues im besonderen. Betondecken sollen deshalb grundsätzlich nur solche Unternehmer ausführen, die diese Voraussetzungen erfüllen. Die sachgemäße Herstellung der Fahrbahndecken erfordert den Einsatz gut geschulter und erfahrener Leute.“

e) Fugenausbildung

Wie bereits bei der Erörterung der Plattenbeanspruchungen ausgeführt, erfährt die Betondecke Längenänderungen durch Schwinden, Quellen und Temperaturschwankungen. Die Größe des Schwindens hängt von verschiedenen Umständen ab und ist nicht allein durch das Verhalten des Zements bedingt. Auch die Art der Zuschlagstoffe hat wesentlichen Einfluß auf die Größe des Schwindens. So haben Versuche von

Professor Graf festgestellt, daß unter sonst gleichen Bedingungen hergestellter und gelagerter Beton mit Hochofenschlacke ein Schwindmaß von etwa 0,25 mm/m, mit Muschelkalk 0,3 mm/m, mit Basalt 0,4 mm/m und mit Granit etwa 0,5 mm/m ergab. Außerdem ist die Menge des Anmachewassers, die Art der Verarbeitung, die Nachbehandlung und das Klima von Einfluß auf das Ausmaß des Schwindens. Wenn auch durch sorgfältige Auswahl der Zemente, der Zuschläge, durch Verarbeiten mit der geringstmöglichen Wassermenge, gute Verdichtung und sorgfältigste Nachbehandlung das Ausmaß des Schwindens herabgesetzt werden kann, so wird es doch nicht möglich sein, das Schwinden des Betons ganz zu verhindern. Man muß damit rechnen, daß unter ungünstigen Verhältnissen das Schwinden bis zu 0,5 mm/m ausmachen kann.

Ähnlich verhält es sich mit dem Quellen des Betons bei Durchfeuchtung, dessen Größe von ähnlichen Faktoren wie das Schwinden bestimmt wird. Auch hier ergaben Versuche von Professor Graf, daß beispielsweise Beton mit Muschelkalk wesentlich stärker quillt als Beton aus Granit oder Basalt. Das Quellen kann bis zu 0,3 mm/m betragen. Die wesentlichsten Längenänderungen werden jedoch durch Temperaturschwankungen hervorgerufen. Auch hier verhalten sich Betone aus verschiedenen Zementen und verschiedenen Zuschlagstoffen nicht gleichmäßig. Im Mittel kann man mit einem Ausdehnungskoeffizienten von 0,00001 rechnen.

Alle diese Längenänderungen müssen sich ungehindert auswirken können, da sonst erhebliche Kräfte auftreten, die den Bruch der Betonplatte herbeiführen oder Aufbäumungen verursachen. Neben der möglichst reibungsarmen Auflagerung ist es erforderlich, daß die Platte durch genügend breite Fugen aufgeteilt wird, in denen die Längenänderungen sich ungehindert auswirken können. Das Merkblatt der Stufa empfiehlt Querfugen im Abstand von 8—10 m, während die Richtlinien für die Betondecken der Reichsautobahnen einen Fugenabstand von 15—20 m vorsehen. Vereinzelt sind auch Fugenabstände von über 30 m ausgeführt worden. Die Wahl des Fugenabstandes hängt von der richtigen Einschätzung des Untergrundes, der Reibung auf dem Untergrund, dem Klima und der Güte der Ausführung ab, und man kann sagen, daß, je sorgfältiger die Planung und Ausführung ist, desto weiter kann man in bestimmten Grenzen die Fugenabstände wählen. Die in den Richtlinien der Reichsautobahnen angegebenen Fugenabstände dürften jedoch die äußerste Grenze darstellen. Da die Fugen kleine Unebenheiten in der Fahrbahn darstellen, empfiehlt es sich, um rhythmische Schwingungen der Fahrzeuge zu vermeiden, die aufeinanderfolgenden Platten in verschiedenen Längen auszuführen, z. B. 15, 17, 20 m. Um die

kleinen an den Fugen auftretenden Stöße nicht gleichzeitig auf ein Radpaar wirken zu lassen, wurden vereinzelt die Querfugen schräg zur Straßenachse angelegt. Diese Ausführung ist jedoch aufgegeben worden, da die Fugen schwache Stellen der Fahrbahn darstellen und die entstehende größere Länge der Fuge größere Möglichkeiten zu Schäden in sich birgt. Außerdem erhielten dadurch die Platten spitzwinklige Ecken, die leichter abbrechen als rechtwinklige.

Um bei Anordnung einer Mittelfuge das Zusammentreffen von 4 Ecken zu vermeiden, wurden vielfach die Querfugen versetzt angeordnet. Diese Ausführungsweise hatte zur Voraussetzung, daß die Platten in den Mittelfugen durchgehend getrennt waren, um ein ungehindertes Arbeiten der beiden Fahrbahnhälften zu gewährleisten, da sich sonst erfahrungsgemäß die Querfugen in der einen Fahrbahnhälfte als Risse in der danebenliegenden fortsetzen. Diese durchgehende Trennung läßt sich nicht immer einwandfrei erreichen bzw. es tritt leicht eine Verunreinigung der Fugen ein, die die Reibung in der Längsfuge so erhöht, daß Kräfteübertragungen stattfinden, so daß die Erscheinung von Rissen in Verlängerung von Querfugen auch dort zu beobachten war, wo man glaubte, eine einwandfreie Raumbfuge als Mittelfuge ausgeführt zu haben. Man verzichtet deshalb neuerdings auf die Anordnung von versetzten Fugen und läßt die Querfugen durch die ganze Fahrbahnbreite hindurchgehen, zumal dies für die Ausführung gewisse Vorteile bietet.

In der Längsrichtung muß die Fahrbahnplatte, wenn sie eine Breite von 5 m überschreitet, durch eine Längsfuge geteilt werden, da sich herausgestellt hat, daß bei größerer Plattenbreite die Platten sonst Längsrisse erhalten. Neben den Längenänderungen durch Schwinden, Quellen und Temperaturschwankungen dürfte hierfür besonders das Arbeiten des Untergrundes maßgebend sein, der an den Seiten durch die Bankette oder Böschungen leichter durchfeuchtet wird oder austrocknet und somit stärker quillt und schwindet als unter dem Mittelteil der Fahrbahn. Außerdem dringt durch das Fehlen der Schneedecke in der Mitte der Fahrbahn der Frost dort tiefer in den Untergrund als an den Seiten, die gewöhnlich durch den dort abgelagerten Schnee besonders geschützt sind, wodurch sich über dem Querschnitt ungleichmäßig verteilte Frosthebungen ergeben. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Tauen.

Fast allgemein werden in Deutschland die Querfugen als Raumbfugen ausgeführt, d. h. als Fugen von 12—14 mm Breite, die durch die ganze Platte hindurchgehen. Geringere Fugenbreiten stoßen auf Ausführungsschwierigkeiten. Die Breite

von 12 mm reicht unter normalen Verhältnissen auch für Feldlängen von 20 m aus, wie aus folgendem hervorgeht. Beträgt die Herstellungstemperatur etwa 10° , wird sich eine Platte von 20 m Länge bei Erwärmung um 40° um etwa 8 mm ausdehnen, nimmt man zu gleicher Zeit ein starkes Quellen an, so würde sich die Platte unter günstigsten Verhältnissen um weitere 6 mm ausdehnen, so daß die Gesamtlängenänderung 14 mm betragen würde, wenn die Reibung auf dem Untergrund nicht bremsend wirken würde. Tatsächlich ist nur mit einer Ausdehnung von äußerst 11 mm zu rechnen, wobei normalerweise noch vorher eine Verkürzung der Platten durch Schwinden vorausgegangen ist, so daß die für die Ausdehnung zur Verfügung stehende Fugenbreite praktisch mehr als 12 mm beträgt. Ist für eine reibungsarme Auflagerung gesorgt, sollte man doch die Fugen bei langen Feldern etwas breiter wählen, damit Aufbäumungen und Kantenzerstörungen mit Sicherheit vermieden werden. Die Reichsautobahnen, bei denen alle Maßnahmen zur Erzielung einer reibungsarmen Auflagerung durchgeführt werden, schreiben neuerdings vor, daß die Weite der Fuge im oberen Teil nicht unter 18 mm, im unteren nicht unter 14 mm betragen soll.

Es empfiehlt sich, die Fugenbreiten der Jahreszeit und der Temperatur der Ausführung etwas anzupassen. Im Herbst kann man die Fugenbreite geringer wählen, da bis Eintritt höherer Temperaturen das Schwinden sich bereits im wesentlichen ausgewirkt hat. Im Frühjahr muß jedoch bei niedriger Ausführungstemperatur die Breite größer gewählt werden, da mit Temperaturanstieg zu rechnen ist, bevor ein Schwinden eingetreten ist. Am kleinsten kann man die Breite wählen bei hoher Temperatur im Frühjahr und Sommer.

Es ist in jedem Fall zu empfehlen, nicht auf das äußerste Maß der Fugenweite herabzugehen und lieber eine etwas größere Breite vorzusehen, da eine breitere Fuge sich leichter ausführen läßt und weniger Pflege erfordert als eine schmale Fuge, aus der bei größter Ausdehnung der Platte fast sämtliches Fugenfüllmaterial herausgequetscht wird. Wird allerdings eine Verdübelung der Fuge vorgenommen, darf man hierbei nicht zu weit gehen, da die Beanspruchung der Dübel wesentlich von der Fugenbreite abhängt. Die obere Fugenkante soll mit einem Halbmesser von 1 cm abgerundet werden.

Vereinzelt werden bei den Reichsautobahnen nach amerikanischem Vorbild zwischen den Raumfugen Scheinfugen (Schwindfugen, Zusammenziehungsfugen) angeordnet, da sie billiger herzustellen sind und weniger Pflege erfordern als Raumfugen. Es genügt hierfür ein 5 cm tiefer, 6 cm breiter Einschnitt in den erhärteten Beton, wobei man

vielfach noch auf das Planum eine Holzleiste von trapezförmigem Querschnitt verlegt hat, um das Entstehen eines gewissermaßen planmäßigen Risses durch eine Schwächung des Betonquerschnittes an der Stelle der Scheinfuge zu erzwingen. Die Raumbfugen (Ausdehnungsfugen) müssen bei einer solchen Anordnung die gesamten Dehnungen aufnehmen und müssen dementsprechend breiter sein. Die Reichsautobahnen schreiben dafür im oberen Teil eine Weite von 20 mm und im unteren Teil von 16 mm vor. Ob diese Ausführungsart, bei der die freie Verformungsmöglichkeit der Platte, die man zur Einschränkung von zusätzlichen Spannungen anstrebt, stark behindert wird, sich bewährt, muß die Erfahrung zeigen. Frühere Erfahrungen, allerdings unter weniger günstigen Auflagerbedingungen, sprechen dagegen.

Die Längsfugen werden gleichfalls im allgemeinen als Raumbfugen ausgebildet, deren Breite aus Ausführungsgründen nicht weniger als 10 mm beträgt. Neuerdings werden diese manchmal auch als Scheinfugen in der oben für die Querbefugen beschriebenen Art ausgeführt. Statt des Einschneidens einer Nut in den erhärteten Beton werden oft auch noch die Scheinfugen durch Einschlagen mit besonderen Eisen in den noch nicht abgebundenen Beton oder durch vibrierende Schneiden, rotierende und vibrierende Scheiben hergestellt, wobei diese Verfahren jedoch eine Störung im fertig verdichteten Beton hervorrufen.

Bei Ausführung der Straßendecke in zwei Fahrbahnhälften können die Längsfugen jedoch auch als Preßfugen ausgeführt werden, d. h. die zweite Fahrbahnhälfte wird gegen den mit einem Bitumenanstrich oder einer Papplage versehenen Beton der fertigen Fahrbahnhälfte betoniert.

Die Herstellung einwandfreier Raumbfugen, so einfach sie erscheint, ist verhältnismäßig schwierig, besonders wenn, wie vorläufig fast noch allgemein üblich, der Beton in zwei Schichten eingebracht und verdichtet wird. Die Fuge soll glatt und senkrecht von Oberkante nach Unterkante durchgehen und bei ihrer Herstellung soll der Beton in seinem verdichteten Gefüge möglichst wenig gestört werden. Alle Arbeiten an der Fuge einschließlich der Nacharbeiten müssen in der Zeit bis Abbindebeginn ausgeführt werden.

Die im Vorjahre noch fast allgemein als beste Fugenausbildungsart (s. „Betonstraßenbau in Deutschland“ 1935, „Richtlinien für Fahrbahndecken“ der Reichsautobahnen 1935) empfohlene Ausführung durch Aufsetzen eines später zu ziehenden oberen Fugeneisens mittels Blechreiter oder Stifte auf eine untere bleibende Fugeneinlage aus Holz oder Holzfaserplatten hatten verschiedene Nachteile. Unter der Einwirkung der Verdichtungsarbeit verdrückte sich oft die

untere verhältnismäßig wenig widerstandsfähige Fugeneinlage oder beulte sich aus, da zwischen dem oberen Eisen und der unteren Einlage nur an wenigen Punkten eine feste Verbindung vorhanden war. Es bildeten sich leicht Betonbrücken zwischen den beiden Elementen, oder die Fuge im Oberbeton lag nicht genau über der unteren Fugeneinlage. Diese Mängel vermeidet eine neuere Ausführungsart (s. Abb. 4), bei der in den oberen Fugeneisen eine 20 mm tiefe Nut ausgefräst ist, die die untere oben etwas zugespitzte Fugeneinlage auf die ganze Länge umfaßt. Die Ausführung ist dann folgende: Auf das vorbereitete Planum werden die aus eingeweichtem, möglichst astfreiem Weichholz oder aus Holzfaserstoff (KAPAG) bestehenden Fugeneinlagen für den Unterbeton senkrecht aufgestellt und durch eiserne Pflöcke

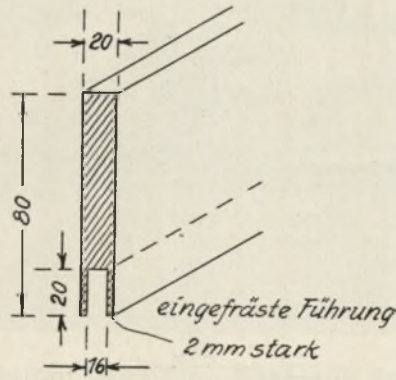


Abb. 4

in dieser Lage gehalten. Zum Schutz gegen die Schlagwirkung der Fertiger wird die obere Kante durch ein übergelegtes U-Eisen gesichert. Der Unterbeton wird eingebracht und über die Einlage hinweg verdichtet. Dann wird die Einlage im verdichteten Beton freigelegt und das obere Fugeneisen so aufgesetzt, daß es die untere Einlage in 20 mm Höhe umfaßt. Alsdann wird der Oberbeton eingebracht und über das Fugeneisen hinweg abgezogen und verdichtet. Nachdem der Beton etwas angezogen hat, wird das Eisen durch Entfernen des es etwa 5 mm stark überdeckenden Betons freigelegt und das Eisen etwas angehoben, so daß es einige Millimeter über die Oberfläche herausragt, während die Unterkante immer noch die untere Fugeneinlage umfaßt, so daß kein Beton zwischen Eisen und Fugeneinlage eindringen kann. Zum Anheben haben die Eisen Aussparungen oder Hebel gefaßt werden können. Nun werden die Kanten neben dem Eisen, die durch das Freilegen und Anheben des Eisens

etwas aufgelockert sind, mit Kellen nachgearbeitet und abgerundet, wobei zur etwa notwendigen Ausbesserung, wie überhaupt für alle Ausbesserungsarbeiten, nur Mörtel aus dem Deckenbeton verwendet werden darf. Zur Sicherung der gleichen Höhenlage der Kanten wird hierfür eine über das Eisen greifende Kelle verwandt. Nachdem der Beton noch weiter angezogen hat, wird das Fugeneisen völlig gezogen, wobei dann bei vorsichtiger Arbeit und richtiger Wahl des Zeitpunktes keine Beschädigung der Fugen eintritt.

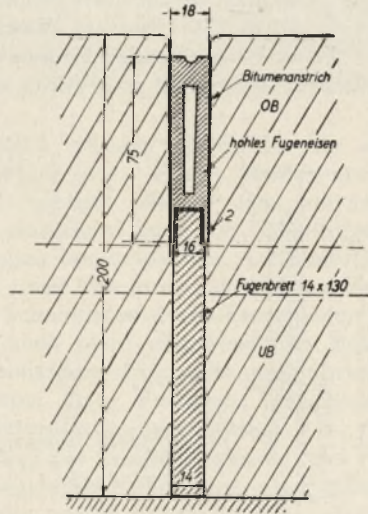
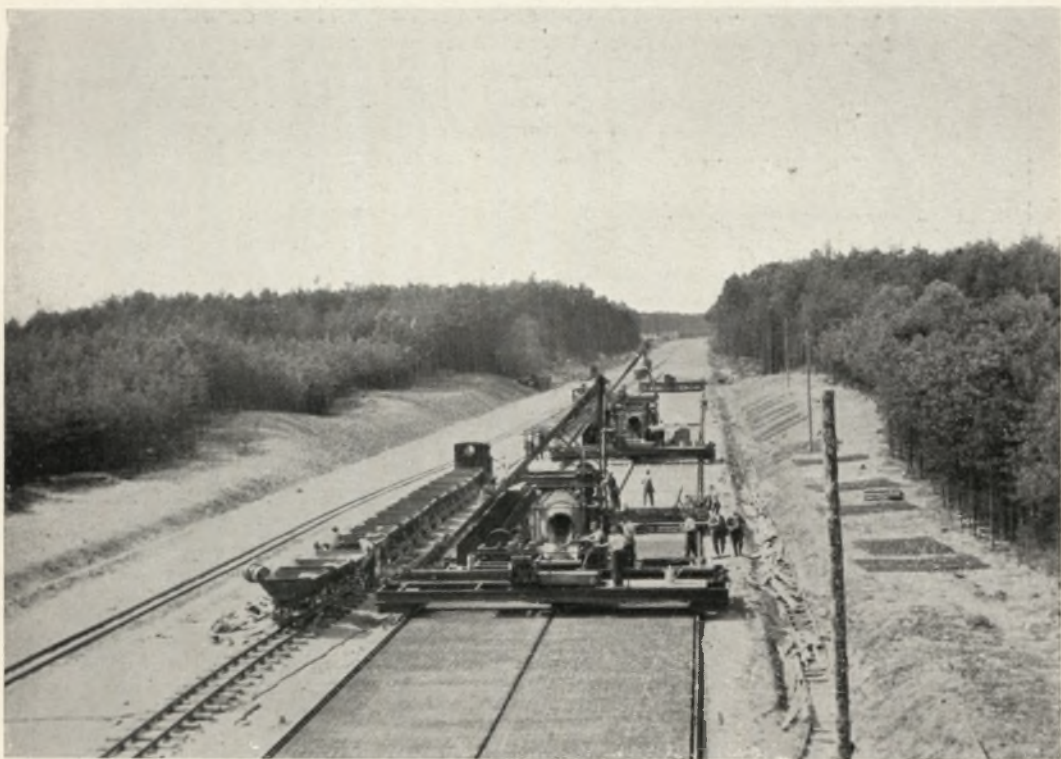
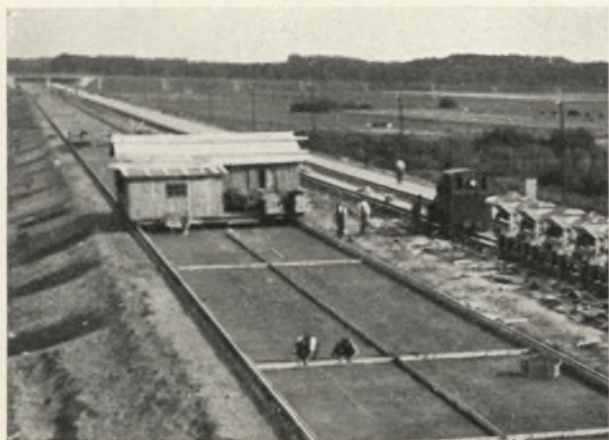


Abb. 5

Eine Weiterentwicklung dieses Verfahrens stellt das auch von den Reichsautobahnen empfohlene Wieland-Eisen dar (s. Abb. 5), bei dem das Eisen hohl ist und an der Oberkante eine kleine Nut aufweist. Die ersten Arbeitsgänge sind hierbei dieselben wie vorher beschrieben, jedoch wird das Eisen vor dem Verlegen mit einem Bitumenanstrich versehen. Nach Verdichten des Oberbetons wird das Eisen freigelegt, wobei die Kelle in der oberen Nut des Eisens eine Führung hat, und die Fugenkanten nachgearbeitet und abgerundet, ohne daß das Eisen hierbei angehoben wird. Nach Erhärten des Betons kann das Eisen zu beliebiger Zeit gezogen werden, indem man in den Hohlraum des Eisens Wasserdampf einbläst, wodurch sich das umhüllende Bitumen erweicht und das Eisen ohne Beschädigung der Fuge herausgenommen werden kann. Das an den Rändern zurückbleibende Bitumen kann, sofern es an den Beton fest anhaftet, als Voranstrich für die Fugenfüllmasse dienen. Dieses Verfahren kann auch



Übersicht über eine Baustelle der Reichsautobahn



Fahrbare Baubude



**Siloanlage an Rampe mit direkter Beschickung
durch Materialzug**

Ausf.: Hermann Streubel Straßenbau G. m. b. H.

Beschickung von Meßsilos durch Förderbänder





Fahrbare Abmeßwaage mit elektrischer Auslösung

Auf.: Hermann Streubel Straßenbau G. m. b. H.



Beschickung von Meßsilos durch Kran

Auf.: Polensky & Zöllner, Berlin





Waage für Loren (Ungarn)



Zumessen der Zuschläge nach Raumteilen durch Klappkübel

Auf.: Philipp Holzmann A. G.

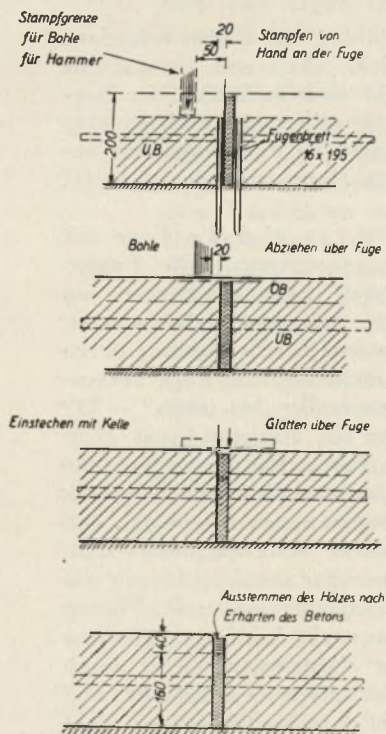


Allseitig abgeschlossene Arbeitsbühne

ohne untere Fugeneinlage, also durch die ganze Decke hindurchgehend, verwandt werden.

Weitere in den „Richtlinien“ der Reichsautobahnen empfohlene Fugenherstellungsverfahren, die allerdings voraussetzen, daß einschichtig gearbeitet wird bzw. daß der Unterbeton an den Fugen durch Kleingerät verdichtet wird, zeigt Abb. 6. Bei dem links dargestellten Verfahren wird

a) Holzbrett in ganzer Höhe.



b) Fugenkeil

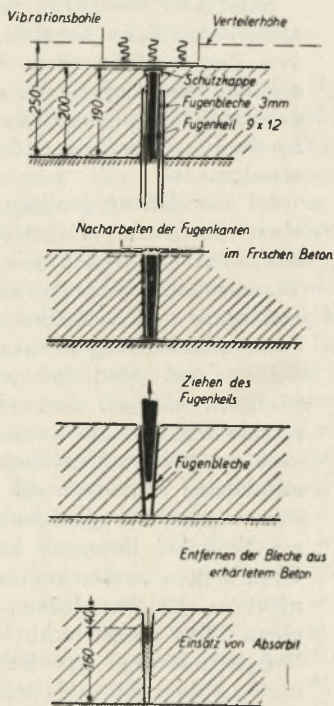


Abb. 6

ein eingeweichtes Holzbrett von 1 cm geringerer Höhe als die Deckenstärke auf dem Planum aufgestellt und der Beton verdichtet. Die oberen 3 cm des Holzes werden nach Erhärtung des Betons herausgearbeitet, und zwar zweckmäßig dann, wenn das Holz nicht mehr unter Pressung steht. Der überdeckende Beton über dem Holzbrett kann entweder in frischem Zustande, wie bei dem Wieland-Eisen, entfernt werden oder aus dem erhärteten Beton mit einer Schleifscheibe herausgeschnitten werden. In jedem Falle sind die Fugenkanten abzurunden. Bei dem rechts in der Abbildung dar-

gestellten Verfahren des Herstellens der Fuge durch Fugenkeile zwischen Blechen wird entsprechend verfahren. Bei Verwendung von Dübeln ist dieses Verfahren allerdings wenig geeignet.

Es sind noch eine Reihe von anderen Fugenherstellungsverfahren im Gebrauch, bei denen durch besondere Maschinen die Fugen in den frischen oder erhärtenden Beton eingeschnitten oder eingerüttelt werden oder in den erhärteten Beton ausgefräst werden. Diese Verfahren sind im Abschnitt III d näher beschrieben.

Sämtliche Verfahren zur Herstellung von Fugen erfordern außerordentliche Sorgfalt, Geschicklichkeit und Verständnis von den ausführenden Arbeitern, und es sollte die Herstellung von Fugen, die die den Angriffen am meisten ausgesetzten Teile der Betonfahrbahndecke darstellen, nur besonders ausgewählte und geeignete Mannschaften eingesetzt werden.

Ist der Beton genügend erhärtet, so wird die Fuge mit einer geeigneten Fugenfüllmasse ausgegossen. Die Fugenfüllmasse hat den Zweck, die Fugen gegen Eindringen von Wasser und Schmutz zu sichern. Sie muß infolgedessen wasserfest und wetterfest sein. Sie darf bei Erwärmung durch Sonnenbestrahlung etwa auf 50° nicht aus der Fuge herausfließen und muß bei jeder Temperatur bis etwa -25° plastisch bleiben, darf also selbst bei starkem Frost nicht spröde werden. Sie hat nicht den Zweck, für die Fugenbreite eine tragfähige Unterlage zu schaffen, die den Raddruck aufnehmen soll, denn die Fugen sind an sich so schmal, daß sich, wenn die Fugenkanten in gleicher Höhe ausgeführt sind, ein Stoß bei Befahren kaum bemerkbar macht. Liegen die Oberflächen zweier in einer Fuge zusammenstoßenden Platten nicht in gleicher Höhe, so kann auch die Fugenfüllmasse einen Stoß nicht verhindern. Die Vergußmasse wird durch Längenänderung des Betonbelages stark beansprucht und muß an dem Beton festhaften. Sie darf bei Dehnungen nicht reißen oder sich von den Fugenwandungen ablösen. Bei etwaigem Ablösen von den Wandungen oder Auftreten von Rissen in der Fugenmasse muß sich diese bei steigender Temperatur wieder verschweißen. Sie darf unter der Einwirkung des Verkehrs auch bei hoher Temperatur nicht an den Fußsohlen oder Luftreifen kleben bleiben. Vor Einbringen der Kittmasse ist selbstverständlich ein sorgfältiges Reinigen und Trocknen der Fugen erforderlich, und unter Umständen werden die Fugenränder mit einem Spezialbitumen vorgestrichen, um ein festes Haften der Kittmasse am Beton zu erzielen. Zum Einbringen des Kittes hat man verschiedene Geräte konstruiert, die ein Einpressen des Kittes gestatten. Zur Nachprüfung der Dehnbarkeit und Haftfähigkeit bei

niedrigen Temperaturen sowie der geringen Fließbarkeit bei hohen Temperaturen sind verschiedene Verfahren ausgebildet worden. Die Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e. V. (s. Mitteilungen der Ges. Nr. 7/1936) hat einen Entwurf über die vorläufigen Lieferungsbedingungen für bituminöse Fugenausgußmasse für Betonstraßen aufgestellt, in dem die zur Zeit als maßgebend anzusehenden Prüfverfahren eingehend beschrieben sind.

Auch in der Herstellung geeigneter Fugenfüllmassen ist noch viel Arbeit zu leisten, vor allen Dingen wäre es erwünscht, betongraue Massen zu erzeugen.

f) Nachbehandlung

Für eine gute Erhärtung und die Beschränkung des Schwindens auf ein Mindestmaß ist eine sorgfältige und möglichst lange Nachbehandlung des Betons erforderlich. Die nach dem Verdichten und Abziehen des Betons notwendigen Nacharbeiten an den Fugen und Rändern sollen nach Möglichkeit unter Dächern vorgenommen werden, die den frischen Beton gegen Regen, Sonnenbestrahlung und Wind schützen. Nach Abschluß dieser Arbeiten wird dieser Schutz durch möglichst niedrige, am besten hellgefärbte Dächer übernommen. Diese Dächer werden aus leichten Holz- oder Eisenbindern hergestellt und mit Stoff oder Papier eingedeckt. Sie müssen über dem Beton einen geschlossenen Raum bilden, müssen also auch an den Stößen und Giebelflächen dicht sein, damit ein Durchzug nicht ein vorzeitiges Austrocknen hervorruft. Eine weitere Unterteilung durch Trennwände ist günstig, damit Luftbewegungen innerhalb des überdachten Raumes erschwert werden. Bei sehr heißem Wetter baut man unter den Dächern noch Wasservernebelungsgeräte ein, um schon während des Abbindens Wasser in feinverteilter Form dem Beton zuzuführen. Zweckmäßig werden die Arbeits- und Schutzdächer fahrbar eingerichtet. Es sind nach Möglichkeit, besonders bei kühler Witterung, so viele Dächer herzustellen, daß die gesamte Leistung einer Schicht damit abgedeckt werden kann. Hat der Beton soweit abgebunden, daß er gefahrlos betreten werden kann, werden die Dächer auf die neuhergestellten Fahrbahnteile weiter transportiert und der Beton mit angefeuchteter Erde, bindigem Sand, Stroh, Heu, Schilf evtl. in fertigen Matten oder Tüchern abgedeckt. Diese Abdeckung wird längere Zeit, mindestens 10 Tage, dauernd naßgehalten. Je länger und je sorgfältiger dieses Naßhalten geschieht, desto hochwertigere Betondecken erzielt man, und desto geringer wird das Ausmaß des Schwindens. Die „Reichsautobahnen“ schreiben deshalb ein Feuchthalten während mindestens 3 Wochen vor.

II. BETONTECHNISCHE GRUNDSÄTZE FÜR STRASSEN BETON

a) Allgemeines

Die Fragen der zweckmäßigen Zusammensetzung von Straßenbeton wurden in der vorjährigen Ausgabe „Betonstraßenbau in Deutschland 1935“ eingehend behandelt, so daß zur Unterrichtung in Einzelfragen und Begründung der einzelnen Maßnahmen auf diese Ausgabe verwiesen werden kann, zumal sich grundsätzlich keine neuen Gesichtspunkte ergeben haben.

Zur Unterrichtung über die allgemein gültigen Regeln über die Beeinflussung der Betoneigenschaften durch die Betonzusammensetzung wird empfohlen, die entsprechenden Abschnitte im Zementkalender 1936“ S. 86—113 und Hummel, „Beton-ABC“, Berlin 1935, heranzuziehen.

An den fertigen Straßenbeton werden folgende Forderungen gestellt:

Für den Ober- und Unterbeton:

Ausreichende Druckfestigkeit, hohe Zugfestigkeit,

hohe Dehnungszahl $\alpha = \frac{1}{E}$, hohe Bruchdehnung,

geringe Neigung zum Schwinden und Quellen,

geringe Wasseraufnahmefähigkeit (Wetterbeständigkeit),

gute Wärmeleitfähigkeit (zur Verringerung innerer Temperaturspannungen).

Für den Oberbeton und bei einschichtiger Bauweise den gesamten Beton:

Hohe Stoßfestigkeit,

großer Abschleifwiderstand.

Dazu kommt für den frischen Beton, vor allem den Oberbeton, gute Verarbeitbarkeit und gute Formbarkeit. Von größter Wichtigkeit ist durchgängig gleiche Güte des Betons.

Jeder einzelne Bestandteil des Betons ist mit seinen Eigenschaften und seiner Menge von Einfluß auf die geforderten Betoneigenschaften.

Zement. — Nach dem Merkblatt der STUFA und den Richtlinien der Reichsautobahnen darf nur Zement verarbeitet werden, der den gültigen deutschen Normen entspricht. Im allgemeinen werden für den Straßenbau nur die gewöhnlichen Portlandzemente verwandt, während die hochwertigen Zementarten nur in Ausnahmefällen zur Anwendung kommen. Langsam bindende Zemente werden rascher bindenden Zementen vorgezogen. Für die Verwendung auf den Reichsautobahnen sind aus der Fülle der deutschen Zementmarken besonders günstige Zemente her-

ausgesucht, wobei für die Auswahl folgende Gesichtspunkte maßgebend sind: Gleichmäßigkeit der Lieferung; geringes Schwindmaß; hohe Biegezugfestigkeit bei hoher Druckfestigkeit; Bestehen der Kochprobe; Mahlfineinheit nicht unter 5 Prozent Rückstand auf dem 4900 - Maschensieb. Zur laboratoriumsmäßigen Prüfung werden Prismen $4 \times 4 \times 16$ cm aus gemischtkörnigem Sand verwandt. Zemente, die mit dem Wasser einen klebrigen Schleim bilden, sind für die Verarbeitbarkeit im Straßenbau günstiger als Zemente, die die Neigung haben, leicht wieder Wasser abzusondern und die zur guten Verarbeitbarkeit einen gewissen Mindestgehalt an Feinsand erfordern. Die Prüfung der Zemente auf der Baustelle beschränkt sich auf die bekannten normengemäßen Prüfungen auf Raumbeständigkeit und Abbindezeit.

Zuschläge. — Sand, Kies und Splitt sollen aus festen Gesteinen bestehen, deren Eigenfestigkeit mindestens gleich den verlangten Betonfestigkeiten ist. Die Reichsautobahnen schreiben in ihren Richtlinien vor, daß Gesteine bei Verwendung als Zuschlag für Oberbeton nicht weniger als 1500 kg/cm^2 und für den Unterbeton nicht weniger als 800 kg/cm^2 Druckfestigkeit aufweisen sollen. Gesteinszuschläge für Oberbeton sollen nach den gleichen Richtlinien nach DIN DVM 2108 nicht mehr als $0,25 \text{ cm}$ ($12,5 \text{ cm}^3$) Abnutzung aufweisen und bei Verwendung von Kies nicht mehr als $0,4 \text{ cm}$ (20 cm^3), möglichst aber nicht mehr als $0,35 \text{ cm}$ ($17,5 \text{ cm}^3$).

Schädliche Stoffe, die das Erhärten, die Festigkeit und die Wetterbeständigkeit des Betons beeinträchtigen, und die die Eiseneinlagen angreifen können, dürfen in den Zuschlägen nicht vorhanden sein. Die hierfür erforderlichen Untersuchungen sind im Teil 6 der „Richtlinien für Fahrbahndecken“ der Reichsautobahnen ausführlich angegeben.

Wasser. — Als Anmachewasser eignen sich alle in der Natur vorkommenden Gewässer, soweit sie nicht stark verunreinigt sind oder der Verdacht schädlicher Bestandteile vorliegt. In diesem Falle ist eine Untersuchung durch eine Prüfstelle zu veranlassen.

b) Mischen des Betons nach Gewicht und nach Raumteilen

Die für den Straßenbeton erforderliche Gleichmäßigkeit läßt sich durch die im übrigen Betonbau und Eisenbetonbau meist übliche Mischung nach Raumteilen nicht mit der erforderlichen Genauigkeit erzielen. Je nach dem Einfüllen des Zementes, ob locker oder gerüttelt, ergibt sich schon ein wesentlicher Unterschied bezüglich des Raumgewichtes des Zementes. Der Sand wird durch geringe Beimengungen von Feuchtigkeit erheblich aufgelockert, und es ergeben sich dadurch erhebliche Unterschiede in bezug auf die feste

Masse. Auch Kies und Splitt unterliegt einer, wenn auch erheblich geringeren Auflockerung durch Feuchtigkeit.

Um die bei der Raumteilzuteilung auftretenden großen Schwankungen mit Sicherheit zu vermeiden, ist man beim Bau der Reichsautobahnen dazu übergegangen, sämtliche Zuschläge nach Gewicht abzumessen und gibt dort die Zuschläge in 3—4 Kornabstufungen zu, wobei besonderer Wert auf die Zumessung der feinen Bestandteile 0—3 und 3—7 mm nach Gewicht gelegt wird. Die Eigenfeuchtigkeit der Zuschlagstoffe kann bei Zumessung nach Gewicht das Ergebnis nur wenig beeinflussen. Wo die Gewichtszumessung aller Bestandteile auf Schwierigkeiten stößt, ist es wichtig, wenigstens die feinen Bestandteile, nämlich Zement und Sand, abzuwiegen und nur die der Feuchtigkeitsauflockerung nicht unterliegenden Grobkornstufen nach Raummaß zuzuteilen.

Ist bei kleinen Ausführungen eine Zumischung nach Gewicht nicht wirtschaftlich möglich, so sollte man es sich zur Regel machen, den Zement nur in vollen Säcken zuzugeben, um damit bezüglich des Zementgehaltes auf einfache Weise eine Gewichtsbeimengung zu erhalten. Für Sand oder Kiessand ist es erforderlich, eine Eignungsprüfung mit künstlich getrockneten Zuschlägen vorzunehmen und dann entsprechend dem Feuchtigkeitsgehalt und dem Raumgewicht der feuchten Zuschläge eine Korrektur der Abmeßgefäße laufend vorzunehmen. Dies Verfahren, das auch die „Anweisung für Mörtel und Beton“ (AMB) der Deutschen Reichsbahn, Berlin 1936, für den Regelfall vorschreibt, hat zur Vorbedingung, daß der Zement in vollen Säcken zugegeben wird (bei nicht auf volle Säcke abgestimmten Mischungen muß die die vollen Säcke überschießende Zementmenge abgewogen werden), und daß bei Bestimmung der Eichmarke feuchter Sand verwandt wird. Da der Natursand, der für Betonstraßenzwecke fast ausschließlich wegen seiner die Verdichtung erleichternden Kornform in Frage kommt, meist zwischen 2 und 6 Prozent des Gewichtes an Feuchtigkeit enthält und da das Raumgewicht innerhalb dieser Grenzen nahezu gleich bleibt, sind hierdurch keine nennenswerten Abweichungen in der Zementmenge je m^3 zu befürchten, wenn darauf geachtet wird, daß ausgetrocknete oder trockene Sande vor der Verarbeitung angehäßt werden. Bei Verwendung von Bruchsand, der für Straßenbauzwecke tunlichst zu vermeiden ist, da er eine höhere Wassermenge zur Verarbeitbarkeit beansprucht, ist die Eichmarke in trockenem Zustande, in dem er ja auch angeliefert wird, zu bestimmen.

Ob man nach Gewicht oder nach durch Wägung richtiggestellten Raumteilen arbeitet, immer muß die der Eignungs-

prüfung zugrunde gelegte Menge des Anmachwassers nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Zuschläge überprüft werden. Hierzu muß täglich einmal und bei jeder wesentlichen Änderung (Regen, Trockenheit) der Feuchtigkeitsgehalt der Zuschläge durch eine Darrprobe bestimmt werden und danach die Wasserzumeßvorrichtungen an der Mischmaschine eingestellt werden. Darüber hinaus müssen die Führer der Mischmaschine so erzogen werden, daß sie Veränderungen im Feuchtigkeitsgehalt der Zuschläge erkennen und den Wasserzusatz selbständig so bemessen können, daß nur Beton von der für die Verarbeitbarkeit als richtig erkannte Steife die Maschine verläßt. Die Menge des Anmachwassers muß der Art der Verdichtungsgeräte angepaßt sein und soll nicht größer sein als die gewählte Verarbeitungsweise verlangt. Dies ist im allgemeinen richtig, wenn eine dicht schließende, profilgemäße Oberfläche erzielt wird, die gegen Ende der Bearbeitung feucht glänzt und bei der jedoch die Spuren der Verdichtungsgeräte noch nicht verlaufen. Im allgemeinen genügt hierfür ein Wasserzementfaktor von 0,35—0,50, wobei Splittbeton einen höheren Wasserbedarf hat als Kiesbeton. Höhere Wasserzementfaktoren sind im allgemeinen unzulässig, aber noch niedrigere sind zu vermeiden, da sonst der Beton leicht weniger Wasser enthält, als zum Abbinden des Zements erforderlich ist, und bei zu trockener Verarbeitung eine innige Verbindung zwischen Ober- und Unterbeton zweifelhaft wird. Das Mischen des Betons soll in geeigneten Maschinen (s. Abschnitt A. III. d) erfolgen, wobei die Mischdauer mindestens $1\frac{1}{2}$, höchstens 2 Minuten betragen soll. Die Reichsautobahnen schreiben vor, daß die Mischzeit abzulesen sein soll und nach Möglichkeit Vorrichtungen angebracht werden sollen, die ein Entleeren vor einer Mischdauer von $1\frac{1}{2}$ Minuten verhindern. Die Wasserabmeßvorrichtungen sollen zuverlässig messen und anzeigen und das Wasser gleichmäßig und rasch zuführen.

c) Oberbeton

Während das Merkblatt der STUFA einen Zementgehalt des Oberbetons von 350 kg/m^3 empfiehlt, sehen die Richtlinien der Reichsautobahnen einen Zementgehalt von mindestens 300 kg/m^3 vor, der möglichst nicht über 350 kg/m^3 hinausgehen soll. Nach den letztgenannten Richtlinien ist maßgebend für den Aufbau des Betons in allen Fällen, daß die erforderlichen Druck- und Biegefestigkeiten erreicht werden. Sie sollen nach 28 Tagen betragen:

Druckfestigkeit mindestens 330, i. M. 400 kg/cm^2 ,
Biegefestigkeit mindestens 38, i. M. 45 kg/cm^2 .

Diese Forderungen sind erheblich höher als im Merkblatt, wo für den Oberbeton eine Druckfestigkeit von mindestens 250, i. M. 320 kg/cm² und eine Biegezugfestigkeit von mindestens 30, i. M. 35 kg/cm² vorgesehen war.

Neben dem Zementgehalt und der Höhe des Wasserzusatzes ist die Festigkeit und der Abschleifwiderstand des Oberbetons im wesentlichen von der Kornzusammensetzung abhängig. Sowohl in den Richtlinien der Reichsautobahnen wie im Merkblatt der STUFA sind hierfür Sieblinien angegeben, die keine wesentlichen Unterschiede für den Oberbeton aufweisen. Diese Sieblinien ergeben eine gute Verarbeitbarkeit unter der Voraussetzung, daß die Kornanteile 0—7 aus Natursand und die Anteile 7—30 aus gebrochenem Gestein bestehen. Innerhalb der Sieblinien kann der Verlauf des Gemisches auch un stetig sein. Neuerdings sind auch Versuche mit Ausfallkörnungen unternommen worden, d. h. Körnungen aus Gemengen, bei denen die mittleren Körnungen vollkommen fehlen und mit denen es trotzdem möglich ist, einen erstklassigen Beton zu erzielen, wenn die Verarbeitungs- und Verdichtungsmaßnahmen den Eigenheiten des Gemenges angepaßt sind.

Die Verarbeitbarkeit wird bei gleichzeitig geringer werdendem Wasseranspruch verbessert, je mehr sich die Kornformen des Zuschlags von den scherbigen, splinterigen Formen entfernen und den gedrunghenen Formen nähern, um schließlich bei rundlichen Kornformen in den Idealbereich zu kommen. Die Kornzusammensetzung und die Verarbeitbarkeit muß der Schwere und Eigenart des Fertigers angepaßt werden, und man kann im allgemeinen bei schweren Fertighern und bei Vibrationsgeräten niedriger liegende, d. h. an Grobteilen reichere Mischungen verarbeiten. Eine rauhe, griffige Oberflächenbeschaffenheit des Zuschlagkornes erhöht die Biegezugfestigkeit des Betons, die durch eine leichte Wasserabsaugefähigkeit noch gesteigert wird. Zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit werden im allgemeinen für den Oberbeton Grobzuschläge aus Hartgestein verarbeitet. Der Verarbeitung von Kies, obwohl sie theoretisch sehr günstig ist, steht im allgemeinen entgegen, daß die in der Natur vorkommenden Kiese gewöhnlich auch Körner von weichem Gestein enthalten, die sich unter dem Verkehr und der Einwirkung der Witterung rascher abnutzen als die übrigen Körner und dadurch Anlaß zu Oberflächenzerstörungen geben.

d) Unterbeton

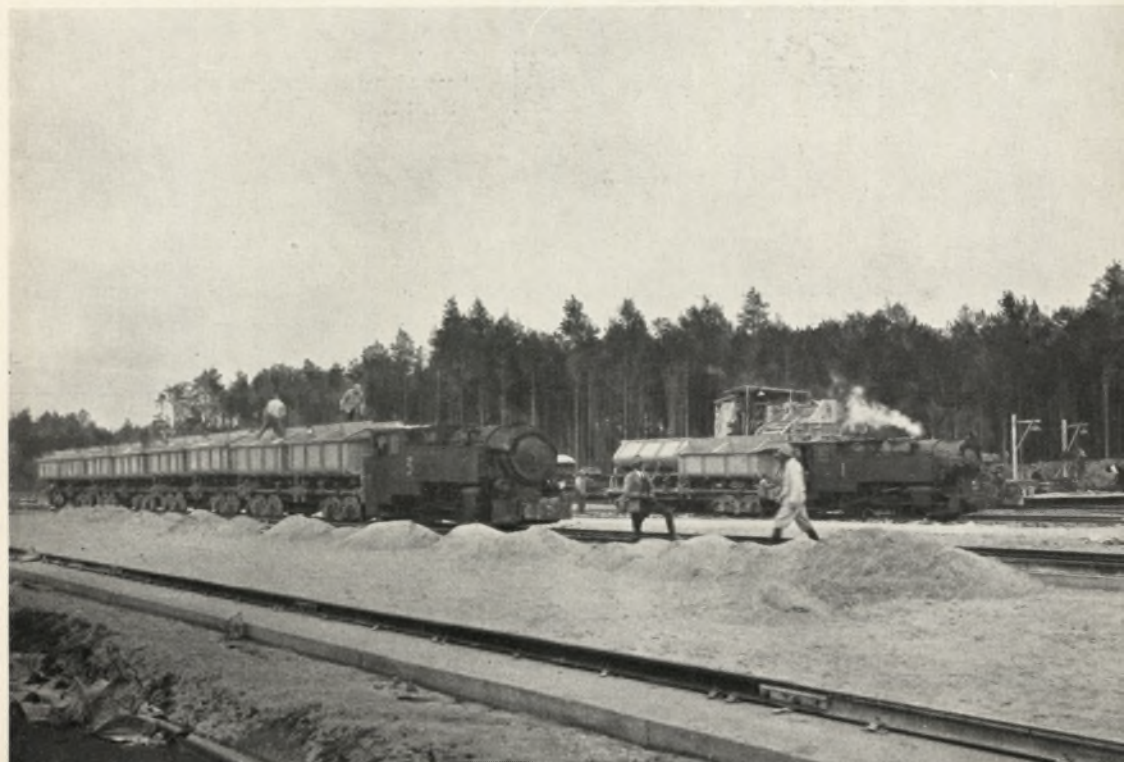
Wie bereits in Abschnitt A Ic ausgeführt wurde, ergibt sich aus der vielseitigen Beanspruchung des Deckenbetons, daß der Unterbeton bezüglich seiner Druck- und Biege-



**Zementschuppen
mit durch-
laufendem Gleis**
Baeumer & Loesch

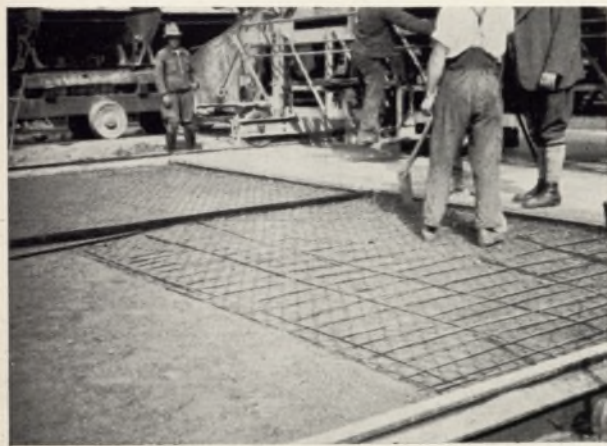


Materialförderung in Großraumwagen
Ausf.: Polensky & Zöllner

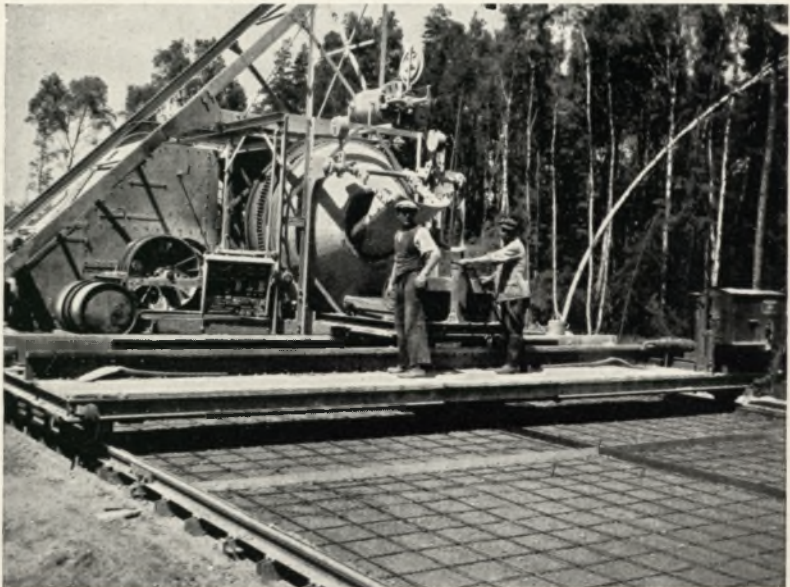




**Bewehrung mit
Baustahlgewebe**
**Eiserne Schalungs-
schienen (Krupp)**



**Bewehrung mit ebenem
Benzinger-Geflecht**



**Bewehrung mit
Einzelstäben**



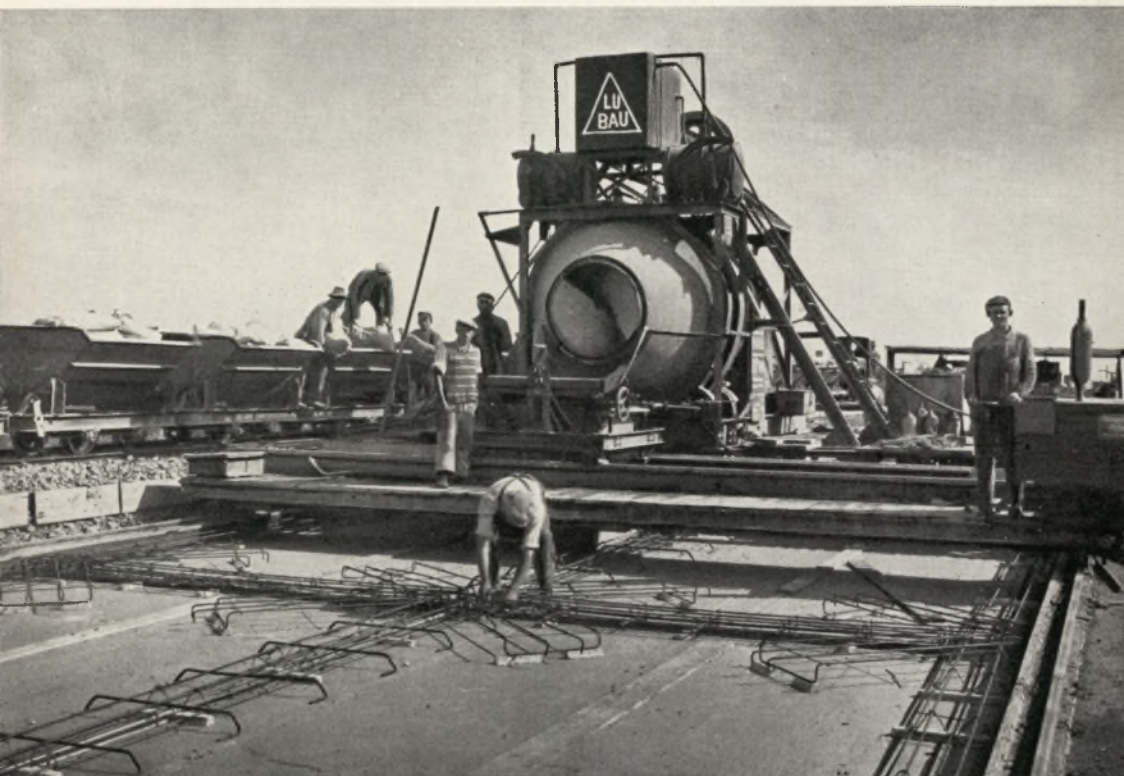
**Baustahlbewehrung
mit
Eckverstärkung**

**Ausf.: Hermann Streubel
Straßenbau G. m. b. H.**



Umlaufende räumliche Bewehrung mit Verdübelung

Ausf.: Ludwig Bauer, Stuttgart



**Umlaufende
Bewehrung aus
räumlichem
Baustahlgewebe
und
Verdübelung**



**Bewehrung mit
Istegstahl
(engere Lagen
an den Rändern)**

festigkeit keineswegs minderwertiger sein darf als der Oberbeton, jedoch fällt beim Unterbeton die Forderung der Verschleißfestigkeit fort. Während im Merkblatt der STUFA für den Unterbeton eine mittlere Druckfestigkeit von 200 kg/cm^2 und eine mittlere Biegezugfestigkeit von 25 kg/cm^2 gefordert wird, verlangen die Richtlinien der Reichsautobahnen für Unterbeton dieselben Festigkeiten wie für den Oberbeton. Für den Unterbeton fallen die Forderungen der leichten Formbarkeit, der leichten Wasserhaltung und des leichten Deckenschlusses fort, so daß der Unterbeton im allgemeinen trockener als der Oberbeton angemacht werden kann, jedoch darf man hierbei nicht zu weit gehen, damit ein Mindestmaß von Wasser vorhanden ist, um ein ordnungsmäßiges Abbinden und Erhärten zu gewährleisten. Während die Richtlinien der Reichsautobahnen für den Unterbeton dieselben Sieblinien vorsehen wie für den Oberbeton, zieht das Merkblatt der STUFA den Bereich wesentlich weiter und trägt dabei den wirtschaftlichen Verhältnissen für den normalen Straßenbau Rechnung.

Als Grobzuschläge verwendet man im allgemeinen Kies, Findlingskleinschlag und u. U. auch gebrochene weiche bzw. mittelharte Gesteine.

Die Richtlinien der Reichsautobahnen schreiben für den Unter- und Oberbeton den gleichen Zementgehalt vor, eine Forderung, die für den normalen Straßenbau aus wirtschaftlichen Gründen vielfach nicht gestellt wird. Jedoch ist es zweckmäßig, eine möglichste Angleichung des Zementgehalts von Ober- und Unterbeton anzustreben und nach Möglichkeit für den Unterbeton nicht unter 280 kg/m^3 herabzugehen. Bei guter Verarbeitung kann man trotz geringeren Zementgehalts bei guter Kornzusammensetzung und Verarbeitung die Forderung erfüllen, daß der Unterbeton die gleichen Druck- und Zugfestigkeiten wie der Oberbeton aufweist.

III. MASCHINEN UND GERÄTE FÜR DEN BETONSTRASSENBAU

a) Allgemeines

Wenn man die neueste Entwicklung im maschinellen Betonstraßenbau etwa seit 1934 überblickt, so ist festzustellen, daß im vergangenen Jahre in Deutschland eine wesentlich gesteigerte Weiterentwicklung auf der Grundlage eigener Forschungsergebnisse und einer eigenen, von den ausländischen

Vorbildern nicht mehr beeinflussten konstruktiven Durchbildung der Geräte vor sich gegangen ist. Ihre Anregung hatte diese Entwicklung durch die gewaltigen Bauaufgaben erhalten, die dem Betonstraßenbau im Rahmen der Reichsautobahnbauten — insbesondere für das Jahr 1935 und die folgenden Jahre — zugefallen waren; ihren Ausgang nahm sie von der im Herbst 1934 in München abgehaltenen großzügigen Straßenbau-Ausstellung, in der u. a. die für den weiteren Ausbau maßgeblichen Gerätearten für den Betonstraßenbau zusammengestellt waren. Der damalige Stand der Entwicklung¹⁾ zeigte bereits die eigenen Wege, die zur Erreichung des gesteckten Zieles einwandfreier und absolut ebener Fahrbahndecken in Deutschland eingeschlagen wurden. Daß inzwischen die weitere Ausgestaltung und Durchbildung der Geräte in derselben Linie beharrlich weiter verfolgt wurden, ist bei der Größe der vorliegenden Bauaufgaben nicht verwunderlich, zumal wenn man sich vergegenwärtigt, daß die für diese Bauaufgabe erforderlichen Massenleistungen — etwa 260 Millionen m³ Erdbewegung und allein etwa 90 Millionen m² Betondecken — für viele Jahre dem gesamten Baugewerbe und nicht zuletzt der Baumaschinenindustrie eine lohnende und dankbare Dauerarbeit sicherstellen.

Daß die Hilfe der Maschine bei der Erzielung derartiger Leistungen innerhalb verhältnismäßig kurzgestellter Fristen nicht zu entbehren ist, liegt auf der Hand, im Gegenteil: es ist eine der wesentlichen im deutschen Betonstraßenbau vorliegenden Aufgaben geworden, neben gründlichstem Wissen um die Beschaffenheit und die Eigenschaften des Baustoffes, seine Verarbeitung und Nachbehandlung, die Anwendung und weitere Ausgestaltung der maschinellen Hilfsmittel bzw. die bestmögliche Durchführung der maschinellen Bauverfahren zu fördern, um die für die hochwertigen Autostraßen verlangten hohen Güteeigenschaften einerseits, andererseits aber auch die im Rahmen einer vernunftgemäßen, sparsamen Betriebsführung geforderte Wirtschaftlichkeit der Baudurchführung sicherzustellen. Die vielseitigen wissenschaftlichen und praktischen Fragen, die heut noch zu lösen sind, liegen bei der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen in den besten Händen. Dabei sind an grundlegenden Herstellungsfragen, wie z. B. Ausführung der bestmöglichen Verdichtung des Straßenbetons, einwandfreie Fugenherstellung, neben den bereits letzthin durchgeführten

¹⁾ T. v. Rothe: Die maschinellen Verfahren des Mischens, Einbringens und Verarbeitens von Straßenbeton. Betonstraße 1934. H. 12, u. Die neuere Entwicklung des maschinellen Straßenbaues. Verkehrstechnik 1934. H. 20 u. 21.

großzügigen Baustellenuntersuchungen noch mancherlei weitere Untersuchungen vorzunehmen, um die verschiedenen noch nicht restlos gelösten Fragen endgültig zu klären. Für die Bauausführung selbst steht die Auswahl und bestmögliche Verwendung der hochentwickelten Geräte und Maschinen der deutschen Straßenbaumaschinenindustrie mit im Vordergrund des Interesses. Sie wird sinngemäß durch die Zusammenarbeit aller beteiligten Stellen und durch Anpassung an die vorliegende Bauaufgabe in bezug auf die Bemessung des Maschineneinsatzes und ein möglichst reibungsloses Zusammenspiel der einzelnen Aggregate durchzuführen sein.

Die im Rahmen der großen Gesamtarbeit von der Baumaschinen-Industrie zu lösenden Konstruktionsaufgaben und die entsprechende Durchbildung der Geräte im Sinne der sich ständig steigenden Anforderungen an Leistung und Güte des Enderzeugnisses haben eine Entwicklung der Straßenbaugeräte in Fluß gebracht, die heut noch andauert und ständig durch die Ergebnisse der im Gang befindlichen und noch durchzuführenden Forschungsarbeiten befruchtet wird.

Die beiden Hauptaufgaben für den neuzeitlichen Straßenbau, die Herstellung des Unterbaues und die Verlegung der Straßendecke erfordern dem Charakter der Arbeitsgebiete und der Zeitfolge der Herstellung entsprechend getrennte Baustelleneinrichtungen und maschinelle Hilfsmittel. Während die erstere Arbeit als für alle Straßenarten gemeinsame Erdbewegung z. T. größten Ausmaßes gekennzeichnet ist und demgemäß das typische Erdbaugerät erfordert, ist die zweite Aufgabe ausschließlich vom Baustoff und von der Bauart der Decke abhängig und verlangt den Einsatz der Sondergeräte für die betreffende gewählte Deckenart.

b) Erdbaugeräte

Die neueste Entwicklung der Erdbaugeräte hat sich den Anforderungen für den Reichsautobahn-Unterbau entsprechend eingestellt, die in steigendem Maße eine gewisse Freizügigkeit bedingen. Auch eine möglichst vielseitige Verwendungsfähigkeit im Sinne der Anpassung an die verschiedenen Aufgaben der Erdbaugeräte und der Wirtschaftlichkeit der Bauausführung ist erreicht worden. Als Sonderaufgabe ist die Schaffung von Geräten für die Verdichtung, d. h. die Herstellung eines setzungsfreien Untergrundes hinzutreten, der insbesondere für die Betondecke heut als unerläßliche Vorbedingung zu betrachten ist.

Soweit überhaupt die Massen den Einsatz der Maschine bedingen, kommt heut für das Lösen und Laden wohl stets

der Raupenlöffelbagger in Frage, der, mit Rohöl-antrieb versehen, mit 0,5 bis 1 m³ Löffelinhalt, oft auch in seiner kleinsten Bauart mit 0,3 m³ Löffelinhalt, dank seiner hohen Spielzahl bei geringem Gewicht das gegebene wirtschaftliche Lösungs-Gerät darstellt. Durch seine universelle Ausrüstung als Tieflöffel-, Planier- und Greifbagger für die verschiedenen Arten der Grabarbeit, als Kran, Ramme und Stampfgerät für Ladezwecke und Sonderaufgaben ist der Löffelbagger heute für jede größere Erdbaustelle im Straßenbau nahezu unentbehrlich.

Für Ab- und Auftragsarbeit an kurzweiligen Boden-erhebungen ist neuerdings (von Menck & Hambrock) ein neues Flachbaggergerät hergestellt worden, das als sog. Planier-raupe die Lösung gewachsenen Bodens, die Förderung auf kurze Entfernung und die Einebnung vornimmt. Letzthin wurde von der gleichen Herstellerfirma ein weiteres Gerät für längere Transportentfernungen geschaffen, das als ein Schürfkübel auf Rädern angesprochen werden kann: der „Schürfwagen“. Er wird, wie auch der Raupenwagen, von einem 50-PS-Raupenschlepper gezogen, während der Fahrt füllt sich der Schürfkübel und wird durch an beiden Seiten angeordneten Öldruckzylinder an seinem vorderen Teil hochgehoben, wonach der Wagen zur Entladestelle fährt.

Für die wichtigen Aufgaben der Förderung der Massen für den Unterbau werden heute meist Rohöllokomotiven verwendet, die mit 10 bis 40 PS ind. Leistung und 2,5 bis 9,5 t Dienstgewicht sowohl für 600 mm wie für 900 mm Spurweite zur Verfügung stehen. Während bei der größeren Spur die Dampflokomotive noch immer vorherrscht, wird bei der für kleine und mittlere Leistungen üblichen 600-mm-Spur wohl durchweg der Rohölmotor als Antriebsquelle vorgezogen. Die hierfür maßgebenden Vorteile der Diesellokomotive — ihre stete Betriebsbereitschaft, die Unabhängigkeit vom Wasserverbrauch, die Ersparnis des Heizers und insbesondere der wesentlich geringere Brennstoffverbrauch — sind zur Genüge bekannt. An Förderwagen verwendet der neuzeitliche Straßenbaubetrieb vornehmlich den eisernen Muldenkipper, neuerdings auch in geschweißter Ausführung, bei 600 mm Spur mit 1 m³, bei 900 mm mit 2 m³ Inhalt. Bei großen Massen finden auch die Stahlkasten-Selbstentlader mit 5,3 m³ Inhalt wirtschaftliche Verwendung. Stets wird die Wahl der Größe der Förderwagen weitgehend von den jeweiligen betrieblichen Verhältnissen abhängig sein, so daß z. B. bei Löffelbaggerbetrieb der Förderinhalt der Wagen so bestimmt wird, daß eine gewisse Anzahl ganzer Löffelinhalt aufgenommen und gefördert werden kann, damit bei kürzester Umschlagzeit die bestmögliche Nutzung des

Wagenparkes erreicht wird. Auch das F ö r d e r b a n d wird — insbesondere bei Lösung durch Handarbeit — gern eingesetzt, wobei allerdings seine Leistung bei weitem nicht voll ausgenutzt werden kann.

Die für die neueste Entwicklung im Erdbaubetrieb kennzeichnende Aufgabe ist die Festlegung und Verdichtung des Materials bei frisch geschütteten Dämmen, bei denen es bei den heute erforderlichen Baufortschritten selten möglich ist, die natürlichen Setzungsfristen abzuwarten. Für diese Festlegung und Verdichtung des Straßenunterbaues, für die früher wohl ausschließlich als Hilfsmittel die Walze zur Verwendung gelangte, sind in der neuesten Entwicklung verschiedene neue Formen von Verdichtungsgeräten zu verzeichnen, die durch Stampf- oder Rüttelarbeit das erstrebte Ziel, einen möglichst setzungsfreien, dichten Unterbau, zu erreichen suchen. Neben den Explosionsrammen kleineren Ausmaßes mit Gewichten von 60 bis 90 kg sind für die neuere Entwicklung die größeren Explosionsstampfer bis zu einem Gewicht von 1000 kg kennzeichnend.

An Freifallstampfern sei die bekannte, vielfach verwendete Stampfausrüstung der Umbaubagger, wie sie die Firmen Demag, Menck & Hambrock, Orenstein & Koppel, die Büniger A. G. und die Weserhütte A. G. mit Stampfplatten von 2 bis 2,5 t Gewicht bauen, kurz erwähnt.

Nach dem gleichen Prinzip wie die Freifallstampfer der Umbaubagger, nur als Großgerät mit mehrfacher Leistungsfähigkeit, arbeitet die Hochleistungsstapfmaschine „System Hof“ (Menck & Hambrock), auf einem niedrigen Raupenwagen aufgebaut, im Gegensatz zur Dinglerschen Stampfhammermaschine mit nur vier Stampfern mit dem hohen Schlaggewicht von je 1500 kg, die in ihrer Breite die Gesamtbreite des Fahrgestelles abstampfen. Bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von etwa 220 m/h und je 20 Schlägen in der Minute wird eine Stampfleistung von 500 bis 600 m²/h erreicht.

Die letzte Entwicklung der Boden-Verdichtungsgeräte bringt noch zwei weitere Lösungen: die eine sucht durch erhebliche Erhöhung der Schlagzahl bei verminderter Einzelschlagleistung die Verdichtung durchzuführen, die andere sieht ein Großgerät vor, das in völlig anders gearteter Wirkungsweise durch Einrüttelung mittels einer schweren Platte in großem Maßstabe Verdichtungsarbeit im Erdbau zu leisten bestimmt ist.

In ähnlicher Richtung wie beim Erdbaugerät bewegen sich die neuesten Entwicklungskennzeichen der maschinellen Hilfsmittel für die Herstellung der Straßendecke im

Betonstraßenbau. Steht doch hier wie dort neben den Aufgaben der Förderung die gleiche Aufgabe der Verdichtung des Baustoffes im Vordergrund. Jedoch ist — allgemein gesprochen — die Entwicklung der Geräte für die Betondeckenherstellung wohl noch mehr in Fluß, da ihr in letzter Zeit eine Fülle wissenschaftlicher Untersuchungen theoretischer und praktischer Natur gegolten haben, deren Ergebnisse zum Teil noch in der Auswertung begriffen sind und sich somit erst in nächster Zukunft auswirken werden.

Die vier Arbeitsstufen des neuzeitlichen Betondeckenbaues, die sich, um ein einwandfreies Enderzeugnis zu gewährleisten und einen wirtschaftlichen Baufortschritt zu sichern, maschineller Bauverfahren bedienen müssen, sind:

1. Lagerung, Umschlag, Abmessung und Transport der Betonrohstoffe,
2. Mischen des Betons,
3. Einbringen des Betons,
4. Verarbeitung, d. h. Verdichtung, Fertigung der Decke einschließlich Fugenherstellung.

c) Lagerung, Abmessung, Transport der Betonrohstoffe

Da zum Zweck der genauen Einhaltung einer bestimmten Betonzusammensetzung besonderer Wert auf die sorgfältige getrennte Lagerung, Abmessung und Zuteilung der Zuschlagstoffe und des Bindemittels zu legen ist, wurden hierfür entsprechende, z. T. leicht ortsveränderliche Einrichtungen geschaffen, wie sie z. B. die OBK. Breslau vorgesehen hat: etwa 6 bis 50 m³ fassende Bunker nehmen die verschiedenen Rohstoffe zum Lagern auf, die mittels Greifer aus den Bahnwagen gefördert werden. Unter den Ausläufen der Bunker angebrachte, nach unten durch Drehschieber abgeschlossene Abmeßtrichter mit Waage zeigen die Gewichte der zuzuteilenden Materialmengen an einem Zifferblatt an; je nach der gewünschten Körnung werden die Mengen gewichtsmäßig zgeteilt und auf einem unter den Trichtern laufenden Förderband zu den Muldenkippern gefördert, die sie den Mischern zuführen.

Die übliche Art der Lagerung der Zuschlagstoffe ist die in Vorratsbunkern, die einen möglichst nicht zu knapp bemessenen Vorrat, getrennt nach Korngrößen, fassen. Von diesen werden dann, dem Baustellenbedarf angepaßt, die benötigten Mengen mittels Greifergerätes entnommen und in die hölzernen Hochsilos gefördert, die, mit gewichtsmäßiger Abziehvorrichtung ausgerüstet, direkt die Muldenkipper beladen. In diesen erfolgt dann die Förderung zur Baustelle

auf 600-mm-spurigem Gleis mittels Rohöl- oder Dampflokomotiven. Für den Zement geschieht Lagerung und Förderung stets sackweise.

d) Das Mischen des Betons

Nach den grundlegenden Untersuchungen von Garbotz und Graf sind durch die Maschinenmischung bekanntlich ganz erhebliche Vorteile sichergestellt. Außer der Feststellung der unvergleichlich höheren Festigkeit gegenüber der Handmischung haben diese Untersuchungen auch Richtlinien gegeben, die sowohl die Technik des Mischens — Wasserzugabe, Wasserabmessung, Mischzeiten — wie die Bauart der Mischmaschinen weitgehend beeinflußt haben.

Die Mischmaschinen werden bekanntlich nach der Art des Mischvorganges in Freifall- und Zwangsmischer eingeteilt, während nach der Art des Betriebsvorganges die absatzweise arbeitenden Geräte (Chargen-Mischer) und die kontinuierlich betriebenen Maschinen zu unterscheiden sind. Der prinzipielle Unterschied der beiden Hauptgruppen — nach der Art des Mischvorganges — besteht darin, daß bei den Freifallmischern die Mischung im freien Fall durch die hierbei eintretende Vermengung der einzelnen Bestandteile des Mischgutes mit oder ohne Verwendung von Mischschaufeln vor sich geht, während bei den Zwangsmischern ein zwangsläufig vorgeschriebener Weg des Mischgutes im horizontalen oder vertikalen Rührwerk festgelegt ist²⁾.

Im allgemeinen sind im Straßenbau alle Größenanordnungen der Mischer von 75 l Trommelinhalt bis zu den größten Ausführungen von 1000 und 1500 l Inhalt vertreten. Die Leistungen bewegen sich, den Größen entsprechend, zwischen 3 und 30 m³/h. Als die zweckentsprechendsten haben sich für größere Baustellen die Größen von 500 und 750 l bewährt. Während für Großbaustellen die stationäre Anlage zweckmäßig ist, werden in der Regel die fahrbaren Anordnungen im Straßenbau bevorzugt, und zwar meist auf Räderfahrgestell — gegenüber dem in Amerika neuerdings gern verwendeten Raupenfahrwerk. Als Antrieb findet sich der Diesel-, der Benzin- und der Elektromotor sowie auch die kombinierte Verwendung des Schleppermotors für die Fortbewegung und die Mischung.

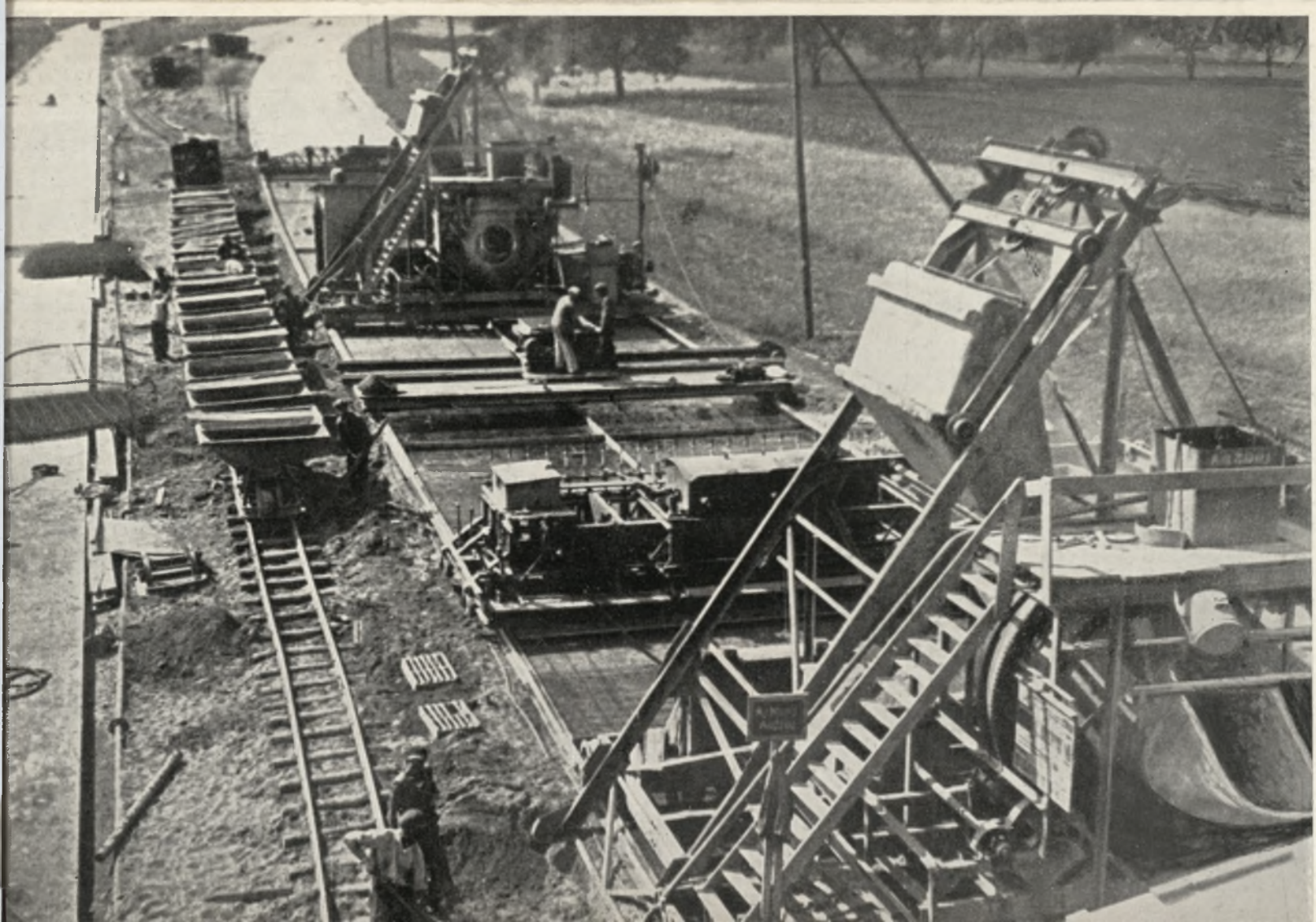
Die neuzeitlichen Mischer sind selbstverständlich mit einer Wasserabmeßvorrichtung versehen, die zuverlässig für die

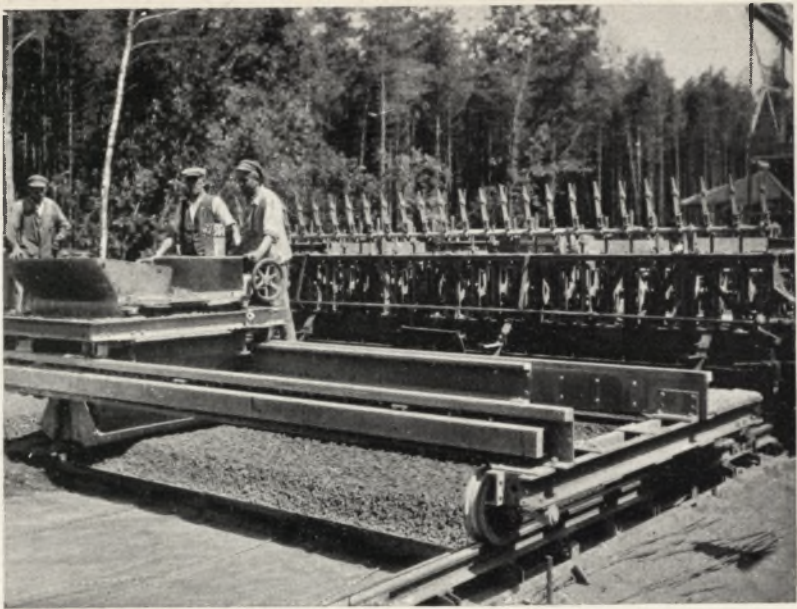
²⁾ Über die einzelnen Systeme vgl. Betonstraßenbau in Deutschland Ausgabe 1935, S. 40.

Zugabe einer bestimmten Wassermenge sorgt. Zu beachten ist hierbei in jedem Falle, daß der Feuchtigkeitsgehalt der Zuschlagstoffe unbedingt entsprechende Berücksichtigung finden muß, um praktisch mit Sicherheit Betonmischungen von gleichem Wassergehalt zu erhalten.

Für die Verwendung im Betonstraßenbau sind von den führenden Firmen mannigfache Spezialausführungen von Straßenbetoniermaschinen entwickelt worden. Im besonderen sind es die Firmen: Draiswerke G. m. b. H., Mannheim, Gauhe, Gockel & Cie., Oberlahnstein, Maschinenfabrik Otto Kaiser, St. Ingbert/Saar, die Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerte A. G. Hüttenwerk Sonthofen und die Jos. Vögele A. G., Mannheim, die diese Betonieranlagen herausgebracht haben.

Von der neuesten Entwicklung der für den Betondeckenbau der Reichsautobahnen geschaffenen Straßenbetonieranlagen seien hier noch einige Sonderausführungen erwähnt, die bereits zu den verschiedenen neuen Kombinationen überleiten, die Misch- und Einbringungsanlage vereinigen. Der „Straßenbetonierapparat“ von Gauhe, Gockel & Cie. besteht im wesentlichen aus einer in Straßenrichtung verfahrbaren, die Straßenbreite überspannenden brückenartigen Konstruktion, dem Mischer von 500 bis 1500 l Inhalt, dem Verteilerkübel gleichen Fassungsvermögens und dem Fahrwerk mit Wendegetriebe. Der Mischer ist seitlich aufgestellt, und zwar so, daß der fahrbare Verteilerkübel unter ihn einfahren und gefüllt werden kann. Auf dem Oberflansch des Brückenrahmens laufend verteilt dieser dann, angetrieben durch endlose Kette, mittels Doppelklappenverschluß mit einstellbarer Öffnungsbreite und Abstreichrahmen den Beton über die ganze Straßenbreite. In ähnlicher Art arbeitet die neueste Konstruktion des Hüttenwerks Sonthofen; hier ist der Straßenbetonmischer in der Mitte der Straße, auf der die Straßenbreite überspannenden Brückenkonstruktion aufgebaut, die gleichfalls in Längsrichtung der Straße auf seitlich angeordneten Schienen oder Unterlagen verfahrbar ist. Unter dem Mischer läuft am Seilzug der Verteilerkübel und bestreicht quer zur Straßenrichtung die Straßenbreite. Die Beschickung erfolgt bei Gauhe, Gockel & Cie. durch Aufzugskübel, bei Sonthofen durch einen Muldenaufzug. Eine dritte Lösung der Vereinigung der Straßenbetonmischanlage mit der Einbringungs- und Verteiler-Anlage, die gleichfalls zur Verwendung für den Bau der Reichsautobahnen entwickelt wurde, baut das Ahlfelder Eisenwerk. Auch bei dieser Konstruktion ist der Mischer — hier mit 1000 l Inhalt — auf einer auf seitlichen Unterlagen verfahrbaren brückenartig die Straßenbreite überspannenden Konstruktion aufgebaut.



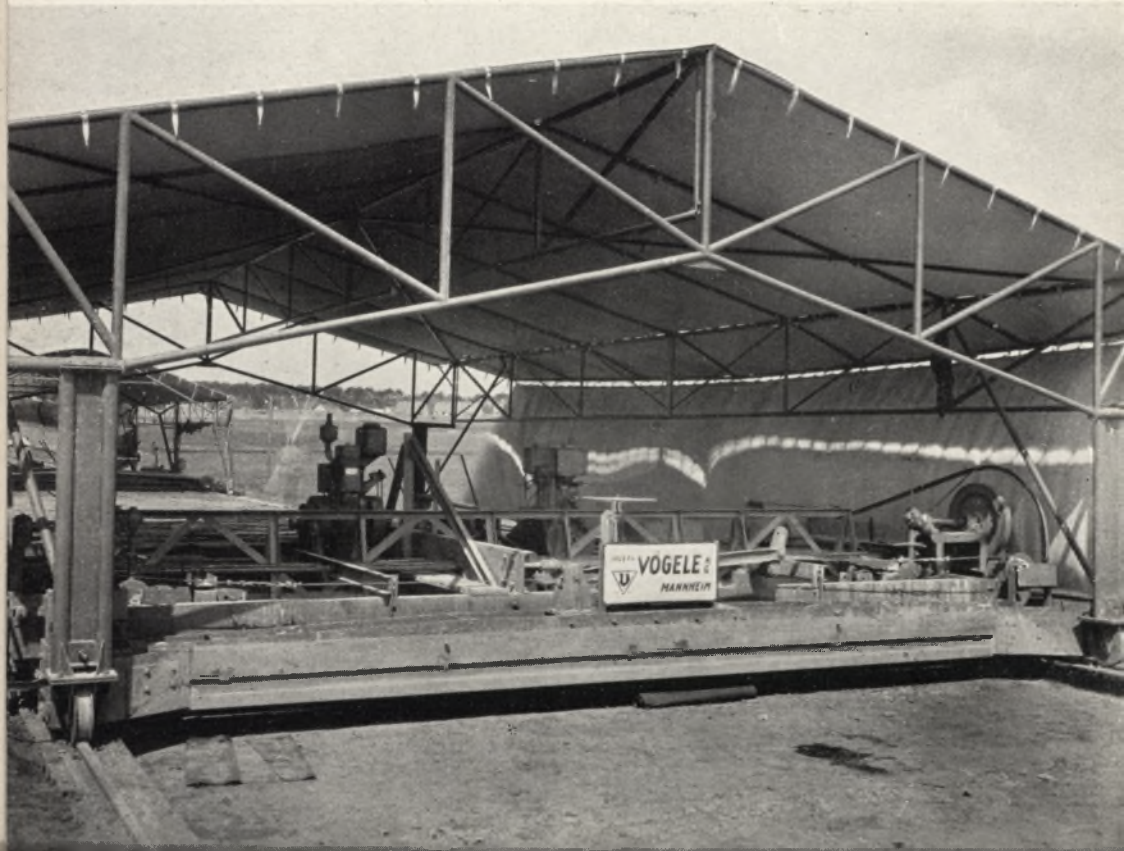


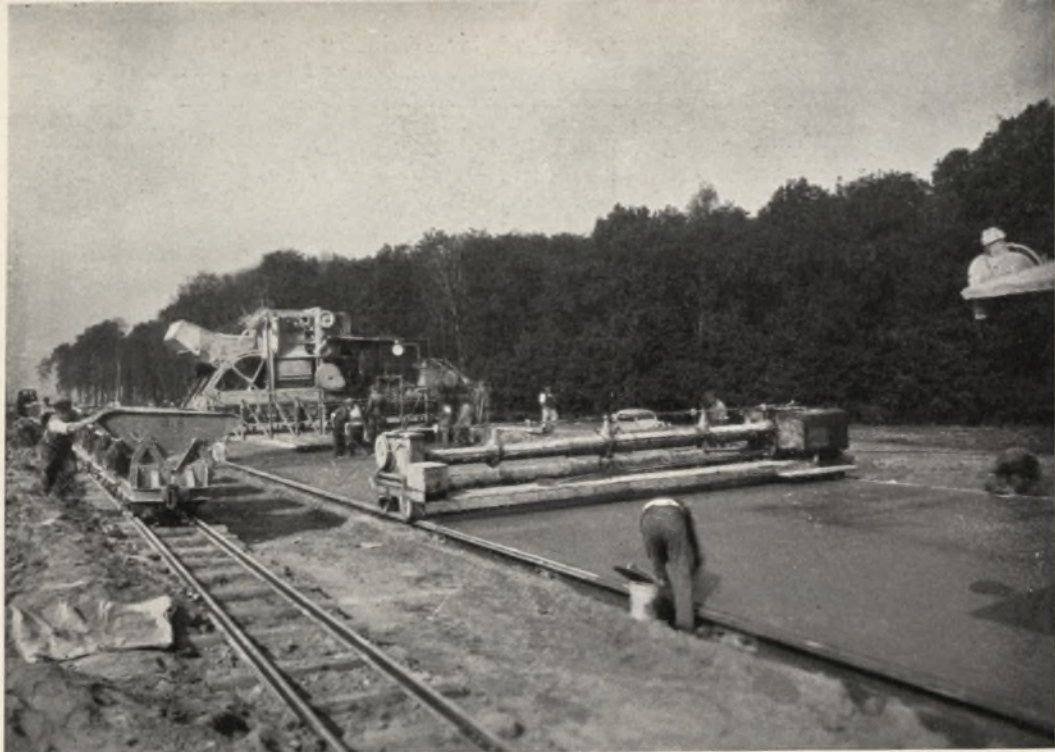
**Stampfhammer-
maschine und
Verteiler**

Dinglerwerke A. G.

Betonstraßenfertiger

Joseph Vögele A. G.





Thiele-Fertiger

Gauhe, Gockel & Cie. G. m. b. H.

Tafel XIX



**Drehvorrichtung
zum Umsetzen
der Geräte von
einer Fahrbahn
auf die andere**

Ausf.:

**Hermann Sireubel
Straßenbau G. m. b. H.**

Tafel XX

**Herstellen von
Betonstraßen von Hand**

Verdichten des Unterbetons



**Verdichten durch Stampf-
bohlen in der Querrichtung**



**Nachstampfen in der Längs-
richtung**



e) Das Einbringen und Verteilen des Betons

Die Einrichtung des Verteilerwagens mit Kübel hat sich bewährt, sei es, daß, wie eben erwähnt, der Wagen mit dem Mischer vereint die Querverteilung des Betons durchführt, sei es, daß er als selbständiges Aggregat und Zwischenglied zwischen Mischanlage und Verdichtungsgerät vorgesehen ist. Jedenfalls sind die früheren Einbringungsmittel — der schwenkbare Ausleger mit fahrbarem Kübel, die Gießbrinnen, das schwenkbare Förderband, heut nur noch im allgemeinen Betonstraßenbau anzutreffen, beim Bau der Reichsautobahndecken sind sie gegen den auf der fahrbaren Brückenkonstruktion quer die Straßenbreite bestreichenden Verteilerwagen ganz zurückgetreten. Als selbständiges Gerät bauen den Verteiler Dingler, Vögele, die Ibag und andere Baumaschinenfabriken, während einige Baufirmen auch eigene Konstruktionen anwenden. Immer trägt der Verteiler einen Kübel von bis zu 1 m³ Fassungsvermögen, dessen Füllung direkt an der Mischmaschine erfolgt.

Eine besondere Vertikal-Einstellung ermöglicht die Regulierung des Höhen-Niveaus und eine dem Profil entsprechende Verteilung in etwa 1 m breiten Streifen. Die Fahrbewegung der Brücke auf den seitlich angeordneten Schienen aus Profileisen erfolgt bei Motorantrieb mit 60 m/min. Geschwindigkeit vor- und rückwärts; sie wird von einem Arbeiter bedient, während ein zweiter Mann die Querfahrt des Kübelwagens und seinen Auslauf betreut. Als besonderer Vorteil des Verteilerwagens ist anzuführen, daß er die Verwendung jeder normalen Betonmischmaschine ermöglicht, indem er als Zwischenglied zwischen Mischer und Fertiger dient. Überdies wird die bei den übrigen Einbringungs-Vorrichtungen unerläßliche Grobverteilung durch Bedienungsleute, die auf dem frisch geschütteten Beton herumtreten und ihn verunreinigen, vermieden.

Die Befürchtung, daß die Vorkompression des aus dem Kübel abfließenden Betons nicht für alle Teile seines Inhaltes gleichmäßig groß sei, daß also der volle und der fast entleerte Kübel verschieden vorverdichteten Beton abgäben, ist durch die vorliegenden Untersuchungsergebnisse keineswegs bestätigt worden.

Wenn die Einbringung mittels des Verteilers auch noch nicht als ideale Lösung anzusprechen ist, so ist sie doch beim Bau der Reichsautobahndecken im Hinblick auf die Breite der Fahrbahnen das gegebene Verfahren. Für den allgemeinen Betonstraßenbau auf Landstraßen wird sich der Verteiler naturgemäß nur bei größeren Baustrecken wirtschaftlich verwenden lassen. Bei den dort meist vorliegenden kleinen Bauvorhaben werden bei Verwendung von Spezialmaschinen die oben erwähnten üblichen Einbringungsvor-

richtungen und sonst Hand- oder Muldenkipperverteilung vorzusehen sein.

f) Verarbeitung des Betons, Verdichtung und Fertigung der Decke einschließlich Fugenherstellung und Nachprüfung

Der nächste und wichtigste Arbeitsvorgang beim Bau der Betonstraße, zu dem der Betonverteiler das Bindeglied bildet, ist die Festlegung bzw. Verdichtung des Baustoffes sowie die Ausbildung des endgültigen Straßenprofils. Sind für kleinere Bauobjekte Preßluftstampfer und Explosionsstampfer die gegebenen Geräte für das Stampfen, so ist heut bei umfangreicheren Arbeiten das beherrschende Baugerät für die Verdichtung des Straßenbetons der Straßenfertiger. Das aus Amerika übernommene Gerät wurde zunächst nach seinen dortigen Hauptformen — dem Lakewood- und dem Ord-System — in Deutschland nachgebildet (Dingler bzw. Krauß-Maffei). In der weiteren Entwicklung wurden jedoch in Deutschland eigene Wege eingeschlagen und nach und nach von den beiden führenden Firmen — der Dingler'schen Maschinenfabrik und der Jos. Vögele A. G. — hochwertige neuartige Fertiger-Systeme durchgebildet. Dingler entwickelte neben seinem normalen Betonstraßenfertiger eine neuartige Konstruktion, indem er das stampfende Element, die Bohle, in eine Reihe kleinerer Einzel-Stampfelemente auflöste und an diese Elemente dann weitere Verdichtungs- und Abglättungs-Einrichtungen anschloß. Vögele verwendet Schwingungselemente nach den Schieferstein-schen Patenten und bildete mit ihrer Hilfe ein schwingendes System aus, das gleichfalls eine vollkommene Verdichtung des Materials herbeiführt.

In neuester Zeit sind zu diesen in der Praxis bereits erprobten Fertiger-Systemen weitere neue Bauarten hinzutreten, die teils nur Abwandlungen der genannten Hauptbauarten sind, teils jedoch nach vollkommen neuen Gesichtspunkten durchgebildet wurden. Die so in Deutschland entstandenen Fertiger-Systeme seien in Anbetracht ihrer Bedeutung für die heutigen Aufgaben des Betonstraßenbaues für die Arbeiten der Reichsautobahnen einer näheren Betrachtung unterzogen.

Der normale Dingler'sche Betonstraßenfertiger besitzt folgende drei Arbeitselemente: erstens die Nivellier- oder Abstreichbohle, die in horizontaler Bewegung mit etwa 330 Schwingungen in der Minute arbeitet, vertikal einstellbar ist und dazu dient, das genaue Profil abzunivellieren. Zweitens die Stampfbohle, das eigentliche verdichtende Element, die aus Spezialholz mit angeschraubter Stahlbandage hergestellt, mit

etwa 330 kräftigen Stampfschlägen pro Minute mit einer Hubhöhe von 50 bis 70 mm die Verdichtung des Betons durchführt. Sie ist in den heutigen Ausführungen an den Kopfenden in automatisch nachstellbaren, gefederten Rollenführungen gehalten. Hinter der Stampfbohle ist gegebenenfalls drittens die Gummiglättvorrichtung vorgesehen, die sich automatisch einschaltet und mit 60 Horizontalhuben von ca. 100 mm Hublänge die Betonoberfläche glättet. Der Fertiger kann die Stampfarbeit bei Vor- und Rücklauf durchführen. Die Geschwindigkeit bei der Vorwärtsfahrt beträgt 2,25 m, die Rücklaufgeschwindigkeit 9 m/min. Den Antrieb besorgt ein Deutz-Motor von 8 PS Leistung, durch Anordnung doppelter Schaltungen ist die Bedienung von jeder Stirnseite aus möglich. Das zweite Dingler'sche Gerät, der Stampf- und Hammer-Fertiger, besitzt die gleiche Nivelliereinrichtung zur Vorverdichtung und Profilierung wie der normale Betonstraßenfertiger; ihr folgt die Stampf-Hammerreihe, die aus einzelnen etwa 50 bis 60 kg schweren Stahlgußhämmern von rhombischer Grundfläche (25×10 cm) besteht. Diese Freifallhämmer arbeiten nach einem Rollenhub von 140 bis 180 mm mit etwa 70 Schlägen in der Minute. Das in die Hammerreihe aufgelöste Stampfelement ermöglicht gegebenenfalls durch die Stampfung von Teilabschnitten eine individuelle Behandlung verschiedener Schütthöhen, so daß das bei einer Bohle unvermeidliche sog. Reiten auf erhöhten Stellen vermieden wird.

Hinter der Hammerreihe arbeitet meist noch eine Nachstampfbohle mit Stahlbandage mit 150 Schlägen in der Minute und direkt hinter ihr — bei den neueren Ausführungen des Gerätes — ein sog. Vibrations-schleifbalken. Er arbeitet mit etwa 600 bis 800 Schwingungen in der Minute; er ist angeordnet, um in leichten schwingenden Stößen ein hinteres Ausweichen des gestampften Betons zu verhindern und völlige Planebenheit der Decke zu erzielen. Der Hammerfertiger ist — ganz oder einseitig — heb- und senkbar eingerichtet; diese Vertikaleinstellung ermöglicht das Betonieren mehrerer Schichten sowie auch das Ebnen und Abrammen des Unterbaues. Als Antrieb dient ein 12-PS-Deutz-Benzin-Benzol- oder ein 10/12-PS-Dieselmotor. Die Vor- und Rücklaufgeschwindigkeit beträgt etwa 1,8 m/min; auch hier kann die Stampfarbeit in beiden Richtungen durchgeführt werden.

Der Betonstraßenfertiger (Niederfrequenzfertiger) — System Schieferstein — der Jos. Vögele A. G. besitzt gleichfalls eine sogenannte Verteilerbohle, die in horizontalen Schwingungen die gleichmäßige Ausbreitung des Betons vornimmt; ihr folgt das eigentliche Verdichtungselement, die auf- und abschwingende Stampfbohle, die unter Ver-

wendung mechanisch schwingender Elemente zu einem schwingenden System durchgebildet wurde. Der Antrieb erfolgt auch hier durch aufgebauten Benzinmotor (8 PS) mit Schaltvorrichtung zur Vorwärts- und Rückwärtsfahrt. Die Verteilerbohle und die freischwingende Stampfbohle sind an der Profileisen-Fertigerbrücke angehängt, die mit stählernen Laufrädern auf den seitlich verlegten Schienen fährt. Zur Kurvenfahrt ist auf beiden Seiten je eine Kurvenrolle angebracht. Der Vögele-Fertiger wird in drei Typen für Straßenbreiten von 2,5 bis 4,5 m, von 4,5 bis 6 m und 6 bis 8 m hergestellt. Alle drei genannten Fertiger-Systeme werden neuerdings auf Wunsch auch schräg zur Straßenachse angeordnet gebaut, d. h. die Stampf- und somit auch die Fugenlinie liegen dann in einem Winkel von 25° zur Querachse der Straße. Diese Anordnung bezweckt und erreicht, daß die den Kraftwagenbetrieb empfindlich störenden Fugen nie gleichzeitig von zwei Rädern, sondern jeweils nur von einem Rad eines Kraftwagens befahren werden. Die Fertiger sind als Blech- oder Gitterträger aus Profileisen gebaut und laufen, wie oben bereits erwähnt, auf Profileisen, Fahrschienen, eisenarmierten Bohlen oder Betoneinfassungen. An Leistungen werden bei 7,5 m bis 9 m Breite 180 bis 250 m Betondecke pro Arbeitstag erzielt.

Die vorerwähnten Neukonstruktionen, die im Jahre 1935 auf dem Plan erschienen sind und inzwischen auf einzelnen Baustrecken der Reichsautobahn auch bereits erprobt werden konnten, sind: der Thiele-Bohlenfertiger und der Exzenter-Kompressor-Fertiger (System Müller) sowie die verschiedenen neuesten Hochfrequenzverdichter.

Die erste dieser neuen Bauarten, der Thiele-Fertiger, gehört in die Reihe der normalen Bohlen-Fertiger. Seine besonderen Kennzeichen sind die Verteilung der Getriebe auf beide Enden des Fertigers und die Verbindung zwischen den beiden Fahrgestellen mittels eines statt der üblichen Gitterkonstruktion vorgesehenen teleskopartig ausgebildeten Mannesmannrohres, das ohne Verwendung von Paßstücken oder Umlaschen eine Anpassung an beliebige Straßenbreiten ermöglicht.

Die zweite neue Konstruktion, gleichfalls auf schienenfahrbarem Brückengerüst, das die Straßenbreite mit 7,5 m überspannt, der Exzenter-Kompressor-Fertiger (System Müller), verwendet — im Gegensatz zu allen bisherigen senkrecht schlagenden Stampelementen — als Verdichtungsmittel erstmalig eine um exzentrische Achsen umlaufende 2000 kg schwere Stahlwalze, die bei ihrer Rotation und bei gleichzeitiger Vorwärtsbewegung des Fertigers stampfende und glättende Wirkung vereinigt.

Bei den weiteren neuesten Konstruktionen der Verdichtungsgeräte handelt es sich fast ausnahmslos um solche, die nach dem Vibrationsverfahren, und zwar nach dem Hochfrequenzschwingungsverfahren arbeiten, d. h. durch hohe Schwingungszahlen der Verdichtungselemente (3000 bis 4000 in der Minute) eine möglichst intensive Verdichtung zu erreichen suchen. Mit den kleineren Rüttelgeräten der Firmen H. Frisch, Deprag-Preßluftmaschinen A. G., Losenhausenwerk, und einem ähnlich gebauten kleinen Preßluftgerät der Flottmann A. G. sind inzwischen von Prof. Graf Vorversuche durchgeführt worden, über die er kürzlich ausführlich berichtet hat³⁾. Umfassendere Versuche mit größeren Versuchskörpern und unter Berücksichtigung der praktischen Baustellen-Bedingungen sind in den letzten Monaten durchgeführt worden. Ihre Auswertung ist zur Zeit noch nicht abgeschlossen. Sowohl die kleineren Vibratoren, z. B. das Vibropil und die Rotationsvibratorplatte (H. Frisch, Augsburg), bei der die Rüttelwirkung durch 2 synchron laufende Schwingmassen ausgelöst wird, wie die von der gleichen Herstellerfirma letzthin entwickelte Vibrationsschiene arbeiten mit hohen Schlagzahlen (etwa 1500 bis 4000 in der Minute); die kleineren Geräte dienen jedoch fast ausschließlich der Verdichtung der Decke; für die Herstellung der ebenen Oberfläche und des Deckenschlusses muß zusätzlich der Fertiger oder Handarbeit mit Abzieh- und Glättbohle eingesetzt werden; nur die letztgenannten beiden Vibratoren, die Vibratorplatte und die Rotations-Vibratorschiene, die neuerdings in Verbindung mit einem Führungswagen verwendet wird, übernehmen auch die Herstellung des ebenen Glattriches.

An größeren Geräten gehören in die Gruppe der mit Hochfrequenz-Schwingungen arbeitenden Rüttler der neue Hochfrequenz-Fertiger der Jos. Vögele A. G., der neue Schwingwalzen-Fertiger System Müller und der neue Vibrator-Fertiger der Bauart Thiele. Zwei weitere Hochfrequenz-Geräte (Bauart Döring und Bauart Demag), von denen das erstere mit Druckluftbetrieb, das letztere elektromagnetisch arbeitet, sind bisher nur zu Versuchszwecken verwendet und auf Baustellen noch nicht erprobt worden. Die drei erstgenannten Hochfrequenz-Fertiger (Vögele, Müller und Thiele) sind sämtlich mechanisch angetrieben, sie weisen jedoch sonst der äußeren Form wie der Konstruktion nach erhebliche Unterschiede auf. Der Vögele-Fertiger besitzt bei einem Gewicht von 10 000 kg und einer Arbeitsgeschwindigkeit von 2,5 m/mm

³⁾ Betonstraße 1935. H. 12, S. 245.

4 Schwingungselemente, die heb- und senkbar im Rahmen des Gerätes gelagert sind und deren Rüttelbewegung durch riemenangetriebene Unbalancen erzeugt wird; er ist, wie der oben beschriebene Niederfrequenz-Fertiger der gleichen Herstellerfirma, mit Abziehbohle versehen und wird auch vereinigt mit diesem Gerät als kombinierter Hoch- und Mittelfrequenz-Fertiger hergestellt. Das Müllersche Hochfrequenz-Gerät arbeitet — ähnlich wie der Exzenter-Kompressor-Fertiger System Müller, der sich, wie oben erwähnt, als Verdichtungselement einer Stahlwalze bedient — mit zwei umlaufenden Walzen, die durch in Exzenter-Lagern mit etwa 3000 U/min laufende Innenwellen in Schwingungen versetzt werden. Auch der neue Thiele-Vibrator-Fertiger bedient sich im Gegensatz zum Thiele-Bohlen-Fertiger einer, bzw. bei größerer Straßenbreite mehrerer Schwingwalzen, die jedoch einen erheblich größeren Durchmesser besitzen als die des Müllerschen Gerätes.

Die weitere Entwicklung dieser Hochfrequenz-Geräte ist noch im Fluß; sie wird zweifellos bei dem großen verfügbaren Arbeitsgebiet auf den Betondeckenlosen der Reichsautobahnen bald weitere Ergebnisse zeitigen, die ein Urteil über die praktische Bewährung dieser hochentwickelten Geräte gestatten.

Die meisten der hier erwähnten Geräte sind bei den kürzlich durchgeführten umfassenden Verdichtungsversuchen, die auf einer Versuchsstrecke bei Brandenburg im Auftrag des Generalinspektors für das deutsche Straßenwesen vorgenommen wurden, eingehend geprüft worden. Die Durchführung dieser Baustellen-Untersuchungen lag als Gemeinschaftsarbeit in den Händen des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Silikatforschung (Prof. Eitel) für den materialtechnischen Teil, des Materialprüfungsamtes Stuttgart (Prof. Graf) und des Deutschen Betonvereines für den betontechnischen und des Forschungsinstitutes für Maschinenwesen beim Baubetrieb (Prof. Dr. Garbotz) für den maschinentechnischen Teil⁴⁾.

Das Endziel dieser umfassenden Baustellenversuche bildete die seit langem beabsichtigte Klärung der Frage, ob es möglich ist, unter Verwendung der bisher bei der Deckenherstellung eingesetzten und der in der Durchbildung begriffenen Geräte von der heute üblichen *zweischichtigen Bauweise* auf die *einschichtige* überzugehen. Die außerordentliche Bedeutung dieser Frage in wirtschaftlicher und technischer Hinsicht liegt auf der Hand: die doppelte Vorkhaltung fast des gesamten Geräteparkes für Mischung und

⁴⁾ Vgl. G. Garbotz: Der Einfluß des Reichskraftfahrbahnbaues auf die Entwicklung der Baumaschinen. Z. V. D. I. 1936. H. 3, S. 61.

Fertigung, getrennt für den Unter- und Oberbeton, verursacht heute für den Unternehmer kaum tragbare Baustelleneinrichtungskosten, während auch betrieblich die einschichtige Bauweise naturgemäß erhebliche Vorteile mit sich bringt und die möglichen Störungsquellen für die Abwicklung des Bauvorganges wesentlich verringert. Ein weiterer Zweck der Untersuchungen war die Prüfung der Wirkungsweise der verschiedenen Fertiger-Bauarten bzw. die Untersuchung der Frage, welche Verarbeitungsart für die einzelnen Systeme die zweckmäßigste ist, um eine bestmögliche Verdichtung bis in die tiefsten Lagen und die geforderte Güte des Enderzeugnisses zu erreichen. Wie oben bereits angedeutet, war auch die Verwendung des Rüttelverfahrens im Versuchsprogramm enthalten, um auch die großen Vorteile des Rüttelbetons für die Erreichung des Versuchszieles nutzbar zu machen. An Verdichtungsgeräten wurden auf der Versuchsstrecke eingesetzt: Ein Dingerscher Bohlen- und Stampfhammerfertiger, ein kombinierter Mittel- und Hochfrequenz-Fertiger von Vögele, der neue Döring-Rüttelstoßfertiger der MAN mit einer in zwei Einzelteile zerlegten, durch Druckluftstamper in Schwingungen versetzten Bohle sowie die oben beschriebenen Geräte: der Stampfbohlenfertiger Bauart Thiele und der neue hochtourige Exzenter-Kompressor-Vibrationsfertiger Bauart Müller. Neben diesen Großgeräte-Versuchen wurden vergleichsweise Untersuchungen mit langsam schlagenden Preßlufthämmern und mit Rüttelstampfern in mehrschichtiger Bauweise durchgeführt. Die Hauptversuche galten der einschichtigen Verdichtung in je einer in etwa 10 m lange Einzelfelder aufgeteilten Strecke von rund 200 m Länge bei einer durchschnittlichen Schichtstärke von 20 cm. Die Auswertung des umfangreichen Versuchsmaterials ist, wie bereits erwähnt, zur Zeit noch im Gange.

Der Einbau der Fugen in die Betondecke ist auch heute wohl eine Frage, deren Lösung sich ständig in der Entwicklung befindet. Die maschinellen Hilfsmittel für die Fugenherstellung bieten daher kein geschlossenes Bild. Die Versuche, ein zuverlässiges und der zeitraubenden Handarbeit überlegenes maschinelles Arbeitsverfahren zu entwickeln, sind äußerst zahlreich gewesen. Das theoretisch einwandfreie Verfahren, in den fertig abgebundenen Beton die Fugen mit der Kreissäge nachträglich einzuschneiden, konnte bisher in wirtschaftlicher Weise nicht verwirklicht werden. Das am meisten verbreitete maschinelle Verfahren wird mit der Vögele-Fugenschneidmaschine durchgeführt, die seit 1934 auch auf verschiedenen Baustellen der Reichsautobahnen mit Erfolg eingesetzt wurde: konisch gearbeitete Fugenmesser von etwa 1,75 m Länge werden absatzweise in die fertige Betonschicht mittels Vibration mit hoher Fre-

quenz eingepreßt. Vorher werden beim Unterbeton die Fugen durch Einlegen verlorener Leisten gebildet.

Weitere neue, letzthin entwickelte Geräte erstreben eine kontinuierliche Arbeitsleistung mit umlaufendem Schneidzeug, so der Fugenschneid-Kompressor (G. H. Müller-Tempelhof) und der umlaufende Oberbeton-Fugenschneider (E. Linnhoff-Berlin).

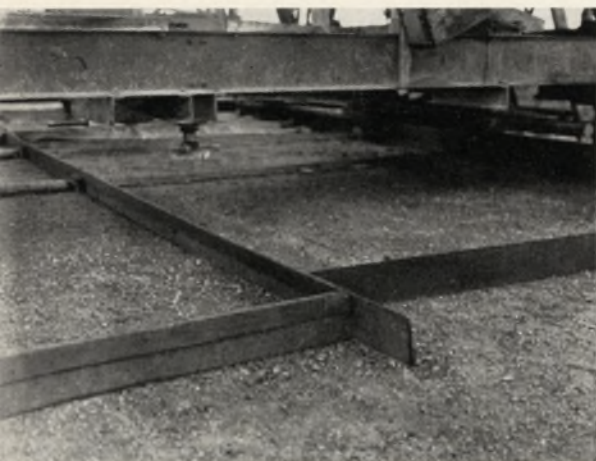
Neben diesen maschinellen Verfahren, die die Fuge in den frischen Beton einschneiden, ist letzthin auch der Weg beschritten worden, die Fugen in den erhärteten Beton einzuschneiden in dem Bestreben, auf diese Weise möglichst die Nacharbeiten zu vermeiden. Leider ist die Kostenfrage hierbei noch nicht in zufriedenstellender Weise gelöst.

Auch einige Fugenvergußgerätschaften sind neuerdings herausgebracht worden, so ein beheizter Asphalt-Gießtrog mit Heißluftreiniger (E. Linnhoff), eine Bitumpumpe (Pfirching & Huther), die sogenannte Igas-Pumpe für das Spezialverguß-Material Igas u. a. m.

Da die neuesten Bestimmungen an die Ebenheit der Betondecken auf den Reichsautobahnen besonders hohe Anforderungen stellen, ist auf besondere Sorgfalt in der Bedienung der Baumaschinen, in der Lage der Laufschienen, der Art und Weise der Verdichtung Wert zu legen. Als wertvolles Hilfsgerät für nachträgliche Korrekturen bzw. Beseitigung von Unebenheiten hat sich der letzthin entwickelte und bereits wiederholt erprobte „Straßenfräser“ von E. Linnhoff erwiesen, dessen vielseitige Verwendbarkeit bemerkenswert ist.

Weit wirtschaftlicher als das nachträgliche Beseitigen der Unebenheiten ist die rechtzeitige Vorsorge und die Verhinderung ihres Entstehens. Hierfür ist das von der amerikanischen Baustelle übernommene Schleifbrett, das von Hand in der Fahrtrichtung auf der frisch gefertigten Decke hin- und herbewegt wird, zu empfehlen. Auch das Abwalzen der frischen Decke in der Querrichtung, das sowohl in Amerika wie in Ungarn verwendet und als vorzügliches Hilfsmittel für die Schaffung absoluter Ebenheit hervorgehoben wird, sei erwähnt.

Auf die Nachprüfung der Deckenebenheit wird begreiflicher Weise auf den Reichsautobahnstrecken großer Wert gelegt. Die hierfür bisher verwendeten Hilfsmittel befriedigen nicht restlos. Für die Prüfung der frischen Decke wird meist das bekannte Richtscheit verwendet, eine etwa vier Meter lange Holzbohle mit genau gerade gerichteten Kanten. Die Prüfung der frischen Decke mit dem Richtscheit, das, wie bekannt, recht unhandlich ist, bleibt naturgemäß auf einzelne leicht zugängliche Teile der Decke be-



Aufstellen von Fugeneinlagen (Kapag)



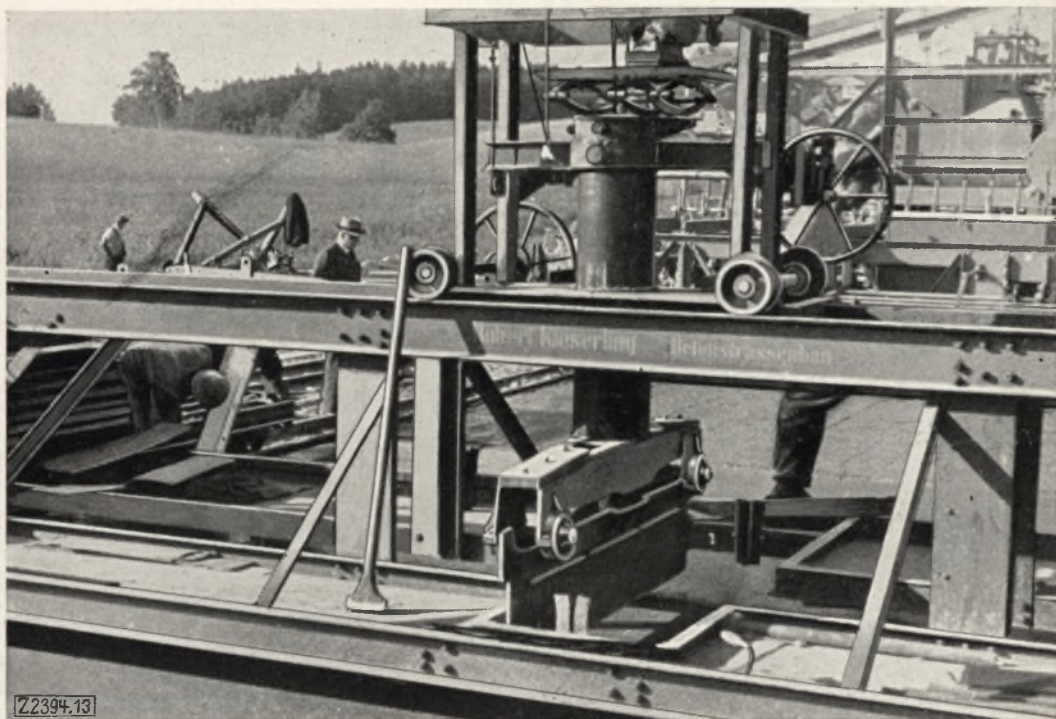
Sorgfältiges Entfernen der Betonschicht über der Fugeneinlage



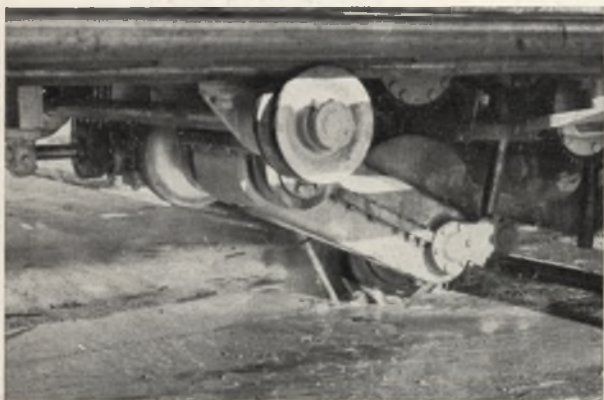
Nachziehen der Fuge



Beidseitiges Glattstreichen längs der Fuge



Vögele-Fugenschneidmaschine



Fugenschneider arbeitet im erhärteten Beton (System Streicher)



Im erhärteten Beton eingegchnittene Fuge





**Ziehen eines Wieland Eisens unter
Dampferhitzung**

Ausf.: Polensky & Zöllner, Berlin

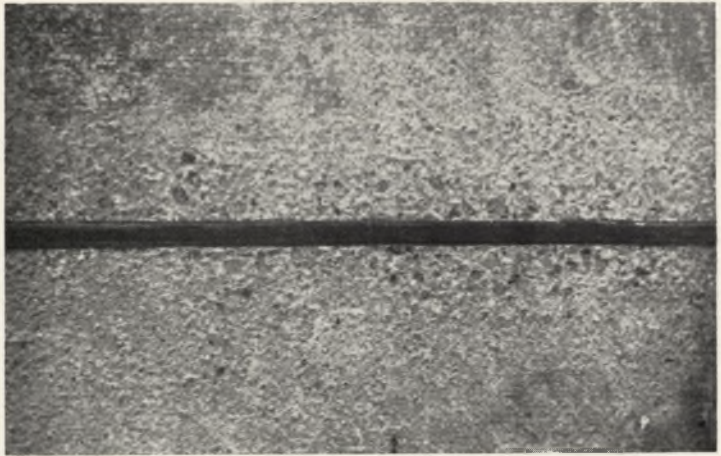


**Voranstrich der Fugen-
ränder (Becosal)**

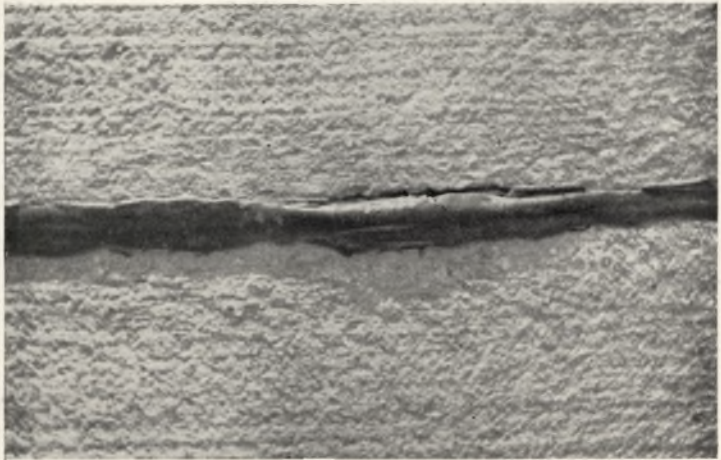


**Fugenverguß mit
Einpreßgerät
und von Hand**

Ausf.: Hermann Streubel
Straßenbau G. m. b. H.



**Gut vergossene Fuge
(Igas)**



**Ungeeignete Verguß-
masse (Loslösen
von den Fugen-
rändern)**

LIBR. ARCH. BIBLIOTEKA INST. I. U. A.



**Prüfung der Dehnbarkeit
einer Vergußmasse**

schränkt. Wesentlich einfacher ist die Nachprüfung der Ebenheit bei der fertigen Decke zu bewerkstelligen. Hierfür sind auch — neben der Richtscheitprüfung — bereits einige selbstschreibende Meßgeräte entwickelt worden, so das fahrbare Gerät der Jos. Vögele A.G., das gestattet, die Unebenheiten in einer Linie in der Fahrtrichtung aufzunehmen und in verzerrtem Maßstab aufzuzeichnen, sowie der neue „Straßenprofilzeichner“ (Bauart Köhler-Fueß), der statt der bisherigen Richtscheitmethode mit punktwiser Abmessung mit dem Zollstock eine genaue Straßenprofilaufzeichnung liefert. Der Straßenprofilzeichner wird auf einer horizontal ausgerichteten Meßplatte über das Straßenprofil gefahren und zeichnet dieses automatisch auf Millimeterpapier in der Weise auf, daß die Längen 25fach verkleinert und die Höhen in natürlicher Größe wiedergegeben werden, wobei mehrere Profile auf einem einzigen Diagrammblatt verzeichnet werden können. Das Gerät ist leicht und handlich, so daß es von einem einzigen Mann bequem mitgeführt und bedient werden kann.

Die Stadtverwaltung Berlin hat ein ähnliches Gerät nach Angaben von Höltje erprobt, bei dem keine Aufzeichnung, sondern lediglich eine Anzeige der Abweichungen des Profils erfolgt, wobei die größten Ausschläge des Zeigers nach oben und unten durch zwei Schleppzeiger festgehalten werden. Speziell für die Messungen an Autobahnen ist der Kohlersche Neigungsmesser bestimmt.

Zur Nachprüfung der Deckenstärke, der Druckfestigkeit und des Gefüges des Betons, werden mittels Kernbohrmaschinen Zylinder von 15 cm Durchmesser aus der fertigen Decke herausgebohrt. Es werden hierfür Diamantbohrkronen oder Schrotbohrer verwendet.

IV. ZAHLENMÄSSIGE ENTWICKLUNG DES BETONSTRASSENBAUES

Die zahlenmäßige Entwicklung des Betonstraßenbaues in Deutschland geht aus den Tabellen S. 58/59 hervor. Es muß hierbei betont werden, daß es sich um eine private Statistik des Deutschen Zement-Bundes handelt, die keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit erheben kann, um so mehr, als sich durch die große Ausbreitung des Betonstraßenbaues in Deutschland in steigendem Maße Ausführungen der Statistik entziehen. Die Zahlen für die Reichsautobahnen dagegen sind amtliche Angaben. Zu Vergleichszwecken ist auf S. 60/61 die Entwicklung des Betonstraßenbaues im Auslande wiedergegeben.

Tabelle I

Entwicklung des Betonstraßenbaues

| Landesteil | 1925—26 | | 1927 | | 1928 | | 1929 | |
|--------------------------------------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|
| | m ² | Aufträge | m ² | Aufträge | m ² | Aufträge | m ² | Aufträge |
| a) Allgemeines Straßennetz | | | | | | | | |
| Anhalt | 1 050 | 1 | 21 340 | 5 | 52 650 | 6 | 28 252 | 2 |
| Baden | 8 104 | 3 | 28 001 | 8 | 14 580 | 7 | — | — |
| Bayern | 48 829 | 10 | 81 603 | 14 | 70 580 | 21 | 56 735 | 8 |
| Braunschweig | 1 980 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| Bremen | — | — | — | — | 2 050 | 2 | — | — |
| Hamburg | — | — | — | — | 6 085 | 8 | 15 960 | 5 |
| Hessen | — | — | 2 450 | 2 | 17 465 | 3 | 7 200 | 1 |
| Lübeck | — | — | 10 850 | 3 | 6 450 | 4 | 16 150 | 4 |
| Lippe-Deimold | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Mecklenburg | — | — | 14 700 | 1 | 18 000 | 2 | 41 383 | 4 |
| Oldenburg | — | — | — | — | — | — | 180 | 1 |
| Prov. Brandenburg | 12 253 | 7 | 13 648 | 6 | 65 716 | 16 | 96 354 | 27 |
| „ Grenzmark | — | — | — | — | — | — | — | — |
| „ Hannover | 1 400 | 1 | 21 045 | 8 | 71 346 | 16 | 69 668 | 11 |
| „ Hessen-Nassau | 1 918 | 2 | 4 738 | 3 | — | — | 2 910 | 1 |
| „ Ostpreußen | — | — | — | — | — | — | 3 280 | 1 |
| „ Pommern | — | — | 6 464 | 4 | — | — | 13 710 | 5 |
| „ Rheinland | 73 467 | 17 | 65 645 | 10 | 21 061 | 9 | 16 456 | 9 |
| „ Sachsen | 18 534 | 5 | 39 752 | 9 | 22 909 | 5 | 12 594 | 6 |
| „ Schlesien | 2 975 | 1 | 16 848 | 7 | 2 934 | 3 | 8 165 | 10 |
| „ Schlesw.-Holst. | — | — | — | — | 5 500 | 2 | 21 404 | 8 |
| „ Westfalen | 64 820 | 9 | 119 900 | 10 | 133 234 | 22 | 82 481 | 12 |
| Preußen zus. | 175 367 | 42 | 288 040 | 57 | 322 700 | 73 | 327 022 | 90 |
| Sachsen (Freistaat) | 18 479 | 7 | 9 410 | 7 | 1 000 | 1 | — | — |
| Thüringen | — | — | 12 000 | 3 | — | — | 1 135 | 1 |
| Württemberg | 17 610 | 7 | 15 233 | 10 | 28 287 | 12 | 34 297 | 7 |
| zusammen | 271 419 | 71 | 483 627 | 110 | 539 847 | 139 | 528 314 | 123 |
| b) Reichsautobahnen | | | | | | | | |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| a) und b) zusammen | | | | | | | | |

in Deutschland 1925—1935

| 1930 | | 1931 | | 1932 | | 1933 | | 1934 | | 1935 | | 1925—1935 | |
|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|-----------|----------------|----------|----------------|------------|
| m ² | Aufträge | m ² | Aufträge | m ² | Aufträge | m ² | Aufträge | m ² | Aufträge | m ² | Aufträge | m ² | Aufträge |
| 48 670 | 4 | 38 285 | 5 | — | — | 19 401 | 5 | 103 730 | 8 | 100 000 | 4 | 413 310 | 40 |
| 11 900 | 11 | 1 035 | 2 | 390 | 1 | 7 472 | 1 | 1 450 | 1 | — | — | 72 932 | 34 |
| 9 467 | 8 | 7 125 | 3 | 30 017 | 8 | 28 720 | 2 | 16 809 | 2 | 56 800 | 2 | 406 685 | 78 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 980 | 1 |
| 225 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | 28 800 | 2 | 31 075 | 5 |
| 14 160 | 5 | 10 650 | 2 | 2 000 | 1 | 18 375 | 4 | 58 415 | 8 | 800 | 1 | 126 445 | 34 |
| 14 385 | 6 | 8 554 | 2 | — | — | 1 500 | 1 | 7 074 | 2 | 40 870 | 4 | 99 498 | 21 |
| 1 050 | 2 | — | — | — | — | — | — | 3 000 | 1 | 16 900 | 1 | 54 400 | 15 |
| 1 000 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 000 | 1 |
| 24 080 | 3 | 14 243 | 1 | 19 075 | 1 | 20 100 | 2 | 281 946 | 13 | 75 650 | 7 | 509 177 | 34 |
| 650 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | 5 000 | 1 | 5 830 | 3 |
| 109 988 | 47 | 154 140 | 49 | 108 429 | 26 | 135 203 | 28 | 334 367 | 62 | 190 050 | 32 | 1 220 148 | 300 |
| — | — | — | — | — | — | 3 200 | 2 | 9 260 | 1 | 62 020 | 6 | 74 480 | 9 |
| 25 076 | 11 | 50 307 | 13 | 30 750 | 5 | 8 977 | 5 | 263 100 | 18 | 248 400 | 23 | 790 069 | 111 |
| 1 000 | 1 | — | — | 12 375 | 1 | 34 900 | 6 | 44 879 | 4 | 8 500 | 1 | 111 220 | 19 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | 2 613 | 2 | 84 100 | 5 | 89 993 | 8 |
| — | — | 17 978 | 6 | 5 105 | 3 | 74 500 | 7 | 162 982 | 18 | 166 240 | 12 | 446 979 | 55 |
| 11 462 | 2 | 9 505 | 3 | 720 | 1 | 11 200 | 3 | — | — | 13 250 | 1 | 222 766 | 55 |
| 20 316 | 7 | 6 900 | 3 | 35 040 | 7 | 70 348 | 13 | 24 750 | 5 | 198 270 | 20 | 449 413 | 80 |
| 20 104 | 4 | 24 698 | 7 | 42 459 | 7 | 71 220 | 12 | 46 418 | 15 | 79 460 | 16 | 315 281 | 82 |
| 11 095 | 4 | 4 534 | 8 | — | — | — | — | — | — | 118 800 | 15 | 161 331 | 37 |
| 36 776 | 8 | 15 500 | 1 | — | — | 12 030 | 1 | 36 206 | 4 | 14 270 | 3 | 515 187 | 70 |
| 235 817 | 84 | 283 562 | 90 | 231 878 | 50 | 421 541 | 77 | 924 575 | 129 | 1 183 360 | 134 | 4 396 869 | 826 |
| 860 | 1 | — | — | — | — | 7 200 | 1 | 24 500 | 1 | — | — | 61 449 | 18 |
| — | — | — | — | 1 375 | 1 | — | — | 16 440 | 3 | — | — | 30 950 | 8 |
| 4 003 | 7 | 8 404 | 4 | — | — | — | — | 1 455 | 4 | 8 200 | 4 | 117 489 | 55 |
| 366 197 | 134 | 371 858 | 109 | 287 735 | 62 | 524 318 | 93 | 1 439 394 | 72 | 1 516 380 | 160 | 6 329 089 | 1 173 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | 500 713 | — | 5 404 796 | — | 5 905 509 | — |
| | | | | | | | | | 1 940 107 | | | 6 921 176 | 12 234 598 |

Tabelle II

Die Entwicklung des Betonstraßen
 (in Vergleich mit

| Land | Bis Ende 1925 in m ² | 1926 in m ² | 1927 in m ² | 1928 in m ² | 1929 in m ² | 1930 in m ² |
|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Deutschland | Bis Ende 1926: 271 419 | | 483 627 | 539 847 | 528 314 | 366 197 |
| Dänemark | ~ 13 000 | 5 000 | — | — | — | — |
| England einschl. Irland | ~ 930 000 | ~ 850 000 | ~ 1 600 000 | ~ 1 960 000 | ~ 2 490 000 | ~ 2 900 000 |
| Finnland | — | 1 200 | 3 600 | 480 | 6 765 | 5 775 |
| Italien | 676 800 | 30 000 | 420 000 | 173 000 | 327 000 | 68 000 |
| Belgien | Bis Ende 1927: | | ~ 984 000 | 130 000 | | ~ 60 000 |
| Frankreich | 435 000 | 170 000 | 175 000 | 100 000 | 150 000 | 250 000 |
| Holland | Bis Ende 1926: 53 887 | | 307 262 | 139 146 | 40 494 | 153 528 |
| Polen | 27 000 | 2 000 | 5 000 | 9 000 | 20 000 | 17 000 |
| Tschecho- slowakei | ~ 58 500 | ~ 10 500 | ~ 6 700 | ~ 84 300 | ~ 159 000 | ~ 191 500 |
| Ungarn | — | 18 150 | 24 600 | — | 204 900 | 356 000 |
| Schweden | 27 161 | 23 125 | 22 480 | 26 037 | 57 512 | 111 253 |
| Österreich | Ab 1905: 244 100 | 27 500 | 37 000 | 49 000 | 60 000 | 58 000 |
| Schweiz | 5 371 | 1 288 | 6 112 | 14 562 | 90 932 | 112 462 |
| USA. | 598 790 000 | 95 000 000 | 108 500 | 124 000 000 | 117 000 000 | 121 500 000 |

baues im Ausland¹⁾ 1925—1935
 den deutschen Zahlen)

| 1931 in m ² | 1932 in m ² | 1933 in m ² | 1934 in m ² | 1935 in m ² | Bis Ende 1935 zusammen m ² | Flächen- inhalt in tausend km ² | Eingetrag. Kraft- wagen Anfang 1935 |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|---|
| 371 858 | 287 735 | 524 318 | 1 940 107 | 1 516 380 | 6 329 089 | 470 | ^{e)} 1 042 000 |
| — | 27 000 | 93 000 | 156 000 | 222 000 | 516 000 | 43 | 127 000 |
| ~ 4 350 000 | ~ 3 470 000 | ~ 3 928 000 | . | . | ²⁾ ~ 22 478 000 | 310 | 1 800 000 |
| 6 714 | 14 351 | 30 091 | 28 729 | 40 930 | 138 635 | 388 | 31 000 |
| 890 000 | 921 000 | 354 000 | 60 000 | 240 000 | 4 360 700 | 310 | 376 000 |
| 500 000 | 530 000 | 795 000 | 1 598 000 | 1 045 000 | ^{4a)} 5 642 000 | 30 | 191 000 |
| 300 000 | 620 000 | 450 000 | 390 000 | 570 000 | ³⁾ 3 610 000 | 550 | 1 890 000 |
| 372 693 | 295 175 | 223 782 | 323 543 | 379 365 | ⁴⁾ 2 288 875 | 33 | 144 000 |
| 23 000 | 8 000 | 9 000 | 22 000 | 17 000 | 159 000 | 388 | 25 000 |
| ~ 672 500 | | ~ 226 000 | 104 256 | 360 000 | ⁵⁾ 1 873 256 | 140 | 117 000 |
| 207 700 | 64 400 | 172 500 | 184 500 | 552 240 | 1 785 150 | 93 | 13 000 |
| 115 722 | 201 914 | 215 657 | 204 924 | 298 197 | 1 313 982 | 448 | 147 000 |
| 58 000 | 22 500 | 90 500 | 178 000 | 141 961 | 966 561 | 84 | 40 000 |
| 32 452 | 45 131 | 95 621 | 113 675 | 130 400 | 648 006 | 41 | 90 000 |
| 112 800 000 | 80 800 000 | 48 400 000 | 37 709 873 | 31 448 756 | 1 475 948 629 | 7 841 | 24 952 000 |

¹⁾ Ohne Zementschotterstraßen und sonstige Sonderbauweisen.

²⁾ Zahlen für 1934 bzw. 1935 noch nicht bekannt; daher bis Ende 1933 bzw. 1934.

³⁾ Ohne Betondecken in Häfen, Bahnhöfen, Flugplätzen usw.

⁴⁾ Außerdem 666 686 m² Betondecken auf Radfahrwegen.

^{4a)} Außerdem 927 000 m² Betondecken auf Radfahrwegen.

⁵⁾ Ohne die ~ 98,7 Betonstraßen auf Bezirks- und Kreisstraßen.

^{e)} Ohne Saargebiet.

B. DIE ZEMENTSCHOTTERSTRASSE

I. Allgemeines

Die Zementschotterstraße wird zuweilen als zielbewußte Fortentwicklung der Steinschlagstraße betrachtet, bei der das Steingerüst als eigentlicher Träger der Verkehrslast zu gelten habe, während der Zementsandmörtel an Stelle des dem neuzeitlichen Verkehr nicht genügend Widerstand bietenden Sand-Lehmmörtels getreten sei. Es mag zugegeben werden, daß die in Amerika aufgekommene, nun etwa 30 Jahre alte Bauweise ihren Ausgang genommen hat von Erwägungen, die auf eine Verbesserung der gewöhnlichen Steinschlagdecke abzielten. Was sich aber, zumal bei uns in Deutschland, aus dieser Deckenart entwickelt hat, nähert sich, abgesehen von der etwas unterschiedlichen Herstellungsweise (Walzverfahren), stark der Betondecke, mit der die Zementschotterdecke, sofern sie ungeschützt auf längere Dauer einem mittelschweren Verkehr genügen soll, gewisse Eigenschaften, insbesondere solche der Festigkeit, gemeinsam haben muß. Diese Behauptung kann am besten ihre Bestätigung finden durch Betrachtung der nunmehr etwa siebenjährigen Entwicklung der Zementschotterdecke in Deutschland, über die wir berichten wollen.

Die Hauptaufgabe beruht bei dieser Bauweise in der Verwendung eines bindekräftigen Mörtelgemisches und in der richtigen, gleichmäßigen, nicht zuviel Aufwand erfordernden Verteilung des Mörtels im Schotter. Es würde zu weit führen, die zahlreichen Methoden zu beschreiben, die vorgeschlagen und angewendet worden sind, um dieses Ziel zu erreichen. Die Unterschiede bestehen in bezug auf die Art des eingebrachten Mörtels (trocken, weich oder naß); sie bestehen ferner in bezug auf die Zahl, Stärke und Anordnung der Schotter- und Mörtelschichten; sie bestehen schließlich in bezug auf die Art der Verdichtung, die neben dem üblichen Walzverfahren auch durch Hämmern, Vibrieren oder kombinierte Methoden bewerkstelligt werden kann.

II. Erfahrungen in Deutschland

Das in Deutschland in den letzten Jahren fast ausschließlich angewendete Bauverfahren ist das sog. Sandwich-

verfahren, das bekanntlich von England und Irland im Jahre 1929 übernommen worden ist. Die nach diesem Verfahren hergestellte Zementschotterdecke wird auf festem, je nach Notwendigkeit grob profiliertem Unterbau (z. B. alte Straße) in einer Stärke von etwa 10—12 cm im Walzverfahren in folgender Weise ausgeführt, die auch heute noch grundsätzlich angewandt wird:

Grobschotter von etwa 30—60 mm Korngröße wird in einer Schichtstärke von 50—60 mm zwischen seitlichen Schalungen aus kräftigen Holzbalken möglichst gleichmäßig ausgebreitet, leicht angewalzt und angenäßt. Auf diese unterste Lage wird eine etwa 40—50 mm starke Schicht Zementsandmörtel im Mischungsverhältnis 1 Zement : 3 Sand (nach Raumteilen gemischt) in gut plastischer Konsistenz ebenfalls möglichst gleichmäßig ausgebreitet. Als dritte und letzte Schicht wird eine Schotterlage von etwa gleicher Stärke wie die unterste (50—60 mm), aber etwas geringerer Korngröße, nämlich 30—50 mm, aufgebracht. Dann wird mit einer Tandemwalze von nicht mehr als 8—9 t Gewicht gewalzt, bis der Zementmörtel nach oben und, wie die Erfahrung zeigt, auch nach unten gedrunken ist. Um die Oberfläche ganz zu schließen und um größere Unebenheiten zu verhindern, wird gießfähiger Zementmörtel im Mischungsverhältnis 1 Zement : 2 Sand auf der Decke ausgebreitet, mit Besen verteilt und eingewalzt. Während einer Erhärtungszeit von 2—3 Wochen wird die Decke gut naß gehalten und nach etwa 4 Wochen dem Verkehr übergeben. Da man annahm, daß bei einer Zementschotterdecke infolge der mageren Mischung und der Verringerung der Mörtelmasse infolge der starken Zusammendrückung durch den Walzdruck geringere räumliche Bewegungen entstehen würden als bei einer Betondecke, verzichtete man anfänglich auf Raumbfugen und ordnete nur Preßfugen mit Pappeinlage (z. B. Dachpappe) in Abständen von 25—40 m an. Die erste größere Zementschotterdecke dieser Art wurde in Deutschland im Herbst 1930 in Oberhessen auf der Landstraße Gießen—Daubringen in einer Länge von 1400 m ausgeführt¹⁾. Diese Decke liegt nun seit 6 Jahren im Verkehr und hat sich bis heute, ohne wesentliche Unterhaltungskosten zu verursachen, sehr gut gehalten.

Es folgten zahlreiche andere Ausführungen, die sich von der eben beschriebenen nur dadurch unterscheiden, daß als Preßfugen ausgebildete Querfugen mit Pappeinlage von 3—4 mm Stärke in Abständen von etwa 12—14 m eingeschaltet wurden, die zur Aufnahme von Raumänderungen und zur Einschränkung von Rissen dienen sollten. Man war

¹⁾ Zementschotterdecken andersartiger Herstellung waren schon früher in Deutschland verlegt worden.

also bald von den großen Feldlängen der ersten Ausführung abgekommen. Der Fugenabstand wurde entsprechend dem bei Betondecken als brauchbar erkannten Maß gewählt. Praktisch wurde jede dieser Fugen in der Weise ausgeführt, daß senkrecht zur Straßenlängsachse an jeder Fugenstelle ein Holzbalken eingelegt wurde, der auf der Seite, von der die Walze arbeitete, mit einfacher oder doppelter Dachpappe belegt war. Über diesen Holzbalken, der nach dem Querprofil der künftigen Decke geformt und seitlich gut befestigt war, wurde weggewalzt. Nach Beendigung des Walzprozesses wurde der Holzbalken herausgenommen, der Pappestreifen blieb an der vertikalen Begrenzungsfläche des frischen Zementschotters, die er bedeckte, stehen. Die durch Herausnahme des Balkens entstandene Lücke wurde in Handarbeit ausbetoniert. So wurden rd. 16 km Zementschotterdecken, auf etwa 10 Bauaufträge verteilt, mit einer Fläche von etwa 90 000 m² ausgeführt. Diese Decken, die jetzt 3—4 Jahre alt sind, haben sich verhältnismäßig gut bewährt und keine wesentlichen Unterhaltungskosten erfordert.

Eine Änderung in der Konstruktion und Ausführungsweise dieser nach dem Sandwichverfahren mit regelmäßiger Anordnung von raumarmen Querfugen hergestellten Zementschotterdecke wurde veranlaßt durch die in einzelnen Fällen durch Temperatursteigerung auftretende Erscheinung des Aufbäumens von Feldenden, die dazu führte, daß an einzelnen Fugen Höhendifferenzen von etwa 10—15 mm entstanden, die im Verkehr unangenehm empfunden wurden. Allerdings verschwanden diese Absätze nach einiger Zeit wieder, wenn bei Abkühlung Raumänderungen in umgekehrter Richtung, also Verkürzungen, eintraten. Aber man erkannte aus dieser Erscheinung, daß einzelnen Feldern der Zementschotterdecke nicht genügend Raum zur Verfügung stand, um ihrem Ausdehnungsdrang folgen zu können. Man konnte auch vielfach beobachten, daß an einzelnen Fugenkanten im Laufe der Zeit leichte Absplitterungen entstanden, die man auf den Druck der in ihrer Ausdehnung gehemmten Felder zurückführen mußte.

Infolgedessen ging man einen Schritt weiter und versah die Zementschotterdecke mit räumlichen Querfugen und einer räumlichen, mittigen Längsfuge. Eine auf diesem Gebiet mit großer Erfahrung ausgestattete Firma (Baugesellschaft J. G. Müller & Co. m. b. H., Wetzlar) schlug zur Abhilfe vor, die Zementschotterdecke mit Raumfugen zu versehen, wie sie auch bei der Betondecke angewendet werden. Es mußte also ein möglichst festes und steifes Fugengerippe geschaffen werden, das auch während des Walzens seine Lage beibehält. Die Lösung bestand in der Verwendung von

**Ausführung einer
Zementschotterstraße**
(s. a. Text Seite 66)

1. Erste Schotterlage aufgelegt, Richtbalken für die Fugenausbildung auf Sandbettung verlegt



2. Vermörteln und Abwalzen der Decke



3. Die Fugenbalken werden aus der fertig gewalzten Decke gezogen



4. In die durch Herausnehmen der Fugenbalken entstandene Rille werden die Holz-faserplatten, die den unteren Teil der Fuge bilden, eingesetzt

BIBLIOTEKA INST.
I. U. A.
URB. I. ARCH.



5. Auf die Holzfaserplatte wird eine 2 cm hohe Holzleiste aufgesetzt



6. Nach Einsetzen der Fugenkörper wird die Fugenrille mit Feinbeton ausgestampft



7. Nachdem die Fugen fertig beigestampft sind, wird die Decke mit Feinbeton (Mörtel) abgezogen



8. Der Feinbeton wird an den Fugenkanten nachgestampft und abgerieben

9. Die 2 cm hohe hölzerne Fugenleiste wird gezogen



10. Die Kanten der Längsfuge werden nachgebügelt und abgerundet



11. Die Kanten einer Quertuge werden nachgebügelt und abgerundet



12. Die Deckenoberfläche wird plane abgerieben



BIBLIOTEKA INST. URB. I. U. A. ARCH. I. A. P. O. N. I.



13. Die fertige Deckenoberfläche wird zum Schluß mit einem Haarbesen leicht geriffelt



14. Nachbehandlung der Decke durch Abdecken mit Erde und Naßhalten



15. Zementschotterdecke bei Bruchenbrücken, Kreis Friedberg (Oberhessen)

konischen, auf die ganze Deckenstärke durchgehenden, etwa 10 mm starken Fugeneisen, die in Längs- und Querstücken zur Herstellung einer durchgehenden, räumlichen Mittelfuge und von Quertugen eingelegt und zu einem steifen Eisengerippe verbunden wurden. Die Steifigkeit und Stabilität ist dadurch gewährleistet, daß die Quertugeneisen einerseits durch die stellenweise gestoßenen Schalungsbalken hindurchgehen und daher eingeklemmt sind. Andererseits werden die Quertugeneisen am Mittelfugeneisen gestoßen und in dieses eingehängt. Die Erfahrung hat gezeigt, daß ein solches Eisengerippe stark genug ist, um den darübergehenden Walzdruck auszuhalten. Sie hat aber auch gezeigt, daß die an den Stoßstellen des Längs- und der Quertugeneisen entstehenden Ecken von dem Walzdruck nicht genügend erfaßt und daher unzureichend verdichtet werden. Es muß deshalb für diese Teile der Decke, die ja auch den Angriffen des Verkehrs und der Witterung am stärksten ausgesetzt sind, durch gewissenhafte Handarbeit die erforderliche Güte erzielt werden. Geschieht dies nicht, sind, wie die Erfahrung zeigt, Schäden in Gestalt von Rissen und Absprengung ganzer Ecken zu erwarten.

Die weitere Herstellung der mit dieser regelmäßigen Fugenanordnung versehenen Decke erfolgt wie gewöhnlich. Es wird gewalzt, bis der Mörtel an die Oberfläche tritt.

Eine von dieser Fugenherstellung unabhängige Neuerung, die zweifellos einer Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Deckenoberfläche gleichkommt, kam etwa gleichzeitig zur Einführung. Sie bestand darin, daß zur Erzielung des Deckenschlusses nicht reiner Sand-Zementmörtel (1 : 2), sondern ein Sand-Zementmörtel mit Zusatz von Hartsteinsplitt, der etwa 30 % der Sandmenge ausmacht, aufgebracht und in der üblichen Weise ein- und aufgewalzt wurde. Dabei wurde auch eine größere Mörtelmenge aufgelegt, die in stärkerem Maße als früher durch Handarbeit profiliert und abgezogen wurde. So kann eine ziemlich ebene, profilgerechte Decke erzielt werden. Hierbei leisten die Fugeneisen gute Dienste, da sie nach Länge und Breite als Führung der Abziehgeräte dienen können. Ohne ihr Vorhandensein ließe sich eine Ebenheit der Oberfläche der Decke nicht in gleichem Maße erzielen. Es ergibt sich eine im Mittel etwa 1½ bis 2 cm starke Abdeck- und Verschleißschicht, deren Aufbringung der Oberfläche der Zementschotterdecke eine Ebenheit und ein Aussehen gibt, das dem einer Betondecke sehr ähnlich ist. Der Abnutzungswiderstand dieser aus einem Teil Normzement, zwei Teilen Sand und Hartsteinsplitt bestehenden Oberschicht ist natürlich größer als der einer mit reinem Zementsandmörtel hergestellten.

Die Fugeneisen werden gezogen, sobald die Konsistenz des Betons es gestattet. Ein Zusammenfließen der durch die Fugeneisen getrennten Betonfelder darf natürlich nicht stattfinden. Beschädigungen, die beim Herausnehmen der Fugeneisen entstehen, müssen sofort von Hand ausgebessert werden. Die Arbeit an den Fugen (und Fugenecken) wird am besten durch einige Spezialarbeiter ausgeführt. Nach vollständiger Erhärtung und hinreichender Austrocknung können die Fugen mit einem Füllmaterial, wie es sich bei Betondecken bewährt hat, vergossen werden.

Nach diesem Verfahren, das in Deutschland unter dem Namen „Verbesserte Zementschotterdecke“ bekanntgeworden ist, wurden innerhalb eines Jahres (1934) rd. 25 km Straßenstrecke mit einer Gesamtfläche von 125 000 m² gebaut. Bis jetzt haben sich diese Decken mit einer einzigen Ausnahme, die z. Zt. untersucht wird, gut gehalten. Die Erfahrung wird zeigen, ob sich die nach dieser Methode gebauten Zementschotterdecken auf längere Sicht bewähren werden. Bedenken könnten insofern auftreten, als die Unterteilung der Decke in Felder von 2½—3 m Breite und 10—14 m Länge eine Schwächung der Deckenkonstruktion bedeutet. Es würde sich zur Einschaltung eines gewissen Sicherheitsfaktors empfehlen, die Stärke der Zementschotterdecke bei einer derartigen Unterteilung in verhältnismäßig kleinflächige Platten auf 12—14 cm zu erhöhen. Diese Forderung der Verstärkung der Decke findet auch eine Stütze in Beobachtungen, die mit Betondecken mit 10 cm und weniger gemacht worden sind. Häufig sind bei solchen Decken unter der Einwirkung neuzeitlicher, schwerer Verkehrsbelastung Längs- und Querrisse aufgetreten, die unter sonst gleichen Verhältnissen bei Anwendung größerer Deckenstärken vermieden worden sind.

Die oben geschilderte Methode für den Einbau von Raumfugen in Zementschotter ist nicht bei allen Ausführungen der letzten Jahre angewandt worden. Eine andere Unternehmerfirma (J. B. Hofmann, Bad Nauheim), der ebenfalls reichlich Erfahrungen auf diesem Gebiet zu Gebote stehen, legt zur Herstellung der Längsmittelfuge und der Querfugen an Stelle der konischen Fugeneisen Hartholzbalken von trapezförmigem Querschnitt ein, deren obere Breite 10 cm, deren untere Breite 8 cm und deren Höhe 9 cm beträgt (Abb. 1²⁾). Diese Fugenbalken werden ähnlich wie die seitlichen Schalungsbalken und gemeinsam mit diesen befestigt. Nachdem die Decke fertig gewalzt und geschlossen ist (Abb. 2), werden die Fugenbalken ausgehoben (Abb. 3). In

²⁾ Die in diesem Abschnitt angeführten Abbildungen sind auf Tafel XXV—XXVIII wiedergegeben.

den so entstandenen Hohlraum werden bituminierte Holzfaserverplatten (Abb. 4) von 8 cm Höhe und 10 mm Stärke senkrecht eingestellt und seitlich mit Feinbeton angestampft. Auf der eingestellten und angestampften Holzfaserverplatte wird eine 2 cm hohe und 10 mm starke Holzleiste aufgesetzt (Abb. 5) und gegen seitliches Verschieben gesichert. Dann wird der ganze Hohlraum mit Feinbeton angestampft (Abb. 6). Nachdem die Fugen fertig beigestampft sind, wird die Decke mit Feinbeton abgezogen (Abb. 7). Der Feinbeton wird an den Fugenkanten nochmals nachgestampft und abgerieben (Abb. 8). Die in Abb. 5 aufgesetzte, nur 2 cm hohe Holzleiste kann nach kurzer Zeit ohne irgendwelche Beschädigung der Fugenkanten aus dem Feinbeton gezogen werden (Abb. 9). Die Fugenkanten werden nachgebügelt und abgerundet (Abb. 10) unter Verwendung eines Spezialfugeneisens. Der gleiche Vorgang findet an der Querruge statt (Abb. 11). Die Abrundung der Fugenkanten durch ein Spezialfugeneisen geschieht zur Vermeidung scharfer Fugenränder, die leicht durch den Verkehr abgestoßen werden können. Anschließend wird die Deckenoberfläche planene abgerieben (Abb. 12) und zum Schluß mit einem Haarbesen leicht geriffelt (Abb. 13). Bei der Nachbehandlung der Decke mit nassem Sand werden die offenen Fugenspalten durch aufgelegte, feuchte Säcke geschützt (Abb. 14). Vor Verkehrsübergabe wird der freie, 2 cm tiefe Fugenraum mit einem bewährten Fugenkitt³⁾ ausgefüllt (Abb. 15). Auf diese Weise entsteht eine sehr gute und schöne Fuge, die sich bewähren muß, da alle unsicheren Faktoren ausgeschlossen sind. Die durch die sorgfältige Handarbeit entstehende Kostenerhöhung muß in Kauf genommen werden. Die so hergestellte Fuge ist ganz ähnlich ausgebildet wie die beim Bau von Betondecken auf Reichsautobahnen häufig angewendete, die in ihrem unteren Teil aus einer Faserplatte, in ihrem oberen Teil (5—6 cm) aus einer bituminösen Fugenfüllmasse besteht.

Man kann erkennen, daß die Hauptschwierigkeit des Problems Zementschotterdecke ganz ähnlich wie bei der Betondecke in der Lösung der Fugenfrage liegt. Leider ist es noch nicht gelungen, rissefreie Zementschotterdecken ohne bzw. mit ganz wenig Fugen herzustellen, wie es ursprünglich von den Erfindern dieser Bauweise geplant war. Stellt man Zementschotterdecken her mit einem geringeren Zementgehalt als 25—30 kg/m² (bei 10 cm Deckenstärke), so zeigt sich, daß diese Decken den Angriffen des neuzeitlichen Verkehrs auf die Dauer nicht standhalten können

³⁾ In diesem Falle (Zementschotterdecke bei Bruchenbrücken, Kreis Friedberg/Oberhessen) Igas-Kitt der Sika G. m. b. H., Dürmersheim/Baden.

und nach einiger Zeit mit Oberflächenschutz versehen werden müssen. Andererseits haben Zementschotterdecken mit dem obengenannten Zementgehalt in unseren klimatischen Verhältnissen Raumveränderungen, die erfahrungsgemäß die Anordnung von Fugen notwendig machen. Die Decken, wie sie heute in Deutschland als Zementschotterdecken hergestellt werden, könnten ebenso zutreffend als Walzbetondecken bezeichnet werden. Derartige Walzbetondecken haben den Vorzug, daß sie in vielen Fällen weniger kosten als gleichstarke Betondecken, und daß zu ihrer Herstellung außer der Walze nur einfache Geräte erforderlich sind.

Die Zukunft wird zeigen, ob es möglich ist, durch Veränderung der Einzelbestandteile oder durch bestimmte Arbeitsverfahren zu zementgebundenen Decken zu kommen, bei denen die Fugenfrage von geringerer Bedeutung ist, als dies heute der Fall ist. Solange in dieser Richtung keine Fortschritte gemacht sind, empfiehlt es sich, die Zementschotterdecke nach den Grundsätzen zu bauen, wie sie im „Merkblatt für den Bau von Zementschotterstraßen“ niedergelegt sind und sich dabei die in den letzten Jahren gemachten Erfahrungen zunutze zu machen. Diese lassen sich etwa dahin zusammenfassen, daß man nur auf vorhandenem Unterbau in einer Stärke von **m i n d e s t e n s** 10 cm, besser von 12 cm baut, daß man eine Zementmenge von mindestens 25 kg je m² Fläche und je 10 cm Stärke verwendet, daß man bei der Wahl des Sandes und Schotters den im Merkblatt aufgestellten Richtlinien möglichst nahekommt und daß man die Arbeit von Unternehmern ausführen läßt, die die erforderlichen Kenntnisse und Erfahrungen haben und die auch gewillt sind, ihr Bestes zu leisten.

Die Entwicklung der Zementschotterdecke in Deutschland seit 1929 zeigt sich in folgenden Zahlen: Es wurden gebaut 1929 = 29 230 m², 1930 = 91 284 m², 1931 = 27 600 m², 1932 = 93 887 m², 1933 = 158 066 m², 1934 = 143 102 m² und 1935 = 35 137 m².

Die Prüfung dieser Bauweise im Laboratorium und an fertigen Straßenstücken wird eifrig fortgesetzt, so daß man nach einigen Jahren noch größere Klarheit über die Bewährung der Zementschotterdecke haben wird.

III. Erfahrungen im Ausland

Die im Ausland gemachten Untersuchungen und Erfahrungen zeigen, daß es neben der auch dort vielfach angewendeten Sandwichmethode auch andere Verfahren gibt, die mit Aussicht auf Erfolg bei der Herstellung von Zementschotterdecken angewendet werden können.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika liegen viele Strecken, die sich bei einer Liegezeit von über 20 Jahren auch unter starkem Verkehr gut bewährt haben. Knipping-Gözl-Mittmeyer⁴⁾ berichten darüber wie folgt:

„Der Einbau geht im Staate New York und ähnlich auch in den Staaten New Jersey und Pennsylvanien in der Weise vor sich, daß Schottersteine von 30—50 mm Korngröße mittels eines Verteilers auf die zuvor gut geebnete Unterlage in einer Stärke von ca. 19 cm aufgebracht werden. Diese Schotterschicht wird mit Walzen von 6—9 t Gewicht auf etwa 15 cm verdichtet. Alsdann wird Mörtel aufgegossen und verteilt. Die Zusammensetzung desselben ist 42,6 kg Zement auf 0,057 cbm Sand von 0,15 bis 6,4 mm Korngröße. Die Wassermenge beträgt 28,5 l, so daß also der Wasserzementfaktor 0,67 ist. Auf 1 qm fertige, 15 cm starke Decke entfallen ca. 34 kg Zement. Unmittelbar nach dem Aufbringen des Mörtels, der möglichst von einer zentralen Mischanlage angefahren wird, beginnt das Abwalzen der Decke mit einer 4½ t schweren Zweiradwalze. Der Mörtel dringt dabei in die Schotterlage ein. An einzelnen Stellen wird ein Nachgießen von Mörtel erforderlich. Nach dem ersten Abwalzen werden Unebenheiten in der Decke durch Einstreuen von Feinsplitt ausgeglichen. Alsdann erfolgt das Fertigwalzen und die übliche Nachbehandlung. Auf einer Strecke im Staate New York wurden 25 mm breite, durch die ganze Decke gehende Querfugen (Raumfugen) in Abständen von 90 m eingelegt. Nach den Angaben der Portland Cement Association werden jedoch zwischen diesen Raumfugen zweckmäßig Schwindfugen in Abständen von etwa 15 m vorgesehen. Auf der erwähnten Straße wurde auch eine Längsfuge, die als 25 mm breite und 50 mm hohe Scheinfuge durch Aufnageln einer Holzleiste auf den Untergrund ausgebildet war, angeordnet. Die Stundenleistung einer gut geleiteten Baustelle wird zu 160 qm angegeben. Im Staate New York wurde Zementschotter nach dem oben beschriebenen Verfahren zum Preise von 1,3 \$/qm ausgeführt. Die Aufwendungen für Erdaushub und Seitenbankette sind in dieser Summe nicht enthalten.“

In England, wo insbesondere die nach dem Sandwichverfahren hergestellte Zementschotterdecke in großem Umfang angewandt wird, wurde etwa übereinstimmend mit den deutschen Erfahrungen festgestellt, daß man der Dicke der Schotterschicht, der Beschaffenheit des Mörtels, der Korngröße der steinigen Bestandteile und dem Walzen besondere Aufmerksamkeit widmen muß, wenn man auf eine zuver-

⁴⁾ Vgl. Knipping-Gözl-Mittmeyer, „Der Straßenbau der Vereinigten Staaten von Amerika“, Berlin, Julius Springer.

lässige Straßendecke rechnen will (Engineering No. 3585 v. 28. 9. 34).

In Frankreich wurden in der Hauptsache zwei Methoden zur Herstellung von Zementschotterdecken verwendet. Bei der einen wird ein breiiger oder dünnflüssiger Mörtel in den Schotterbelag eingegossen und eingewalzt. Diese Art wurde hauptsächlich auf Straßen angewandt, bei denen eine Verkehrsunterbrechung vermieden werden sollte. Bei der zweiten Art wird eine Trockenmischung von Sand und Zement aufgebracht, mit Wasser getränkt und gewalzt. Auch in Frankreich, dessen Erfahrungen mit Zementschotterdecken etwa doppelt so weit zurückgehen als die deutschen, hat sich gezeigt, daß nach Liegezeiten von fünf und mehr Jahren an den Decken keine Schäden aufgetreten waren, die eine entsprechende Stärke (z. B. 13 cm) hatten, die aus einwandfreien, richtig gekörnten Zuschlagstoffen und mit einer ausreichenden Zementmenge (z. B. 30 kg/m² bei 13 cm Deckenstärke) hergestellt waren. Die nicht in dieser Weise hergestellten Decken bedurften nach längerer oder kürzerer Liegezeit einer Oberflächenbehandlung (Goudronierung oder dgl.).

IV. Zusammenfassung

Die mit Zementschotterdecken gemachten Erfahrungen zeigen überall etwa das gleiche Ergebnis: Nur bei Berücksichtigung der im „Merkblatt für den Bau von Zementschotterstraßen“³⁾ angegebenen Grundsätze und Richtlinien entsteht eine Zementschotterdecke, die ungeschützt den Angriffen neuzeitlichen Verkehrs widerstehen kann. Dabei muß zusätzlich empfohlen werden, bei Decken mit mittelstarker Verkehrsbelastung zu nicht unter 12 cm liegenden Stärken überzugehen.

³⁾ Siehe „Betonstraßenbau in Deutschland“ 1934, „Zementkalender“ 1936.

C. SONSTIGE BAUWEISEN MIT ZEMENT UND BETON

Die Verwendung von Zement in der Fahrbahnkonstruktion der Straße ist nicht auf die Betonstraße und die Zement-schotterdecke beschränkt. Noch weitere große Verwendungsmöglichkeiten liegen für den Zement im Straßenbau vor. Wenn bei den Bauweisen, die in diesem Abschnitt beschrieben werden sollen, der Zement zwar mengenmäßig mitunter keine große Rolle spielt, so ist er jedoch auch dort zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel geworden, um entweder einer anderen Straßendecke einen tragfähigen, starken Unterbau zu geben oder eine feste, unverrückbare Verbindung zwischen Bauelementen, die aus anderen Baustoffen bestehen, zu schaffen. Die bekanntesten, seit Jahrzehnten bewährten Bauweisen dieser Art sind der Betonunterbau für andere Decken und der Fugenverguß von Pflaster mit Zementmörtel. Aus diesen beiden Bauweisen hat sich eine Anzahl weiterer Verfahren entwickelt, denen heute eine selbständige Bedeutung zukommt. Meist handelt es sich dabei um Verfahren, bei denen Zementmörtel bzw. Beton in irgendeiner Verbindung mit größeren Bruchsteinen oder mit natürlichen oder künstlichen Pflastersteinen verarbeitet wird. Z. T. erscheint dabei der Zement in der Oberfläche der Straßendecke und unterliegt unmittelbar den Beanspruchungen des Straßenverkehrs und der Witterung, z. T. bleibt er diesen Einwirkungen entzogen, weil sich seine Aufgabe auf die Erhöhung der Tragfähigkeit des Straßenunterbaues beschränkt.

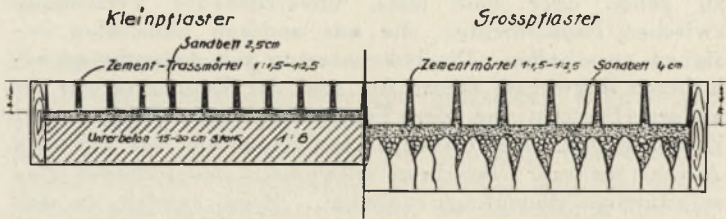
I. Fugenverguß von Pflaster mit Zementmörtel

Der Kraftwagenverkehr führt beim Groß- und Kleinpflaster verhältnismäßig schnell zu einem Heraussaugen der Sandfüllung aus den Pflasterfugen und zu einer Abnutzung der ungeschützten Steinkanten. Eine weitere Folge ist dann ein Verkanten und Verdrücken der Steine. Eine neuzeitliche Pflasterstraße, die auf die Dauer einem starken Verkehr gewachsen sein soll, muß daher mit einem dauerhaften Fugenverguß versehen sein. Neben Teer und Asphalt ist hierfür schon frühzeitig Zementmörtel verwendet worden und ge-

langt in neuerer Zeit in stark zunehmendem Maße zur Anwendung. Einen großen Umfang hat der Fugenverguß mit Zementmörtel u. a. in Schlesien angenommen. Sofern die Fahrbahndecken der Reichsautobahnen in Pflaster ausgeführt werden, ist nach den „Richtlinien für Fahrbahndecken“ Ausgabe April 1936 ein Fugenverguß immer vorgeschrieben.

Durch den Fugenverguß mit Zementmörtel entsteht eine starre Fahrbahndecke. Manche unbefriedigenden Ergebnisse früherer Zeiten sind auf die Nichtbeachtung der Eigenschaften und der Vorbedingungen für die Haltbarkeit einer solchen starren Decke zurückzuführen. Beim Großpflaster bietet die Stärke der Pflasterdecke eine bessere Gewähr, daß die durch den Zementmörtelverguß hergestellte starre Platte die Lasten überträgt, ohne Schaden zu nehmen. Vorbedingung ist natürlich auch hierfür eine Unveränderlichkeit des Untergrundes. Das mit Zementmörtel zu vergießende

Fugenverguß mit Zementmörtel.



Pflaster wird üblicherweise nicht etwa in Zementmörtel, sondern in ein Sandbett gesetzt. Nach den „Richtlinien für Fahrbahndecken“ soll das Sandkissen nach Fertigstellung des Pflasters beim Großpflaster nicht mehr als 3—5 cm, beim Kleinpflaster nicht mehr als 2,5 cm Höhe besitzen. Beim Großpflaster werden die Fugen in einer Tiefe von etwa 12 cm mit reinem Zementmörtel 1 : 1,5 bis 1 : 2,5 in zwei Schichten vergossen. Kleinpflaster, welches mit Zementmörtel vergossen werden soll, darf keine geringere Höhe als 9—10 cm haben. Bei einem kleineren Steinformat ist erfahrungsgemäß die Stärke der starren Decke, wenn sie auf einem Sandbett liegt, zu gering. Das Sandpolster bewirkt beim Kleinpflaster mehr als beim Großpflaster eine leichte Federung. Daher wird, um dem Mörtel eine gewisse Zähigkeit zu verleihen, statt reinem Zementmörtel ein Zement-Traß-Mörtel empfohlen. Die „Richtlinien für Fahrbahndecken“ schreiben ein Mischungsverhältnis des Mörtels von 1 : 1,5 bis 1 : 2,5 vor, wobei das Verhältnis zwischen Zement und Traß 1 : 0,5 zu betragen hat. Die Kleinpflasterfugen



1



2



3

Concrelithpflaster

1. Versetzen der Steine in Beton
2. Abrammen und Verfugen des Mörtels
3. Straßendecke nach 4jährigem schwerem Verkehr

Verlegen von Betonpflaster





Radfahrweg an der Umgehungsstraße Frankfurt a/M.-Wiesbaden



Herstellung eines Radfahrweges mit Stampfmaschine an der Reichsstraße Dessau-Leipzig

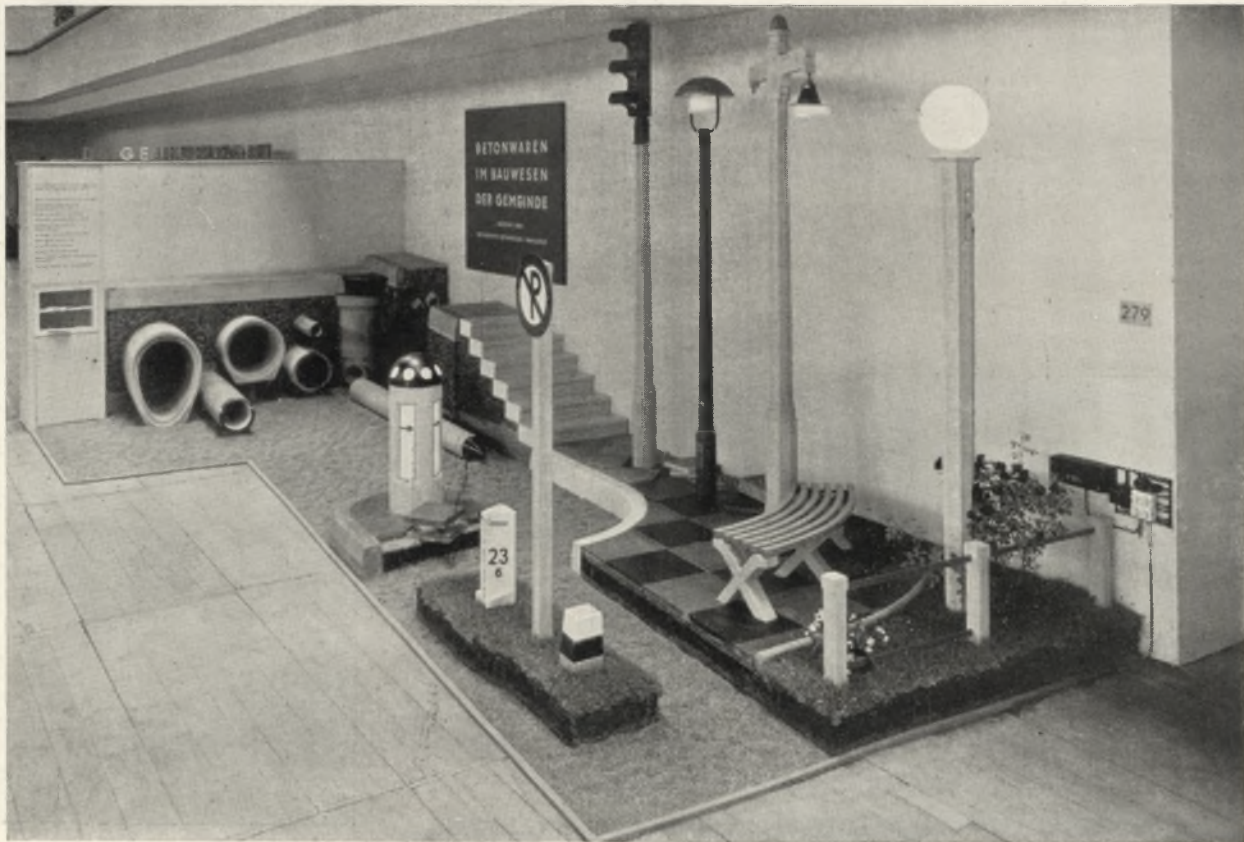
LIBRARY
UNIVERSITÄT
LEIPZIG



**Herstellung eines Radfahrweges mit Stampfbohle.
Bitterfeld-Zörbig**



**Radfahrweg aus Betonplatten
Berlin, Charlottenburger Chaussee**



Betonwaren zur Ausrüstung der Straße

(Stand der Fachgruppe Betonsteinindustrie auf der Ausstellung „Die Deutsche Gemeinde“, Berlin 1936)

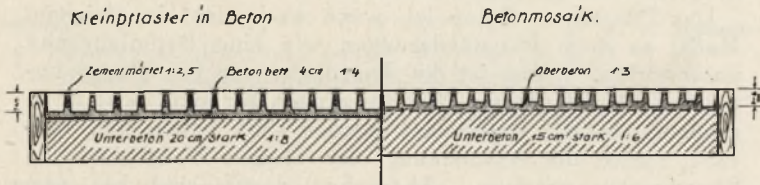
INST.-URB.-I. ARCH.-BIBLIOTHEK

werden möglichst in voller Tiefe, und zwar auch wieder in zwei Schichten, vergossen. Der überflüssige Mörtel wird abgekratzt, worauf die Fugen mit einem Fugeneisen verstrichen werden. Beim Kleinpflaster ist ganz besonders auf einen unnachgiebigen, starken Unterbau, der am besten aus Beton besteht, zu achten. Fein- und mittelkörnige, nicht zu spröde Gesteinsarten haben sich am besten bewährt.

II. Pflaster in Beton und Betonmosaik

Die Pflasterung in Beton unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Fugenverguß mit Zementmörtel dadurch, daß die Steine nicht in ein Sandbett, sondern in Beton gesetzt werden. Dadurch wird der feste Zusammenhalt der Pflastersteine erhöht. Die Pflasterung in Beton hat natürlich für das Kleinpflaster größere Bedeutung als für das normale Großpflaster. Dieses Verfahren ist u. a. in großem Umfange

Pflaster in Beton.



in der Tschechoslowakei, dann aber auch in Schlesien und neuerdings in Berlin und anderen Orten Deutschlands angewendet worden. Über die Verlegung von Kleinpflaster in Beton in Berlin hat Magistratsoberbaurat Schulze in der Zeitschrift „Die Betonstraße“ 1932 berichtet. Bereits im Jahre 1914 wurde eine solche Straße gebaut, die inzwischen noch keinerlei Ausbesserungen bedurft hat. Der Unterbeton hat eine Stärke von 20 cm. Die Kleinpflastersteine wurden in eine 3,5—4 cm hohe Betonschicht 1:8 gesetzt und mit Zementmörtel vergossen. Die in neuerer Zeit in Berlin ausgeführten Kleinpflasterdecken wurden z. T. unmittelbar in den frischen Unterbeton hineingepflastert. Die Kleinpflastersteine haben eine Höhe von nur 7 cm, gegenüber 9—11 cm bei der Pflasterung in ein Sandbett.

Die geringere Höhe der Steine gewährt einen wirtschaftlichen Vorteil. Es liegt auf der Hand, daß bei einer solchen starren Einbettung der Kleinpflastersteine, deren Höhe sogar noch weiter verringert werden kann, schließlich die Pflasterdecke nur noch eine verhältnismäßig schwache Verschleiß-

schicht einer Betonfahrbahn darstellt. Es bestehen keinerlei Bedenken, auch unregelmäßig behauene Steine von nur 4—6 cm Höhe zu verwenden. Die durch eine solche Verkleinerung des Steinformats entstehende sog. Betonmosaikstraße stammt aus der Tschechoslowakei. Sie ist u. a. von Landesoberbaurat Valina in der Zeitschrift „Die Betonstraße“ 1928 eingehend besprochen. Die übliche Ausführungsweise ist folgende:

Auf eine Betontragschicht, deren Stärke, je nachdem ob ein Unterbau vorhanden ist oder nicht, 10 bzw. 15 cm beträgt, wird nach teilweiser Erhärtung erdfuchter Zementmörtel 1 : 3 ausgebreitet. In diesen werden die 4—6 cm großen Steine gesetzt, so daß die Fugen etwa 5 mm breit werden. Nach einem Einschlämmen von Zementmörtel 1 : 3 werden die Steine abgerammt. Zum Schluß wird noch einmal dünner Zementmörtel in die Fugen gekehrt. Nach diesem Vorbild sind auch in Schlesien Betonmosaikstraßen ausgeführt worden. Da bei der Pflasterung in Beton die federnde Wirkung des nicht mehr vorhandenen Sandpolsters fortfällt, kann auf einen Traßzusatz verzichtet und gewöhnlicher Zementmörtel genommen werden.

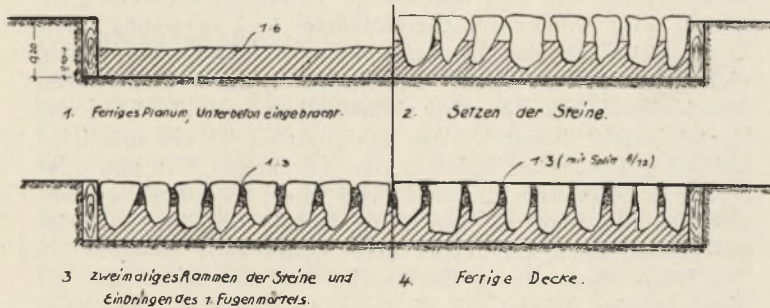
Das Pflaster in Beton ist, wenn auch nicht in gleichem Maße, so doch Raumänderungen wie eine Betonfahrbahn unterworfen. Daher ist die Anordnung von Raumfugen unumgänglich notwendig. Wo Raumfugen gar nicht oder in zu großem Abstand angeordnet worden sind, haben sich vielfach durch die Ausdehnung der starren Fahrbahndecke Stauchungen ergeben. Abgesehen davon sind bei dem Fehlen jeglicher Fugen auch Risse zu erwarten, wie u. a. bei älteren Kleinpflasterausführungen in Beton, z. B. in Berlin, beobachtet worden ist. Die Fugenabstände können etwas größer als z. B. im normalen Betonstraßenbau gewählt werden. Jedoch kann bei größeren Fahrbahnbreiten auch auf Längsfugen nicht verzichtet werden. Die Raumfugen können in einfachster Weise dadurch hergestellt werden, daß konische Holzbretter, welche beiderseits mit Asphaltplatte umgeben sind, aufgestellt werden. Die Holzbretter lassen sich nach dem Erhärten des Betons leicht herausziehen, worauf die Fugen mit einer der bekannten Fugenvergußmassen vergossen werden.

III. Concrelithbauweise

Eine weitere Entwicklungsstufe vom Fugenverguß mit Zementmörtel über die Pflasterung in Beton mit selbständigem Betonunterbau stellt die Concrelithbauweise dar. Eine erstmalige ausführliche Beschreibung findet sich u. a. in einem Aufsatz von Regierungsbaumeister a. D. Streit in der Zeitschrift „Der Straßenbau“ 1934, Heft 6. Bei dieser Bau-

weise kann man weder von einem üblichen Fugenverguß noch von einem selbständigen Betonunterbau, ebensowenig von einer einfachen Kombination dieser beiden Bauvorgänge sprechen. Es handelt sich vielmehr um eine durch eine innige Durchdringung von Stein und Beton erreichte, in ganzer Fahrbahnstärke vorhandene, monolithische Konstruktion, die ohne einen besonderen Unterbau eine große Tragfähigkeit besitzt. Die Steine können eine sehr unregelmäßige Form haben, da alle Zwischenräume durch den selbst zu einem künstlichen Stein erhärtenden Beton ausgefüllt sind. Durch die Verwendung von rohgebrochenen Steinen, die nicht die hohen Zurichtungskosten der Pflastersteine erfordern, und vornehmlich von abgängigen Pflastersteinen, die ihren Verkehrswert für eine andere Art der Wiederverwendung völlig eingebüßt haben, ist der Herstellungspreis dieser Fahrbahn gering und infolgedessen die Wirtschaftlichkeit groß.

Concrelithbauweise.



Die Steine werden in der Fahrbahnbefestigung so angeordnet, daß die Breitseite in der Straßenoberfläche liegt und die kleinste Fläche bzw. die Spitze nach unten gekehrt ist. Zuerst wird auf das vorbereitete Planum ein Betonbett ausgebreitet, dessen Stärke sich nach der Höhe der Steine und der beabsichtigten Konstruktionsstärke der Gesamtdecke richtet. Soll die Konstruktionsstärke der Decke etwa 20 cm betragen, so werden am besten Steine von 15—18 cm Höhe verwendet. Die Betonschüttung, die im Mischungsverhältnis von 1:6 und mit möglichst geringem Wassergehalt einzubringen ist, erhält in diesem Falle eine Stärke von 10 cm. In die Betonschicht werden die Steine derart gesetzt, daß möglichst Ecke gegen Seite stößt, so daß keine parallelen, engen Fugen, sondern vielmehr etwa dreieckige Lücken entstehen. Die Steine stützen sich also gegeneinander ab. Ein

Kanten und Verdrücken einzelner Steine ist infolge dieses Steinverbandes und der vollständigen Einbettung in Beton nicht möglich. Allein schon durch die feste Verspannung tritt eine Erhöhung der Tragfähigkeit der Konstruktion ein. Außerdem wird im Gegensatz zu der bisher üblichen Art des Zementmörtelfugenvergusses von Pflasterstraßen eine Beanspruchung der Fugen durch Horizontalkräfte vermieden. Die Steine sind beim Setzen gut mit Beton zu unterfuttern. Sie werden unter Zugabe von Wasser in den Beton eingerammt. Durch das Rammen wird der Beton in den Lücken teilweise hochgedrückt. Die weitere Ausfüllung der Lücken erfolgt von oben her mit Zementmörtel 1 : 3, dem auch Grobsplitt bis zu einer Körnung von 30 mm zugesetzt werden kann. Durch den Grobsplitt wird eine noch bessere Verteilung der Steine untereinander erreicht. Unbedingt notwendig ist das nun folgende Durchstochern des in die Fugen eingekehrten Mörtels, dessen Zweck ist, die Bildung jeglicher Hohlräume in den Fugen zu verhindern. Jetzt erfolgt das zweite Abrammen, wobei sich der Fugenmörtel, der eine innige Verbindung mit dem unten befindlichen Beton eingeht, so weit setzt, daß eine nochmalige Verfüllung notwendig ist. Hierzu wird wieder ein Zementmörtel 1 : 3 verwendet. Als Zuschlagstoff für den Deckenschlußmörtel kann Sand allein nicht genommen werden. Zur Erzielung des erforderlichen Abschleifwiderstandes wird vielmehr je zur Hälfte Sand und Hartsteinsplitt benutzt. Am geeignetsten ist ein möglichst kubisch gebrochener Splitt in den Körnungen 5/10 mm oder 8/12 mm. Nachdem dieser Mörtel über die Decke verteilt worden ist, wird er sorgfältig in die Pflasterfugen eingearbeitet, wozu am besten eine Maurerkelle geeignet ist. Die letzte Bearbeitung der Decke besteht darin, daß der überschüssige Mörtel mit einem angefeuchteten Harbesen abgefegt wird, so daß die Steinköpfe, ohne daß etwa die Fugen ausgehöhlt werden, bereits an der Oberfläche durchschimmern. Die fertige Decke muß, wie jede mit Zement gebaute Straße, abgedeckt und längere Zeit naß gehalten werden.

Während bei normalen Straßenbreiten Längsfugen nicht erforderlich sind, sind Querfugen in einem Abstand von höchstens 20 m anzuordnen. Sie dienen gleichzeitig als Begrenzung der Arbeitsabschnitte und werden als Raumfugen in der Weise ausgebildet, daß ein beiderseits mit Asphalt-pappe umgebenes, etwas konisches Holzbrett aufgestellt wird. Das Brett wird herausgezogen, sobald der erste Teil des folgenden Arbeitsabschnittes fertiggestellt worden ist.

Der Bedarf an Baustoffen je m^2 ist:

etwa 0,15 m^3 Rohsteine oder alte Pflastersteine,

etwa 25 kg Zement,

etwa 125 l Kiessand,
etwa 3 l Grobsplitt 15/30 mm,
etwa 5 l Feinsplitt 5/10 mm oder 8/12 mm.

Der Lohnanteil einschließlich der Vorbereitung des Untergrundes schwankt zwischen 1 und 1,5 Stunden je m². Der höhere Satz gilt für den Umbau alter Pflasterstraßen. Als Facharbeiter sind 6—8 Steinsetzer bzw. Pflasterer und 1—2 Betonfacharbeiter bzw. Maurer erforderlich.

Die Concrelithbauweise wird seit dem Jahre 1932 ausgeführt. Die meisten Strecken liegen im Norden der Provinz Hannover (Bezirk Lüneburg). Überall dort, wo auf Land- und Stadtstraßen noch größere Strecken mit abgängigem Pflaster vorhanden sind, findet die Bauweise ihr Hauptanwendungsgebiet. In diesem Falle sind die Herstellungskosten außerordentlich niedrig, und zwar im allgemeinen nicht höher, als wenn die alten Steine als Packlage umgelegt und mit einer gewöhnlichen Schotterdecke überdeckt würden. Die Haltbarkeit der Concrelithfahrbahn ist jedoch nicht nur weit größer als bei diesem sonst üblichen Umbauverfahren, sondern kommt, bei sachgemäßer Ausführung, zweifellos derjenigen der Betonstraße nahe.

IV. Betonblockpflaster

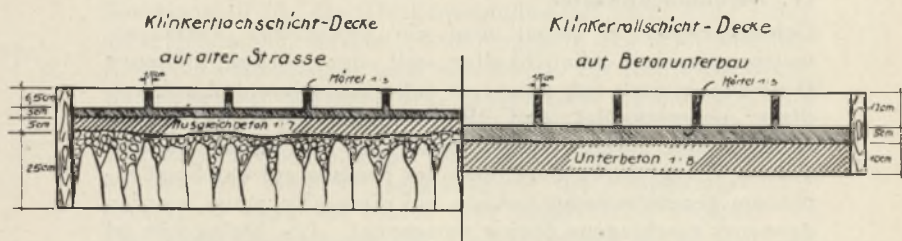
Betonblockpflaster nennt man ein besonderes Verfahren, welches gewisse Ähnlichkeiten mit der vorherbeschriebenen Bauweise besitzt, sich aber rein äußerlich schon dadurch von dieser unterscheidet, daß die Straßenfläche in verhältnismäßig kleine Blöcke aufgeteilt ist, die in Formkästen eingestampft und durch Umkippen der Formen auf das Straßenplanum gesetzt werden. Auch bei dieser Bauweise werden ganz roh geschlagene Steine verwendet. Die Steingröße ist jedoch im allgemeinen erheblich kleiner als bei der Concrelithbauweise, so daß keine monolithische Gesamtfahrbahnkonstruktion, sondern nur eine Straßendecke, die noch eines besonderen Unterbaues bedarf, hergestellt wird. Beim Straßenneubau besteht dieser Unterbau zweckmäßigerweise aus Beton. Die Herstellung der Blöcke geht so vor sich, daß in den Formkästen die zu Stücken von etwa Kleinpflastergröße zerschlagenen alten Pflastersteine oder sonstigen Rohsteine so eingesetzt werden, daß möglichst eine ebene Fläche, die später die Oberfläche der Straße bildet, nach unten zu liegen kommt. Dann wird flüssiger Zementmörtel 1:3 zwischen die Hohlräume der Steine gefüllt. Nach kräftigem Rütteln der Form wird trockener Zementmörtel eingebracht, der sich mit dem flüssigen Mörtel zu einer erdfeuchten Masse vermischen soll. Hierauf wird die Form so weit mit einem mageren Beton gefüllt, bis die gewünschte Blockhöhe erreicht ist. Das Ganze wird gestampft, die Form

umgekippt, an die Verlegungsstelle gefahren und dort entformt. Die Fugen zwischen den Blöcken werden teils mit Lehm, teils mit Asphalt, Teer oder Zementmörtel so weit gefüllt, wie es möglich ist. Diese Fugen bilden einen schwachen Punkt des Blockpflasters.

V. Klinker-Betonstraße

In weiten Gebieten Norddeutschlands ist der Ziegelklinker jahrzehntelang der wichtigste Straßenbaustoff gewesen. Die Klinker wurden früher hochkant in ein Sandbett verlegt. In noch stärkerem Maße als bei anderen Pflasterstraßen führte der neuzeitliche Verkehr bei den Klinkern zu einer Zerstörung der Steinkanten. Ausgehend von Oldenburg werden seit einigen Jahren die Klinker auch in Zementmörtel gelegt. Um nun die Kosten nicht zu sehr zu erhöhen, werden die Klinker beim Straßenumbau, bei dem also bereits ein Unterbau vorhanden ist, flach gelegt. Zur Ausfüllung der Unebenheiten der als Unterbau dienenden alten Straße wird zunächst ein Ausgleichbeton 1 : 7 aufgebracht und profiliert.

Klinker-Betonstrasse.



Hierauf kommt eine Betonunterlage in einer Stärke von etwa 3,5 cm mit einem Mischungsverhältnis 1 : 3. In dieses frische Betonbett werden die Klinker gelegt. Nachdem anfänglich mit verhältnismäßig engen Fugen gepflastert worden ist, kam man davon ab, weil sich herausgestellt hat, daß die satte Ausfüllung der Fugen mit Zementmörtel nicht restlos möglich war. Seitdem werden die Klinker mit Fugen von mindestens 1—1,5 cm Breite verlegt. Nach dem Eindrücken der Klinker in das Betonbett wird noch ein dünnbreiiger Zementmörtel über die Straßenfläche ausgebreitet und in die Fugen eingekehrt. Es hat sich ferner herausgestellt, daß Ausdehnungsfugen, wie sie bei der Betonstraße notwendig sind, bei der Klinkerbetonstraße normalerweise entbehrt werden können. — Neuerdings hat man beim Straßenneubau auch Versuche mit der Pflasterung von Klinkern, die hochkant verlegt werden, gemacht. — Es liegen u. a. in Oldenburg Klinker-

betonstraßen, die sich seit einigen Jahren vorzüglich bewährt haben. Dort, wo der Straßenklinker zu Hause ist, ist für die Klinkerbetonstraße eine ausgedehnte Anwendungsmöglichkeit gegeben. Für andere Gebiete wird sie leider vielfach wegen der nicht geringen Herstellungskosten weniger in Frage kommen. — Grundsätzliche Ausführungen über die Klinkerbetonstraße finden sich in einem Aufsatz von Studienbaurat Hirt in der Zeitschrift „Die Betonstraße“ 1932, Seite 67 und 83.

VI. Pflastersteine aus Beton

Versuche, Pflastersteine aus Beton herzustellen, sind auch in Deutschland schon öfter gemacht worden. Sie haben bisher allgemein wenig befriedigt. Meist war es die geringe Kantenfestigkeit des Betons, die eine Zerstörung einleitete. Nach Berichten, die aus Belgien und Frankreich vorliegen, haben sich dort Betonpflastersteine besser bewährt und finden daher in zunehmendem Maße Anwendung. Es ist infolgedessen von Interesse, das Herstellungs- und Einbauverfahren für Betonpflastersteine in diesen beiden Ländern kennenzulernen, um diese Art der Straßenbefestigung auch in Deutschland einzuführen. In Frage kommen dafür Fahrbahnflächen von nicht zu großem Umfang und solche, die in erster Linie durch gummibereiften Verkehr belastet sind.

Es ist einleuchtend, daß Pflastersteine nur aus einem erstklassigen Beton hergestellt werden dürfen. Die belgischen Normen für Betonpflastersteine aus dem Jahre 1933 stellen daher hohe Anforderungen an Druckfestigkeit, Biegezugfestigkeit, Stoßfestigkeit und Abschleifwiderstand. Das Format der Steine entspricht mit mehr oder minder großen Abweichungen dem Ziegelsteinformat. In Belgien erfolgt normalerweise die Verlegung der Steine in Flachsicht in ein 1 cm starkes Mörtelbett 1 : 3, welches auf einem Unterbeton von 10 cm Stärke ausgebreitet worden ist. Der etwa 1 : 8 gemischte Unterbeton genügt natürlich in dieser Stärke nur bei Vorhandensein eines festen Unterbaues. Die Pflasterfugen werden in zwei Schichten mit Zementmörtel vergossen. Ausdehnungsfugen werden im Abstand von 10 m angeordnet.

In Frankreich wendet man neuerdings für die Betonpflastersteine das Dampferhärtungsverfahren an. Dadurch ist es möglich, schon nach wenigen Tagen hohe Festigkeiten zu erreichen. Bei einer u. a. bekanntgewordenen Ausführung wurde folgende Einbauweise gewählt:

Als Unterbau diente ein 1 : 6 gemischter Beton, der für sich selbständig erhärtete. Die Pflastersteine wurden in ein 1 cm starkes Mörtelbett mit nur 3—4 mm starken Fugen gesetzt und die Fugen ebenfalls mit Zementmörtel vergossen.

Das Mischungsverhältnis für den Mörtel betrug 1 : 2. Näheres über diese Bauweise s. den Aufsatz „Pflastersteine aus Beton“ von Dipl.-Ing. Bruschi, „Die Betonstraße“ 1936, Seite 133.

VII. Betonunterbau für andere Decken

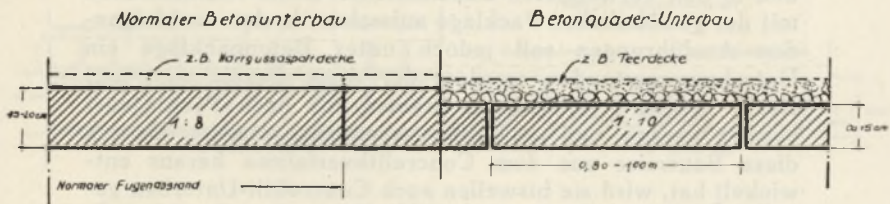
Als Unterbau für andere Decken ist der Beton nichts Neues. Er wird seit Jahrzehnten in den Großstädten angewendet. Die meisten Asphaltdecken im städtischen Straßenbau besitzen einen Betonunterbau. Die vielfach nur geringe Sorgfalt, die man der Ausführung dieses Betonunterbaues angedeihen ließ, ist nur ein Beispiel dafür, daß die Bedeutung des Unterbaues als Teil der Fahrbahnkonstruktion bis in die jüngste Zeit hinein unterschätzt worden ist. Erst mit dem Vordringen der Betonstraße, die sich in vielen Fällen gerade auf unsicherem Untergrund bewährt hat, wurden die Vorzüge des starren, tragfähigen Betonunterbaues erkannt. Während die alte Ansicht der Straßenbauer dahin ging, daß die Straßendecke möglichst elastisch sein soll, daß sie also nicht nur Formveränderungen, die durch den Verkehr hervorgerufen werden, sondern auch solche, die durch Bewegungen des Untergrundes entstehen, ohne zu brechen, erleiden darf, zwingt der neuzeitliche Verkehr zur Anerkennung der Forderung nach einer stets gleichbleibenden Ebenheit der Fahrbahn. Ein nachgiebiger Packlagenunterbau kann solchen Ansprüchen in vielen Fällen nicht gerecht werden. Ein unnachgiebiger, starrer Unterbau ist also Vorbedingung für die Erhaltung der Ebenheit der Decke, unabhängig davon, ob diese selbst starr oder elastisch ist. Um diese Starrheit des Unterbaues zu erreichen, um also aus einem Unterbau, dessen Zusammenhalt nur auf einer Ver- spannung bzw. Verteilung der Einzelbestandteile beruht, durch Verkittung eine fest zusammenhängende Platte zu machen, bedient man sich am besten des Zementes als Bindemittel. Eine solche Platte besitzt eine gewisse Biege- festigkeit und ist daher in der Lage, örtlich begrenzte Un- gleichmäßigkeiten des Untergrundes zu überbrücken. Die Verwendung des Zementes im Unterbau kann auf ver- schiedene Weise erfolgen. In diesem Abschnitt wird der Unterbau beschrieben, der aus gewöhnlichem Kiessandbeton besteht.

Die normale Stärke des Betonunterbaues ist 20 cm. Während bei festem, gutem Untergrund für Überlandstraßen mit nicht zu schwerem Verkehr, ebenso wie für Straßen von untergeordneter Bedeutung, die Stärke bis auf 15 cm her- untergehen kann, wird der Betonunterbau im städtischen Straßenbau, mit Rücksicht auf den Ausgleich der Verkehrs- erschütterungen, vielfach 30 cm und noch stärker ausgeführt.

Das Mischungsverhältnis soll nicht magerer als 1 : 10 sein. Die „Richtlinien für Fahrbahndecken“ Ausgabe 1936 schreiben einen Zementgehalt von mindestens 200 kg je cbm Fertigbeton vor, was etwa einem Mischungsverhältnis von 1 : 8 entsprechen dürfte. Es ist heute üblich, diesen Betonunterbau mit regelrechten Fugen zu versehen, die natürlich in einfachster Weise, etwa durch Einlage mehrerer Asphaltpappen, ausgebildet werden können. Es ist anzustreben, daß endlich ganz allgemein eine sorgfältigere Bauausführung des Betonunterbaues erfolgt. So ist besonders das heute immer noch im städtischen Straßenbau übliche Verfahren, den Beton dünnbreiig einzubringen und ihn, ohne zu stampfen, lediglich abzugleichen, auszumerzen.

Auf nachgiebigem Untergrund besteht die Möglichkeit, daß im Unterbau Bruchrisse entstehen. Es ist erfahrungsgemäß aber nicht damit zu rechnen, daß der Beton in zahllose kleine Stücke zerbricht, sondern daß immer noch in den

Betonunterbau.



ungünstigsten Fällen größere, zusammenhängende Platten verbleiben. Um den Zusammenhalt des gesamten Betonunterbaues auch in solchen Fällen zu gewährleisten, kann natürlich eine Eisenbewehrung zweckdienlich sein. Hierbei ist lediglich zu beachten, daß das Betonmischungsverhältnis nicht zu mager gewählt wird und daß die Eiseneinlage eine genügend starke Betonüberdeckung nach beiden Seiten hin erhält. Vorgeschlagen worden ist auch eine durchgehende Netzbewehrung unter Verzicht auf den Einbau von Fugen.

Eine andere Möglichkeit, bei unsicherem Untergrund einen gewissen Ausgleich der Bewegungen innerhalb des Unterbaues zu schaffen, besteht darin, daß eine verhältnismäßig kleine Fugeneinteilung gewählt wird, daß man also Betonplatten von etwa $2\frac{1}{2}$ —3 m im Quadrat herstellt.

Eine besondere Art des Betonunterbaues ist der Kirchnerische Betonquaderunterbau, der in Ostdeutschland, besonders in Schlesien, in Hunderttausenden von Quadratmetern auf Neubaustrecken für gewöhnliche Schotterstraßen, aber auch für Kleinpflasterdecken, gebaut worden ist. Je nach den örtlichen Verhältnissen wird ein etwa 10—17 cm starker

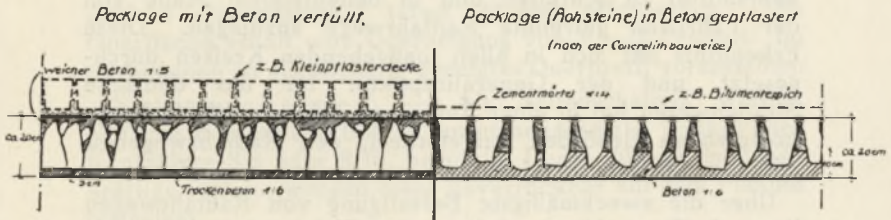
Magerbeton 1 : 10 bis 1 : 12 in Quadern von 80×80 bzw. 100×100 cm an Ort und Stelle in besonderen Eisenformen gestampft. Um eine Verschiebung des Schotters beim Walzen zu verhindern, werden in den Beton Vertiefungen eingedrückt. Der Betonquaderunterbau hat sich, wie seine große Verbreitung zeigt, gut bewährt. Vgl. die Berichte von Dipl.-Ing. Weber in der Zeitschrift „Die Betonstraße“ 1927 Seite 282, 1930 Seite 219 und 1932 Seite 135. — Auch für die Verbreiterung des Unterbaues vorhandener Straßen wird oft Beton an Stelle von Packlage gewählt mit dem Vorteil, daß ein nachträgliches Setzen unter dem Verkehr vermieden wird. — Wenn Kleinpflaster oder bituminöse Decken auf alte Schotterdecken aufgebracht werden sollen, ist eine Profilierung und Verstärkung durch Beton sehr zweckmäßig.

VIII. Betonpacklage

Unter Betonpacklage versteht man in Schlesien und z. T. auch in anderen Gebieten Ostdeutschlands den im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Betonunterbau, der als Ersatz für eine Packlage dient, aber in der Ausführungsweise und in den verwendeten Bauelementen keine Ähnlichkeiten mit der gewöhnlichen Packlage aufweist. In den nachfolgenden Ausführungen soll jedoch unter Betonpacklage ein Unterbau verstanden werden, der diese Bezeichnung mit Recht verdient, weil er aus Steinen, die nach Packlageart gesetzt werden, und aus Beton zusammengesetzt ist. Da sich diese Bauweise aus dem Concrelithverfahren heraus entwickelt hat, wird sie bisweilen auch Concrelith-Unterbau genannt. Packlagesteine, andere Rohsteine oder alte Pflastersteine werden wie ein gewöhnlicher Packlageunterbau gesetzt, dann mit Beton verfüllt und abgewalzt oder abgerammt. Damit der Beton alle Steine miteinander verbindet, dürfen die Steine nicht mit zu engen Fugen gesetzt werden. Empfehlenswert ist vielmehr nach dem Muster der Concrelithbauweise ein Versetzen mit etwa dreieckigen Lücken, aber so, daß die Steine sich gegeneinander abstützen. Der Beton wird im Mischungsverhältnis 1 : 4 bis 1 : 5 hergestellt. Er muß gut weich angemacht werden, damit er sich unter Zuhilfenahme eines Besens in alle Steinlücken einbringen läßt. Um die Steine auch von unten her in Beton zu fassen, ist es zweckmäßig, vor dem Setzen auf das Planum eine schwache Betonschicht aufzubringen. Da das Setzen der Packlage lange Zeit erfordert und einem frühzeitigen Abbinden dieses Betons vorgebeugt werden muß, darf er nur trocken eingebracht werden. Das Abbindewasser erhält er erst durch ein reichliches Nässen der gesetzten Packlage unmittelbar vor dem Einfüllen des Betons von oben her. Der Zementverbrauch für diese Betonpacklage beträgt 20—25 kg je m². — Es ist natürlich ebenso möglich, die Steine genau so, wie es

bei der Concrelithbauweise erfolgt, mit der Kopffläche nach oben in ein Betonbett zu setzen und in dieses durch Rammen einzutreiben. Für die Ausfüllung der noch nicht vollständig gefüllten Lücken braucht in diesem Falle nur gewöhnlicher Sand-Zementmörtel verwendet zu werden, da der Mörtel ja nicht unmittelbar den Verkehrsbeanspruchungen ausgesetzt ist. Ein in dieser Weise ausgeführter Betonpacklageunterbau fand u. a. auf langen Strecken im Norden der Provinz Hannover zur Verbreiterung der bisherigen Straßenfahrbahn von Reichsstraßen Verwendung. Eine gewöhnliche Packlage hätte wegen der geringen Breite des anzusetzenden Fahrbahnstreifens nicht ordnungsgemäß gewalzt werden können. Der Concrelithunterbau hat sich hier sehr gut bewährt. Im Gegensatz zur alten Fahrbahn, die aus Teerdecken besteht, zeichnet sich die auf den Concrelithunterbau aufgewalzte Decke durch völlige Wellenfreiheit aus. Auf einer dieser

Beton-Packlageunterbau.



Reichsstraßen wurde die Unterbauverbreiterung in der Concrelithbauweise ausgeführt, weil sie längere Zeit selbständig befahrbar sein sollte. Es fehlten die Mittel, um die Decke gleich aufbringen zu können. Der Unterbau wird bereits seit zwei Jahren seiner Bestimmung als vorläufige Straßendecke vollauf gercht. Ein gewöhnlicher Packlageunterbau wäre vorzeitig zerstört. — Die Betonpacklage, bei der die Steine wie die gewöhnliche Packlage gesetzt werden, ist u. a. mit Erfolg in Verbindung mit Zementschotterdecken ausgeführt worden. Die Zementschotterdecke, die in diesem Falle nur halb so stark wie üblich ist, wird auf die Betonpacklage frisch auf frisch aufgewalzt, so daß ein Verbundquerschnitt von großer Tragfähigkeit entsteht. Es bleibt noch zu erwähnen, daß die Betonpacklage wegen ihrer größeren Tragfähigkeit eine geringere Stärke als die gewöhnliche Packlage besitzen kann. Eine Stärke von 20 cm genügt in jedem Falle. Die Herstellungskosten der Betonpacklage sind daher nicht wesentlich höher als die einer gewöhnlichen Packlage. Das Verfahren ist u. a. in den Aufsätzen von Reg.-Baumeister a. D. Streit „Wasser- und Wegebauzeitschrift“ 1934, Nr. 5, und „Der Straßenbau“ 1934, Nr. 6, eingehend beschrieben.

D. RADFAHRWEGE IN BETON

Der stetig anwachsende Automobilverkehr hat entgegen den gesetzten Erwartungen keine Herabminderung des Radfahrverkehrs gezeitigt, sondern im Gegenteil ist in den letzten Jahren die Anzahl der Fahrräder in Deutschland auf etwa 16 Millionen gestiegen. Der gemeinsame Verkehr von Kraftwagen und Fahrrad auf derselben Fahrbahn hat die Unfallziffer erschreckend ansteigen lassen, so daß es unbedingte Notwendigkeit ist, zu einer Trennung beider Verkehrsmittel zu schreiten und in bedeutendem Maße von der Fahrbahn getrennte Radfahrwege anzulegen. Diese Erkenntnis hat sich in allen maßgebenden Kreisen durchgesetzt, und der Generalinspektor für das deutsche Straßenwesen hat in einer Reihe von Erlassen alle in Frage kommenden Behörden aufgefordert, den Radfahrwegebau mit allen Mitteln zu fördern.

Über die zweckmäßigste Befestigung von Radfahrwegen liegen in Deutschland noch wenige Erfahrungen vor. Betrachtet man jedoch die Befestigung der Radfahrwege in den Radfahrländern Holland, Belgien und Dänemark (s. „Die Betonstraße“ 1934 S. 189; 1935 S. 30, 52, 81; „Der Straßenbau“ 1935 S. 20), so fällt auf, daß in steigendem Maße Beton hierfür zur Verwendung kommt. Die Gründe hierfür sind folgende: Der Straßenbauer betrachtet die Betondecke, trotzdem sie nicht zu den billigsten Ausführungen gehört, als die wirtschaftlichste, da sie eine fast unbeschränkte Lebensdauer hat und kaum Unterhaltungskosten verursacht. Der Radfahrer verlangt die Betondecke, da er auf ihr mit dem geringsten Kraftaufwand gleitsicher fährt und durch die ebene Oberfläche keinerlei Erschütterungen und keiner Staubbelastigung ausgesetzt ist. Der Verkehrstechniker betrachtet die Betondecke als die zweckmäßigste, da dem Radfahrer erfahrungsgemäß ein Anreiz zur Benutzung der Radfahrwege gegeben werden muß, was nur durch einen Weg von besonderer Ebenheit geschehen kann. Je ebener die u. U. für den Radfahrer in Frage kommenden Straßen liegen, desto ebener muß der Radfahrweg sein, zu dessen Benutzung der Radfahrer erzogen werden soll.

Nachstehend werden die Gesichtspunkte und die Ausführungsweisen von Radfahrwegen an den beiden üblichen Arten von Radfahrwegen beschrieben.

Befestigung durch eine an Ort und Stelle hergestellte Betondecke¹⁾

U n t e r g r u n d. — Die Betondecke von Radfahrwegen wird nach Entfernung des Mutterbodens unmittelbar auf den sorgfältig abgeglichenen, gleichmäßig vorbereiteten Untergrund gelegt.

Besteht der Untergrund aus wasserundurchlässigem Boden, wie Lehm, Ton oder dgl., so muß eine 5—15 cm starke Schicht von grobem Sand, Kies, Schotter oder gut durchgebrannter Kesselschlacke eingebracht und festgewalzt werden.

Q u e r s c h n i t t d e r D e c k e. — Die Deckenstärke soll mindestens 8 cm betragen, nur bei Gefahr der Benutzung durch andere Fahrzeuge (Kreuzung von Einfahrten) ist eine größere Deckenstärke (etwa 20 cm) erforderlich. Die Oberfläche erhält eine Querneigung von 1,5—2 Prozent. Im allgemeinen ist ein einseitig geneigtes Querprofil vorzuziehen.

S e i t e n s c h a l u n g. — Als Seitenschalung werden einfache Bohlen, aus Bohlen zusammengesetzte Winkel oder Kanthölzer 8/8 oder 8/10, benutzt. Durch 30—40 cm lange kräftige Pflöcke werden diese unverrückbar auf dem Planum festgelegt.

B a u s t o f f e f ü r d e n B e t o n. — Die Herstellung und Verarbeitung des Betons hat mit der größten Sorgfalt zu erfolgen, da es hiervon in erster Linie abhängt, ob eine einwandfreie Decke entsteht. Der Auswahl der Baustoffe ist besondere Beachtung zu schenken.

Es darf nur normal bindender Zement, der den jeweils gültigen deutschen Normen für Zement entspricht, verwendet werden.

Als Zuschläge kommen Sand, Kies, Kiessand, natürliche Gesteine oder Hochofenschlacke in natürlicher Körnung oder zerkleinert in Frage.

Die Zuschläge dürfen keine Stoffe enthalten, die das Erhärten oder die Festigkeit oder die Wetterbeständigkeit des Betons beeinträchtigen oder die Eiseneinlagen angreifen können.

Es empfiehlt sich, vor Baubeginn die in Frage kommenden Zuschlagstoffe durch Sieben zu untersuchen, wobei es im

¹⁾ Es wird hierfür die Beachtung des „Merkblattes für Betonstraßen“ empfohlen, herausgegeben von der „Stufa“, jetzt Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen E. V., Berlin-Charlottenburg 2, Knesebeckstr. 30. S. a. Zementkalender 1936.

allgemeinen genügt, den Sandanteil und den Feinsandanteil im Zuschlag festzustellen. Dazu sind 2 Rundlochsiebe von 7 mm und 1 mm \varnothing erforderlich. Sie können auch durch Maschensiebe von 5 mm bzw. 1 mm Maschenweite ersetzt werden, die, falls sie im Baubetrieb nicht sowieso vorhanden sind, leicht überall zu beschaffen sind. Die Proben müssen getrocknet und die abgeseibten Sand- bzw. Feinsandanteile durch Abwiegen bestimmt werden. Beträgt der Sandanteil weniger als 50 Prozent, so muß Sand zugesetzt werden, beträgt er mehr als 80 Prozent, so muß Kies oder Splitt zugesetzt werden. Entsprechend ist der Feinsandanteil durch Zugabe von Feinem und Grobem zwischen 44 Prozent und 20 Prozent der Gesamtzuschläge zu halten. Es muß darauf geachtet werden, daß der Feinsand auch eine gewisse Menge staubfeine Bestandteile (unter 0,2 mm) enthält, da diese die Verarbeitung erleichtern und ohne übermäßigen Wasserzusatz einen dichten Deckenschluß ermöglichen.

Als Anmachwasser sind alle in der Natur vorkommenden Wasser geeignet, soweit sie nicht stark verunreinigt sind.

Zubereitung des Betons. — Das Betongemenge soll soviel Zement, Sand, Kies oder Kiessand, Splitt oder Steinschlag enthalten, daß ein möglichst dichter und fester Beton entsteht. Mit Rücksicht auf die Anforderungen, die an die Wetterfestigkeit des Betons gestellt werden, soll der Zementanteil in 1 m³ fertigem Beton mindestens 300 kg betragen.

Im allgemeinen wird man die Decke „einschichtig“, d. h. die ganze Deckenstärke aus Beton derselben Zusammensetzung herstellen. Will man jedoch die Decke zweischichtig herstellen, etwa 5 cm Unterbeton aus Kiessand und 3 cm Deckbeton aus Sand und Splitt, so empfiehlt es sich, den Zementgehalt der beiden Betonarten annähernd gleich zu wählen. Keinesfalls sollte man auch beim Unterbeton unter 280 kg je m³ herabgehen. Der Wasserzusatz darf nicht größer sein, als es die Verarbeitungsfähigkeit des Betons unbedingt verlangt, da jeder Überschuß an Wasser die Festigkeit und Widerstandsfähigkeit des Betons stark herabsetzt. Die Steife des Betons ist richtig, wenn gegen Ende der Verdichtungsarbeit der Beton leicht Wasser zieht, und dadurch der Deckenschluß bewirkt wird. Jedoch dürfen die von der Stampfbohle hinterlassenen Spuren nicht verlaufen. Ein nachträglicher Wasserzusatz durch Anfeuchten beim Einbau darf auf keinen Fall erfolgen.

Herstellen der Decke. — Vor Einbringen des Betons wird der Untergrund und die Schalung angeätzt, jedoch darf hierbei keine Aufweichung eintreten. Eine Zwischenlage von zähem Papier ist günstig. Der Beton

wird gleichmäßig ausgebreitet, ohne daß der vorbereitete Untergrund dabei betreten wird. Auf die Seitenschalungen werden Leisten aus Holz oder Vierkanteisen aufgelegt, deren Dicke etwa 20 Prozent der Deckenstärke beträgt. Dann wird der Beton in gleichmäßiger Auflockerung zwischen die Schalungen eingebracht und über die Leisten mit einer Lehre eben abgezogen. Nach Entfernung der Leisten wird der Beton mit einer Stampfbohle gründlich verdichtet, bis Zementschlämme an die Oberfläche tritt und einen dichten Deckenschluß bewirkt. Bei zweischichtiger Bauweise werden der Unterbeton in etwa $\frac{3}{4}$ der Deckenstärke und darüber der Oberbeton eingebracht und beide Schichten zusammen gestampft. Statt der Verarbeitung von Hand können auch besondere Fertigermaschinen verwendet werden, die eine sehr ebene Oberfläche ergeben.

Fugen. — Um dem Beton Möglichkeit zum Ausdehnen und Zusammenziehen zu geben, müssen in 5 bis 10 m Entfernung durch die ganze Platte hindurchgehende Fugen von etwa 10 mm Breite angeordnet werden. Dies geschieht bei der Herstellung durch Einlegen von leicht geölten konischen Flacheisen, über die hinweggestampft wird, und die vor Abbindebeginn wieder entfernt werden. Nach Erhärten des Betons werden die Fugen mit Fugenfüllmasse ausgegossen.

Statt der konischen Flacheisen können auch Fugeneinlagen aus imprägniertem Zellstoff, eingeweichtem Holz oder dgl. benutzt werden, die im Bauwerk verbleiben. Bei dieser Ausführungsart ist nur ein oberflächlicher Verguß erforderlich.

Nachbehandlung. — Die frisch fertiggestellte Betondecke ist vor Sonnenbestrahlung und Regen durch bewegliche Dächer oder Plane zu schützen. Ist der Beton soweit erhärtet, daß er ohne Gefahr vor Beschädigungen betreten werden kann, so wird er mit Erde, lehmigem Sand, Säcken, Planen, Strohmatten oder dgl. abgedeckt, die etwa 10 Tage lang dauernd feucht gehalten werden müssen.

Befestigung mit fabrikmäßig hergestellten Betonplatten

Die Befestigung von Radfahrwegen mit fabrikmäßig hergestellten Betonplatten hat den Vorteil, vor allem in bebauten Gebieten, daß der Belag leicht aufgenommen und wieder verlegt werden kann. Die meist ungeschliffenen Betonplatten werden in Größen von 30×30 bis 50×50 cm verwendet und müssen den in DIN 485 („Bedingungen für die Lieferung und Prüfung von Bürgersteigplatten aus Beton“) festgelegten Anforderungen entsprechen. Das Verlegen erfolgt am besten durch Facharbeiter auf einem 8 cm starken Kiesbett mit einer 1 bis 3 cm starken Ausgleichschicht aus magerem Kalkmörtel.

E. DIE AUSRÜSTUNG DER STRASSE

Durch Verwendung von Fertigbauteilen aus Beton für die Ausrüstungsgegenstände der Straße wird einmal eine Steigerung der Leistung im Hinblick auf die Schnelligkeit des Gesamtaufschrittes erreicht und andererseits die Forderung erfüllt, möglichst viel im Handbetrieb herzustellen. Diese scheinbaren Gegensätze werden jedoch dadurch miteinander in Verbindung gebracht, daß die in besonderen Betrieben und Werkstätten hergestellten und zur Ausrüstung der Straße dienenden Betonwaren meist durch Handarbeit erzeugt werden und als Fertigbauteile zur Baustelle kommen, wo sie dann nur noch eingebaut bzw. verlegt werden müssen. Aus diesem Grunde, sowie gleichzeitig wegen der außerordentlichen Preiswürdigkeit und nicht zuletzt auch wegen des wichtigen volkswirtschaftlichen Vorzuges, daß zur Herstellung der Betonkörper nur deutsche und in ausreichendem Maße vorhandene Ausgangsstoffe erforderlich sind, ist es erklärlich, daß die Verwendung des Betons als Fertigbauteil für die Ausrüstung im Straßenbau in stetigem Wachsen begriffen ist. Hierdurch wird weiterhin gleichzeitig dem allgemeinen wirtschaftlichen Verlangen, möglichst viele Kreise in die Arbeitsbeschaffung einzubeziehen, insofern Rechnung getragen, als neben den die Straßendecke herstellenden Beton-, Tief- und Straßenbauunternehmen auch dem Betonsteingewerbe eine bessere Beschäftigungsmöglichkeit geboten wird.

Die in engerem oder weiterem Umfange zur Ausrüstung der Straße — und zwar der Straße mit schwarzer Decke oder Natursteinpflaster ebenso wie der Betonstraße — gehörenden Baukörper zergliedern sich in bezug auf ihre örtliche Lage innerhalb des Straßenbereichs in zwei Hauptgruppen: 1. in die unter dem Planum im Erdreich eingebauten Teile und 2. in die oberhalb der Straßendecke liegenden sichtbaren Baukörper.

Nach dem Verwendungszweck gehören zu den ersteren die aus Fertigbauteilen sich zusammensetzenden Vorrichtungen für die Be- und Entwässerungen, für die Verlegung von elektrischen und anderen Leitungen, also Beton- und Eisenbetonrohre, Sinkkastenanlagen, Schächte, Durchlässe, Kabelsteine und -kästen und Kabelformstücke. Die stoff-

liche Zusammensetzung, die Eigenschaften und Prüfungsmethoden dieser Ausrüstungsteile aus Beton sind z. T. in den DIN-Blättern und z. T. durch besondere Vorschriften seitens der zuständigen Baubehörden festgelegt.

Die sichtbaren, oberhalb des Planums bzw. der Decke liegenden Ausrüstungsgegenstände werden unabhängig von den verschiedenartigen Herstellungsmethoden eingeteilt in 1. Baukörper für die Decke, 2. solche die der Verkehrsregelung dienen, 3. Einfriedigungen der Straßenzüge, 4. die verschiedenen Teile für den Ausbau der Straße und schließlich 5. der Ausschmückung der Straßenbauwerke dienende Betonwerksteinausführungen.

1. Zu den Baukörpern für die Decke gehören alle unmittelbaren, mit der Straßendecke in Berührung stehenden Teile, wie Randsteine, Bordschwellen, Ablaufrinnen und schließlich auch die Betonpflastersteine (Kleinsteinblockpflaster) und Hartgesteinplatten (Bürgersteigplatten), obgleich letztere eigentlich die Straßendecke selbst und weniger die Ausrüstung der Straße darstellen.

Die zur seitlichen Einfassung der Straße dienenden Randsteine werden bei Landstraßen als sog. Tiefrandsteine soweit in den Unterboden eingesetzt, bis ihre Oberseite bündig mit der Deckenoberfläche liegt. Um eine gute Befestigung ohne seitliche Hinterstampfung zu erzielen, werden hier häufig Betonschwellen mit einem Seitenschenkel eingebaut. Zur Erhöhung der Fahrsicherheit vor allem bei den schweren Decken werden die Tiefrandsteine oder meist nur ihre obere sichtbare Schicht aus hellen Steinkörnungen unter Verwendung von weißem Portlandzement ausgeführt, so daß nach dem Einbau die Straßendecke von einem weißen dauerhaften Streifen eingefast ist. Das Mischungsverhältnis des gewöhnlichen Betons liegt zwischen 1:5 und 1:7. Die Abmessungen der Tiefrandsteine liegen zwischen einer Höhe von 20—30 cm je nach der Beanspruchung und dem Gewicht der Decke und einer Breite von 10—15 cm.

Zur Einfassung der Stadtstraßen haben sich die Betonbordschwellen durchgesetzt, deren Güte durch Normen, Lieferungs- und Prüfungsbedingungen gesichert ist (VOB DIN 1960/61, Normblatt DIN 483). Bordschwellen der Güteklasse I bestehen aus gebrochenem wetterbeständigem Hartgestein als Zuschlag, während bei der Güteklasse II lediglich für die Vorsatzschicht dieses Material verwendet wird. In die zur Verschönerung bisweilen abgesäuerten oder leicht überarbeiteten Bordschwellen können Richtungspfeile oder andere Verkehrszeichen eingelassen werden; auch Innenbeleuchtung durch eingebaute und mit dickem Glas abgedeckte Glühbirnen zur Sicherung des Verkehrs ist bei Betonbordschwellen ohne größere Umstände möglich.

Zur Ableitung von Niederschlag- und Spülwasser dienen **Ablauffrinnen** oder Gossen in Stadtstraßen, die mit der Bordschwelle vereinigt werden können, die aber im Gegensatz zu der früheren Ausgestaltung in Pflastersteinen auf alle Fälle in Beton gehalten sein sollten. Nur so wird es möglich, eine schnelle Abführung ohne Einsickerung zu erreichen und die Frostschäden des Sickerwassers, wobei die Bordschwellen gehoben werden könnten, zu vermeiden. Für unbefestigte Fußsteige neben der Fahrbahn kann man **Ablaufrippen** mit ansprechendem Aussehen ausführen, indem man helle Kieselsteine nebeneinander in der Form einschichtet, mit Zementmörtel hintergießt und mit erdfeuchtem Beton hinterstampft.

2. Die **Verkehrsregelung** in unsern Stadtstraßen sowohl wie auch bei Landstraßen ist im letzten Jahrzehnt in völlig neue Bahnen gelenkt worden. Hierbei wirkt die Betonsteinindustrie in hohem Maße mit, denn sie ermöglicht Ausgestaltung in jeder beliebigen Form in einem allen Anforderungen genügenden Grundstoff. Das Gebiet der **Fahrtreglersteine**, **Markierungs-** oder **Richtungssteine** erfreut sich heute eines besonderen Aufschwunges. Vielerlei Neues ist aufgetaucht und hat sich als brauchbar erwiesen. Dem Straßenbauer liegt die Aufgabe ob, sich der bestehenden und der noch zu erwartenden Hilfsmittel zu bedienen; die Betonsteinindustrie ist in der Lage, allen Wünschen gerecht zu werden. An Brennpunkten des Verkehrs findet man zuweilen in der Straßenoberfläche Verkehrsregler in Form eingelassener Metallköpfe, Leuchtstellen, Aufschriften oder Richtungszeiger in hellen Farbtönen. Besser als diese Hilfsmittel sind eingelassene mit weißem Portlandzement hergestellte **Betonsteine**, die zwecks guter Lagerung einen erweiterten Fuß aufweisen. Die Heranziehung der Bordschwellen zur Verkehrsregelung wurde bereits erwähnt. **Abweisseine** zur Vermeidung des Anfahrens sind von jeher bekannt. Beton ist hierfür besser geeignet als Naturstein, da er in jeder beliebigen Form und Farbe gehalten sein kann. Dasselbe gilt von Grenzsteinen (DIN 487), Prellböcken, Randsteinen, Nummer- und Kilometersteinen. Eine Neuerung im Problem der Straßenmarkierung ist der „**Rundpfosten Schwenk**“, ein leichter Sicherheitsstein in Betonwerkstein ausgeführt. Dieser Rundpfosten, der auf einer besonders gebauten Spezialmaschine hergestellt wird, ist eisenbewehrt und innen hohl. Er hat eine Länge von 2 m, 5 cm innerem und 12 cm äußerem Durchmesser. Gegenüber den schweren Sicherheitssteinen hat er den Vorzug, daß ein aus der Fahrbahn gekommenes Fahrzeug durch Anstoßen an den Pfosten, dessen leichte Versetzung in den Boden zur Erfüllung seines Zweckes als Wegweiser genügt,

nicht wesentlich beschädigt wird, sondern den Pfosten umlegt. Bekanntlich nehmen die meisten Autounfälle dadurch einen so schlimmen Ausgang, daß die Fahrzeuge durch Anprall an zu tief versetzte schwere Sicherheitssteine stark beschädigt werden, während der Rundpfosten nachgibt oder sich umlegt, so daß die Fahrzeuge ohne größeren Schaden im Gelände auslaufen können.

Die Sicherheit des Verkehrs kann durch **Betonpfosten** in **verschiedener Färbung** oder durch beleuchteten Sockel aus Beton ganz erheblich verbessert werden. Man bevorzugt möglichst helle Farbtönung, die von der Umgebung absticht; ratsam erscheint es aber, entweder die Kuppe völlig dunkel zu halten oder Ringe, Eckstreifen u. ä. in schwarzer Farbe vorzusehen, damit auch bei Schneelandschaft ein gutes Abheben gesichert ist. Um auch bei Nacht wirksame Richtungsanzeiger zu schaffen, werden hohle **Leuchtsteine** in runder oder auch konischer Form mit abgekippter Spitze aufgestellt. Es sind Löcher vorgesehen, durch welche das Licht eingebauter Glühbirnen (Sparbrenner) herausfällt. Die Löcher werden mit Glasprismen ausgefüllt, die das Licht konzentrieren. Die Oberfläche soll weiß gehalten sein, Fuß und Kuppe dagegen sollen sich durch dunkle Farbe von der Umgebung abheben.

Wegweiser, Richtungsanzeiger usw., für welche Zwecke früher einmal Holz oder Eisen genommen wurde, sollten ausschließlich aus Beton hergestellt werden, da diese von Rost und Fäulnis nicht verzehrt werden. Die Herstellung erfolgt in Deutschland größtenteils in Handarbeit in eisernen Formen, die Ausführung im Schleuderverfahren ist sehr wohl möglich, bei uns aber noch nicht allgemein eingebürgert.

3. Recht vielseitig ist das Gebiet der **Einfriedigungen** und der sonstigen Ausbauartikel. Herstellung und Verwendung sind fast durchweg allgemein bekannt, es erübrigt sich daher ein näheres Eingehen darauf. Soweit Baumbepflanzung an den Straßenrändern vorgesehen ist, sollte man insbesondere bei Stadtstraßen und Alleen als Abschluß des Pflasters um den Baumstamm einen Betonring oder **Baumkranz** vorsehen, wie solche in zweiteiligen Formen aus magerem Grobbeton hergestellt werden; sie dienen dem Gedeihen des Baumes und schützen das Pflaster.

4. Zum Straßenbilde gehören **Pfosten und Masten für Beleuchtungskörper** oder Leitungen. Neben den einfachen, vielfach im Schleuderverfahren erstellten Hohlmasten kommt hier bei gesteigerten Ansprüchen an das Aussehen die Ausführung in überarbeitetem Betonwerkstein in Frage. Häufig begnügt man sich für Leitungen mit **Mastfüßen** aus Beton, die außer in dem bekannten Stampfverfahren auch durch Schleuderung gefertigt werden können.

Bei vorhandenen Holzmasten kann auch das Faulen an den Eingrabungsstellen durch Umlegen von Mastenschutzringen aus Beton verhindert werden. Zur Aufstellung eiserner Gittermasten dienen besondere Eisenbetonschwellen oder -sockel, über welche die „Vorschriften betr. Eisenbauwerke“ der Deutschen Reichsbahn näheren Aufschluß geben. — Zur Stadtstraße gehört die Anschlagsäule, die sich aus Betonbrunnenringen aufbauen läßt. — Bei der Anlage von Straßen in sumpfigem Gelände ist die Ableitung mit Hilfe von Drainröhren zuweilen am Platze; auch hier hilft die Betonsteinindustrie, deren Erzeugnisse hinsichtlich der Drainröhren sich gegenüber den aus Lehm gebrannten seit langem durchsetzen.

5. Zu den aus Beton herstellbaren Ausrüstungsgegenständen der Straße gehören schließlich auch noch die Ausschmückungen der Bauwerke, wie Brücken, Tankstellen usw. Wandverkleidungen, Fußbodenbeläge aus ein- oder mehrfarbigen Betonsteinplatten in jeder Form und Farbe und plastische, werkmäßig überarbeitete Verzierungen aus einfachem Beton oder aus Edelbeton, wie Betongranit, Betonsandstein, Betonmarmor u. a., werden allen Anforderungen gerecht.

Die Abbildungen stellen zur Verfügung:

Bildsammlung der Eisenbahn-Zentralämter Tafel I, IX, X unten, XIX oben, XXI unten;

die übrigen Bilder stammen von den ausführenden Firmen und Lieferfirmen bzw. sind sie dem Archivmaterial des Deutschen Zement-Bundes entnommen.



Firmenverzeichnis für den Betonstraßenbau

in alphabetischer Reihenfolge

Arbeitsgemeinschaft

Dipl.-Ing. Reinh. Friedrich
Bau-Ing. Willi Frölich
Dipl.-Ing. Werker & Schmidt

Ingenieurbau - Unternehmungen für Betonstraßenbau und Tiefbau
Köln/Rh., Leipziger Platz 5

BAEUMER & LOESCH

Ingenieurbauten — Oppeln

BETONSTRASSENBAU

LUDWIG BAUER, STUTTGART

Eisenbeton-, Hoch- und Tiefbau
B e t o n s t r a ß e n b a u

Betonmischer • Straßenfertiger für Hand u. Kraft
in allen Breiten

BAUMASCHINEN-GESELLSCHAFT m. b. H., Leipzig N 22

Ruf: 521 78, 579 75, 783 00

Poetenweg 41

BAU-STAHLGeweBE G. m. b. H.

Düsseldorf, Jägerhofstr. 23, Ruf 36446

(Siehe Anzeige auf Seite 105)

Benzinger-Bewehrung Kommanditgesellschaft

Berlin W 8, Friedrichstraße 69

Duisburg, Düsseldorfer Str. 7

(Siehe Anzeige
auf Seite 116)

ACOSAL - Produkte

nach Vorschriften der A. I. B. für den Schutz und die Abdichtung von Bauwerken der Reichsautobahn etc.

ACOSAL - Fugenkitte

für die Fugenabdichtung der Fahrbahnen etc. nach den Vorschriften der Reichsautobahnen etc.

BECOSAL

als Voranstrich auch für den Fugenverguß, sowie als Anstrich für die Trennstreifen der Reichsautobahnen.

CHEMISCHE FABRIK GRÜNAU

Landshoff & Meyer Aktiengesellschaft, Berlin-Grünau

DEUTSCHE SOLIDITIT-CENTRALE AUG. LINDEMANN KOM.-GES.

D. R. P.



Schutzmarke

Zweigstelle Münster / Westf.

Telefon 22288

Köln-Raderthal

Telefon 92391

BETONSTRASSEN



Dyckerhoff & Widmann A. G.

Berlin-Wilmersdorf

Mecklenburgische Str. 57

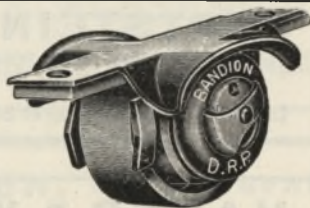
(Siehe Anzeige auf Seite 110)

Unentbehrlich für den Betonstraßenbau!

MECO-EINMANN- -Betonrundkipper und -Schnabelrundkipper

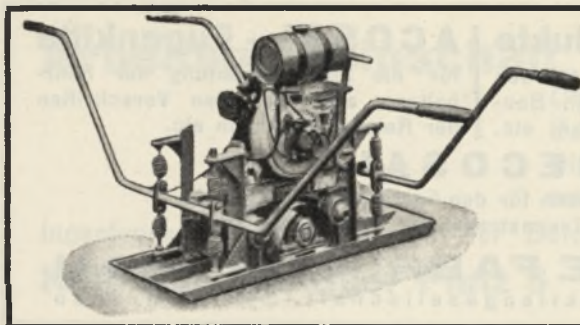
auf Kugeln in gekümpelten Stahlplatten, spielend leichte Bedienung

MARTIN EICHELGRÜN & Co.
Feldbahnfabrik, Frankfurt a. M.
Berlin-Charlottenburg 2, Dresden,
Halle a. S. - Dömitz, Karlsruhe,
Köln, Saarbrücken, Stuttgart



Schledeelsernes
BANDION-Rollenlager
DRP.

unzerbrechlich!



Zum Verdichten und Glätten
von Betondecken für Straßen
und Hallen:

Rotations-Vibratoren
„System Frisch“, ges. gesch.
Vibrationsplatte „Cisaris“
Vibrationschiene „Cisaria“
Vibrier-Straßenfertiger
„Sa-Woe“

**HEINRICH FRISCH
AUGSBURG II**



**Reichs-Autobahn
Halle/Saale**

Brücke bei Osmünde,
mit Dursitekt gedichtet
Gust. A. Braun, Köln a Rh.

Betoneisen-Biege- und Schneidemaschinen
FUTURA
A. Wagenbach & Cie., W.-Eiberfeld

HARTSTEIN G. M. B. H.

Verkaufsvereinigung sächs. Pflasterstein- und Schotterwerke

Beton, Steinschlag, Splitt

Leipzig C 1, Neumarkt 31/33, Ruf 12578/12570

H A V E R & W O H L F A R T H, G. M. B. H.
Abdeckpapier für Betonstraßenbau
OHLAU-THIERGARTEN / GÖRLITZ / BRESLAU

Dr. Kurt Herberts & Co., Wuppertal-Barmen

Markierungsfarben Kahasit

weiß, schwarz und rot

Kahasit D für Damm-Markierungen

Kahasit R für Rand-Markierungen



**Ausbohren
eines
Bohrkernes**

PHILIPP HOLZMANN

AKTIENGESELLSCHAFT — FRANKFURT AM MAIN

HOCHBAU — TIEFBAU — STRASSENBAU
ZWEIGSTELLEN IN ALLEN TEILEN DEUTSCHLANDS

KAPAG, Groß-Särchen, Kreis Sorau

KAPAG-ISOLIERBAU (Siehe Anzeiger
auf S. 110)

Robert Kieserling, Betonstraßenbau

**Sonderunternehmen für hochwertige Bodenbeläge
Autobahnen**

Rollfelder, Flugzeughallenbeläge, Schlachthofbeläge

Altona (Elbe)

Gr. Bergstr. 264/66, Handelshof — Fernruf: Hamburg 42 6312 u. 42 9113

Spezialbau-Unternehmung

Dipl.-Ing. R. Kögel

Frankfurt/M.-Pforzheim

Eisenbetonbau — Straßenbau — Gründungen

Kreuz & Loesch G. m. b. H.

Ingenieurbauten — Breslau
Betonstraßenbau

Schutzdächer und Arbeitsbühnen für den Betonstraßenbau

Aug. Krull, Maschinenfabrik

Helmsedt/Bswg. / Postfach 26

Dr.-Ing. Gotthard Müller G. m.
b. H.

Dresden-A. 24 ■ Berlin SW 11 ■ Breslau 1 ■ Halle/Saale

Teer-, Asphalt-, Beton-Straßen — Eisenbetonbau

Polensky & Zöllner, Bauunternehmung

Berlin-Charlottenburg 9, Kaiserdamm 75-76

Fernruf: J 3 Westend 6601

(Siehe Anzeige auf Seite 113)

Felsquarzit — weiß

Schotter, Splitt, Grus, Sand, säure-, feuer-, druckfest, oberflächenrau, für höchste Druck- und Biege-Zugfestigkeit

Quarzitwerke Bad Homburg
Größte Quarzitförderung Europas

Konrad Rein Söhne - Michelstadt **Spezialfabrik für moderne Holzkastenkipper**

Rheinische Kies- und Sandbaggerei Ubstadt **Kälberer & Crocoll, Wiesloch**

Tel. Werk Ubstadt: Bruchsal Nr. 2818 :: Tel. Wiesloch Nr. 11

Kies und Sand in allen Körnungen

H. Riedinger ♦ Rüsselsheim a/M.

Hoch-, Tief- und Eisenbetonbau

Ausführung von Beton- und Zementschotterstraßen



Igas-Fugenkitt

hochwertige, langjährig bewährte Fugenfüllmasse

Igol-Vorstreichmasse

Igol-Bitumenanstrich

Flicksika

Sika G. m. b. H., Chemische Fabrik, Durmersheim/Baden

Fernruf: Durmersheim Nr. 14

Straßenbau-Aktiengesellschaft

Berlin ■ Köln ■ Darmstadt ■
München ■ Weimar

Herm. Streubel Straßenbau G.m.b.H.

Berlin NW 40, Spenerstraße 21

Sammei-Nummer C 5 Hansa 6015 — (Siehe Anzeige auf Seite 103)



Strohmatte

der beliebte und billige Schutz gegen Hitze und Frost
bei Betonstraßenbau liefert

Strohverwertung A. Fessler
Neu-Ulm a. D. Telefon 7458

Neuzeitliche Bau- u. Straßenbaumaschinen
zum Mischen, Verteilen, Verdichten, Fugenschneiden

**Die neuesten Bauarten für
moderne Straßenbautechnik**



Joseph Vögele A.-G. • Mannheim
Maschinenfabrik. Gegr. 1836

Fernruf: 452 41

Telegr.-Anschrift: Bahnfabrik

Kapag
Dehnungsfugeneinlagen
in fertigen Zuschnitten

Vertriebsgesellschaft für Berlin, Provinzen Brandenburg, Pommern und Ostpreußen

TH. VOLSTORF

Gegr. 1830 Abt. Isolier- und Bauplaten
BERLIN SW 19 Friedrichsgracht 27-31
Sammel-Nummer E 1 Berlin 3678

KARL WITTE, BARBY a. E.

Ingenieurbauunternehmung

Betonstraßenbau seit 1926

Farbenwerke Wunsiedel, Bayer. Ostmark

Farben für Cement — Asphalt — Beton
Farben für Markierungszwecke aller Art

Zementverlag G. m. b. H.

Berlin-Charlottenburg 2, Knesebeckstraße 30

Fernsprecher: J 1 Bismarck 4357

Bankkonto: Commerz- und Privatbank, Dep.-Kasse V, Kantstr. 137

Postscheck-Konto: Berlin 13593

Verlag der Zeitschriften:

„Die Betonstraße“

Monatsschrift für wirtschaftliche und technische Fragen des Straßenbaues, 11. Jahrgang

„Zement“

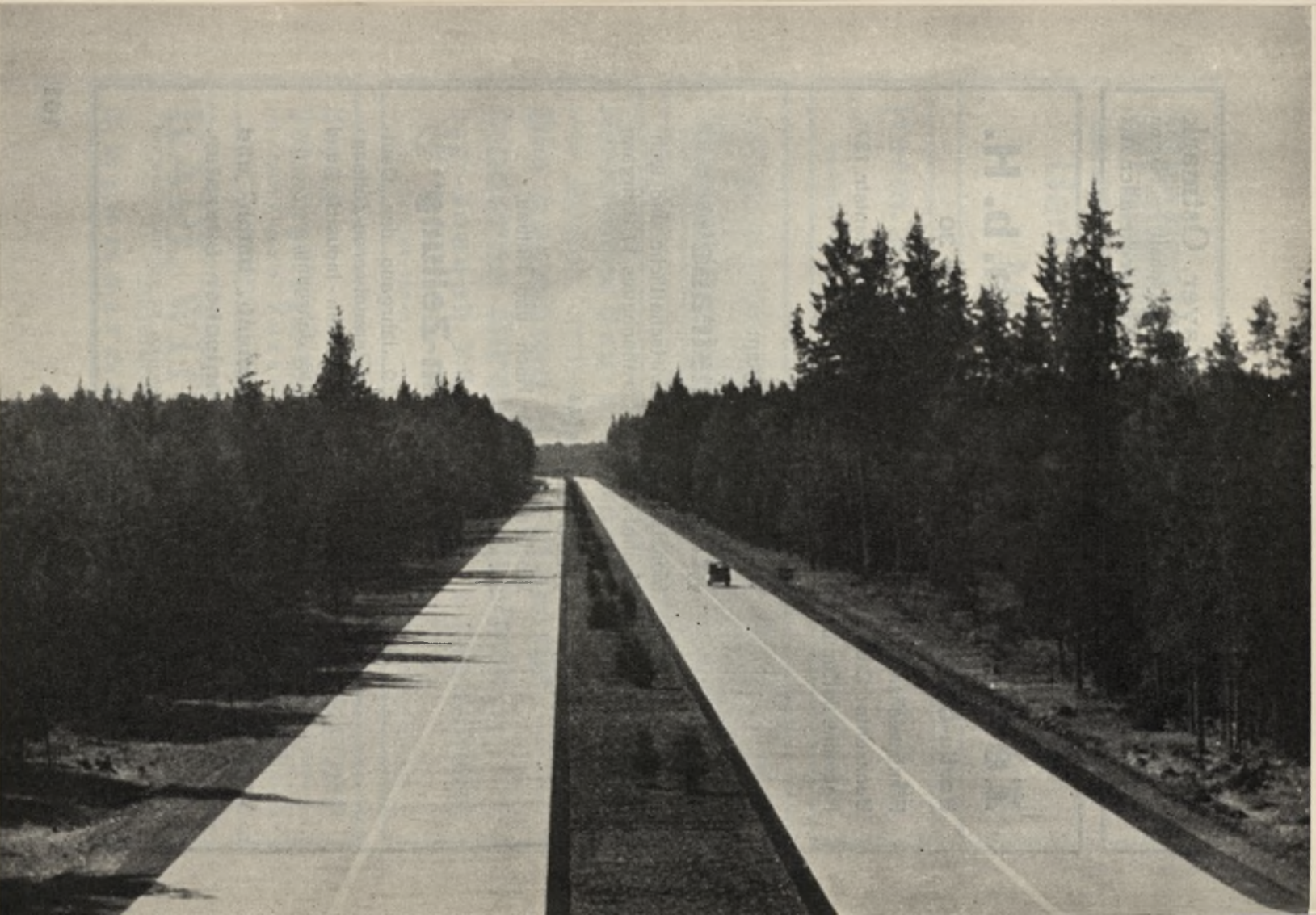
Wochenschrift für Hoch- und Tiefbau, 25. Jahrgang.

„Betonstein-Zeitung“

Halbmonatsschrift, 9. Jahrgang der „Deutschen Kunststein- und Zementwaren-Zeitung“ vereinigt mit „Kunststein-Industrie und Massivbau“, Glatz, 36. Jahrgang.

Verlag und Vertrieb von zement-, beton- und eisenbetontechnischer Literatur.

(Siehe Anzeigen auf den Seiten 106, 107, 112, 113, 114 und 118)



Reichsautobahn München-Landesgrenze

Herm. Streubel

Straßenbau G. m. b. H.

BERLIN NW 40, Spenerstraße 21

Sammel-Nummer C 5 Hansa 6015



ELSNERS Taschenbuch für den Straßenbau

*Das neue **technische** Nachschlagewerk über
alle Zweige des Straßenbaus.*

Herausgegeben von Dr.-Ing. Dr. rer. pol. **B. RENTSCH**
Geschäftsführer der Fachabteilung Straßenbau der Wirtschaftsgruppe
Bauindustrie, unter Mitarbeit von Herren

- der Generalinspektion für das deutsche Straßenwesen
- der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e. V.
- der Gesellschaft „Reichsautobahnen“
- der Reichsgemeinschaft für Radfahrwegebau e. V.

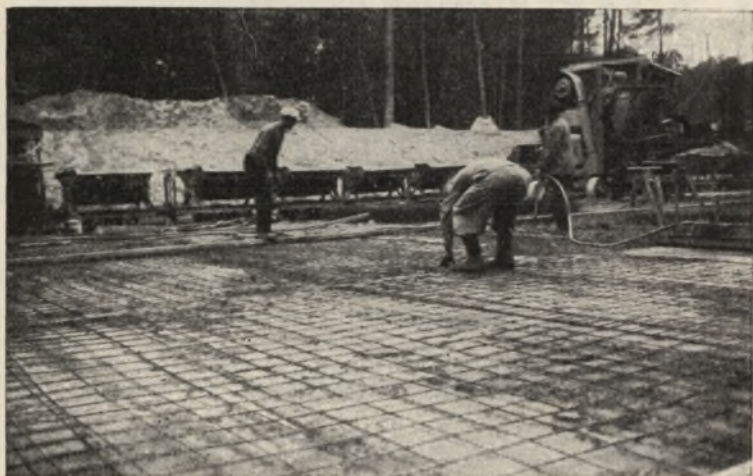
*Elsners Taschenbuch für den Straßenbau erscheint jährlich
mit stets neuem Inhalt. Der 1. Jahrgang gelangt im
Herbst 1936 zur Ausgabe. Handliches Format, so daß
das Buch bequem in die Tasche gesteckt werden kann.*

Etwa 250 Seiten Text / Leinenband 2.50 RM

Günstige Anzeigenpreise / Verlangen Sie ein ausführliches Angebot von der

OTTO ELSNER VERLAGSGES., BERLIN S 42

BAUSTAHLGEWEBE



das

HÖCHSTWERTIGE ARMIERUNGSNETZ



für

NEUZEITLICHEN BETONSTRASSENBAU

Ausführliche Auskunft, Druckschriften und Beratung über die vielfältigsten Anwendungsgebiete des Baustahlgewebes im Eisenbeton Hoch- und Tiefbau verlange man kostenlos und unverbindlich von der

BAU-STAHLEWEBE GmbH., DÜSSELDORF • Jägerhofstr. 23 • Ruf 36446

Literatur

für den Straßenbau:

- **Betonstraßenbau in Deutschland 1935**
80 S. Text u. 32 Bildtafeln. Preis RM 2,—
- **Betonstraßenbau in Deutschland 1934**
96 S. Text u. 40 Bildtafeln. Preis RM 2,40
- **Betonstraßenbau in Deutschland 1933**
46 S. Text u. 24 Bildtafeln. Preis RM 1,80
- **Merkblatt für Betonstraßen**
Preis RM 0,60
- **Erkenntnisse über Straßenbeton**
32 S. Text u. 50 Abbildungen. Preis RM 0,80
- **B e t o n i m S t r a ß e n b a u**
von Geh. Reg.-Rat Prof. R. Otzen.
96 S. Text u. 25 Abbildungen. Preis RM 4,—
- **Probleme des Betonstraßenbaues**
von Prof. Dr.-Ing. E. Probst und
Dr.-Ing. H. Brandt.
300 S. Text u. 90 Abbildungen. Preis RM 11,—

Zementverlag G. m. b. H.
Berlin - Charlottenburg 2



Dursitekt Fugenvergüß- Masse

*für Dehnungsfugen in
Betonstrassen,
Flugplatz-Rollfeldern u.a.*

Für die Reichsautobahn zugelassen

Alleiniger
Hersteller:

Gustav A. Braun, Köln, Goebenstr. 12. Berlin, Hamburg,
Stuttgart

— Ferner haben sich bei
Betonstrassen bewährt: —

AQUASAN-M

Leuchtend weißer

Markierungs - Anstrich

zur Kennzeichnung von Fahr-
bahnen etc.

DURSITEKT

Zäh-elastische

Isolierhaut

mit imprägn. Jute - Einlage
zum Abdichten von Brücken,
Ueber- u. Unterführungen etc.

— Eine Anfrage lohnt sich —

Leitsätze für die

Bauüberwachung im Eisenbetonbau

Herausgegeben vom **Deutschen Beton-Verein E. V.**

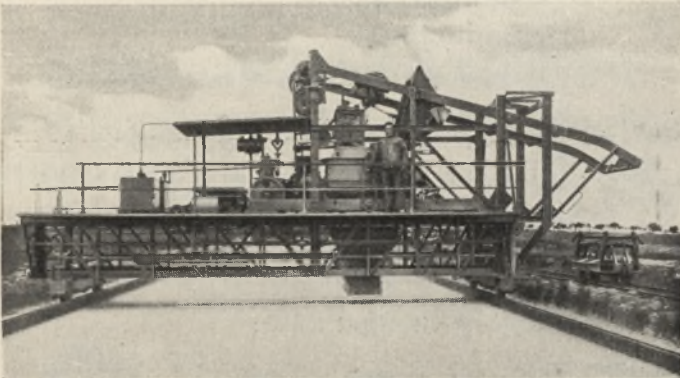
1933 — Umfang 47 Seiten — Preis RM 0,60

Zu beziehen durch:

ZEMENTVERLAG G. M. B. H., BERLIN-CHARLOTTENBURG 2

Sonthofener Straßenbetonmischer

nach dem Zwangsmischsystem laufen in großer Anzahl erfolg-
reich auf den verschiedensten Baustellen der Reichsautobahn.



Baustrecke Frankfurt (M.)—Heidelberg

Hersteller:

**Bayerische Berg-
Hütten- u. Salz-
werke A.G.,**

Zweigniederlassung:

**Hüttenwerk
Sonthofen
i. Allgäu**

Guss- u. Armaturwerk Kaiserslautern (Saarpfalz)



Gußeiserne Kanalartikel

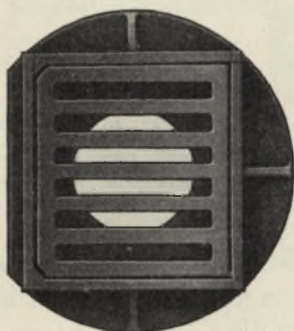
Leichte und schwere Schachtdeckel

Straßen-Einläufe

nach Din und eigenen Modellen

Kellersinkkasten

mit und ohne Rückstauverschluß



Verlangen Sie bitte Spezialangebot

Meßgeräte für den Straßenbau

die es ermöglichen, die Einhaltung der vorgeschriebenen Profilformen, Abdachungen und Überhöhungen genau zu bestimmen und die sich auszeichnen durch

**Leichtigkeit,
Handlichkeit,
günstige Preislage,**

sind beschrieben in der neuen Druckschrift 7331

**Meßgeräte für Wasserstandsmessungen
Wassermengenmessungen
Grundwasserbeobachtung**

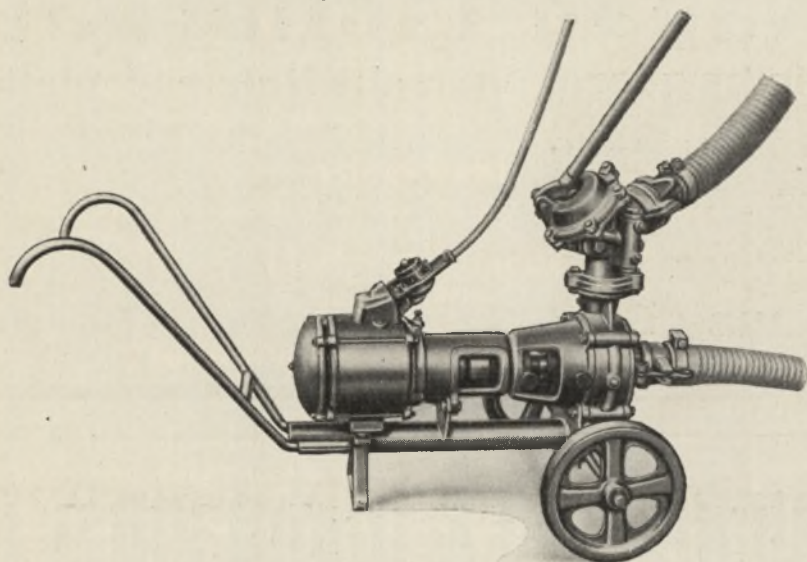
Auskunft bereitwilligst durch:

R. FUESS, Berlin-Steglitz



Hochleistungs-Kreiselpumpe „Pfalz S“

D. R. P. angem. und 2 D. R. G. M.



für **größere Druckhöhen**

besonders geeignet:

als **Bau- und Schlammpumpe**

als **Beregnungs- und Berieselungpumpe**

Kein Anfüllen mehr, da **mit Füllpumpe**

Einfachste Bedienung!

Verlangen Sie bitte Spezialangebot

Guss- u. Armaturwerk Kaiserslautern

Straßendecken aus Beton!

Zur Herstellung von Trenn-Fugenstreifen
ist bestens geeignet:

Kapag-Isolierbau die bewährte deutsche Holzfaserplatte

Lieferbar in verschiedenen Stärken
und gebräuchlichen Abmessungen bis 4,20 m Länge

Hersteller:

Kapag, Groß-Särchen, Kreis Sorau

Dyckerhoff & Widmann A. G.

Berlin - Wilmersdorf, Mecklenburgische Straße 57
(Gegründet 1865)



baut

Betonstraßen

im In- und Auslande seit 1905

Niederlassungen u. Vertretungen an allen größeren Plätzen

Stahlbauwerke aller Art genietet oder geschweißt

Stahlpundwände

Neue Bauart. Großes Widerstandsmoment bei kleinem Querschnitt, gute Rammfähigkeit und Rammleistung durch meißelartige Schloßspitze, auch in schwerstem Boden, wasserdicht, gutes Aussehen.

Isteg-Stahl

Sonder-Armierungsstahl für den Bau von Betonstraßen.

Hohofenzement

auch hochwertig.

Hohofenschlacke für Wegebau

Packlage – Kleinschlag – Splitt.

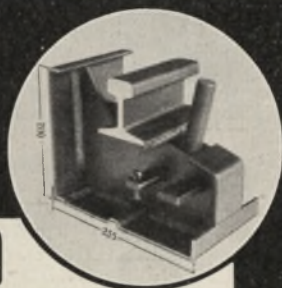
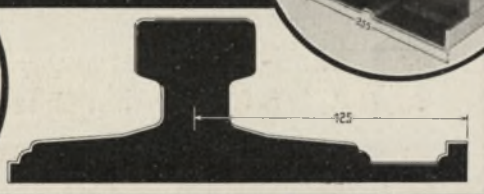
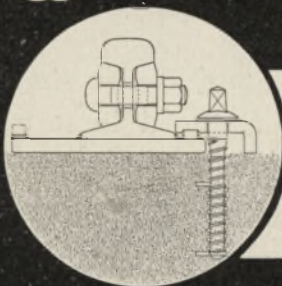
Hohofenschlacke unaufbereitet (Baggerschlacke)

für Straßengründung und Anschüttung frei von irgendwelchen brennbaren Stoffen.

Schalungsschienen

(auch mit Zahnstangen)
für den Straßenbau

DRP. angem.
DRGM. angem.



KRUPP

Fried. Krupp Aktiengesellschaft
Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen (Niederrhein)



Auszug aus meinem Fabrikationsprogramm

- Baggerseile
- Kranseile
- Greiferseile
- Bremsbergseile
- Zugseile
- Aufzugseile
- Windenseile
- Flaschenzugseile
- Ankerseile
- Spannseile
- Gerüstseile
- Schlingseile
- Montageseile
- Auto-Schleppseile
- Bohrseile

Befestigung der Geh- und Fahrwege in Höfen und Einfahrten

Herausgegeben vom Deutschen Zement-Bund

Umfang 30 Seiten mit 16 Abbildungen

Preis RM —.80

ZEMENTVERLAG G. M. B. H., BERLIN-CHARLOTTENBURG 2



der deutsche

weiße Portland-Zement!

Zur Herstellung von weit sichtbaren Straßenmarkierungssteinen aller Art als Betonwerksteine mit weißem Vorsatz, wie:

Anleuchtsteine — Prell- und Abweissteine
 Rand- u. Bordsteine — Tiefbordsteine zur
 Anlage von Abgrenzungslinien u. s. w.

hervorragend geeignet.

Verlangen Sie unsere Aufklärungsschriften und Verarbeitungsmerkblätter.

DYCKERHOFF

Portland-Zementwerke A.-G., Amöneburg,
 Post Wiesbaden-Biebrich

Seit
 Jahrzehnten
 dauerhafteste
 Schutzanstriche
 für Beton u. Eisen mit
Inertol

Abdichtungs- und Isolierstoffe
 nach „Vorläufige Anweisung für
 Abdichtung von Ingenieurbau-
 werken (A. I. B.)“

Firma
Paul Lechler
 Stuttgart

Fugenkitt nach den Vor-
 schriften der Direktion
 der Reichsautobahnen

Über Zement für Betonstraßen

Nach Vorträgen, gehalten in der Arbeitsgruppe „Betonstraßen“ der Forschungsgesellschaft für den Straßenbau und im Verein deutscher Portlandzementfabrikanten
 Von Professor O. Graf

Umfang 24 Seiten und 9 Abbildungen

Preis RM 0,80

Zementverlag G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 2

POLENSKY & ZÖLLNER



BAUTE VON 1925 BIS 1936

über 1000 000 qm

BETONSTRASSENDERCKEN

Reichsautobahnmischer für Freifall- oder Zwangsmischung
Verteilerwagen, Bankettmischer, Großbunkeranlagen
Der R-Schnellmischer,
Vibratoren, Stampffertiger



**Der Thiele-Vibrator beim Bau
einer Reichsstraße**

GAUHE,
GOCKEL
& Cie. G. m. b. H.

Oberlahnstein
am Rhein

FERNRUF 541/542

Schriftenreihe der Forschungsgesellschaft für
das Straßenwesen E V., Arbeitsgruppe „Betonstraßen“

Heft 1

Untersuchungen mit Geräten für die Verdichtung von Straßenbeton

von Professor **Otto Graf**

Inhalt: 1. Versuche zum Vergleich der Wirkung verschiedener Geräte / 2. Versuche zur Ermittlung des Einflusses der Beschaffenheit des Baugrundes / 3. Versuche zur Ermittlung des Einflusses der Bewehrung der Platten / 4. Versuche zur Ermittlung des Einflusses der Steife des Betons

Mit 21 Abbildungen und 3 Zusammenstellungen, die Unterlagen für die Auswahl der Geräte enthalten

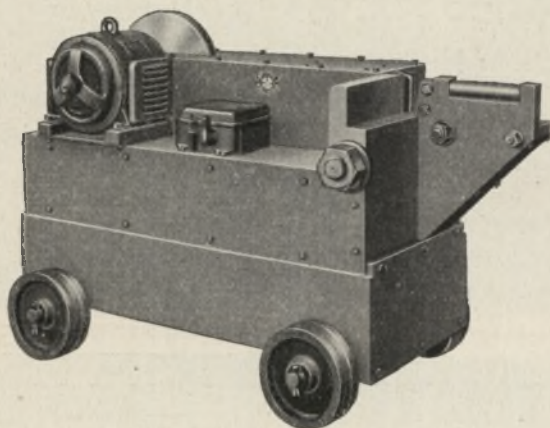
Preis RM 1,20

ZEMENTVERLAG G. M. B. H. Berlin-Charlottenburg 2

Paul Ferd. Peddinghaus

Gevelsberg in Westfalen

Hochleistungs - Baumaschinen



Betoneisen-Scheren

für Eisen
bis 32, 40 und 50 mm
Durchmesser

D. R. P. 528029

Fabrik-

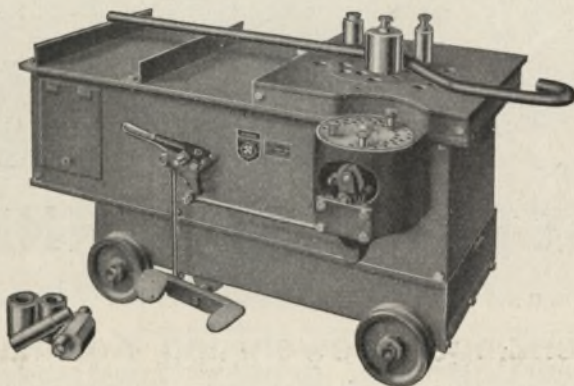


Zeichen

Betoneisen-Biege-maschinen mit und ohne Automat

für Eisen bis 32, 40 und
50 mm Durchmesser
mit neuen Sonder-
vorrichtungen!

D. R. P. 542375

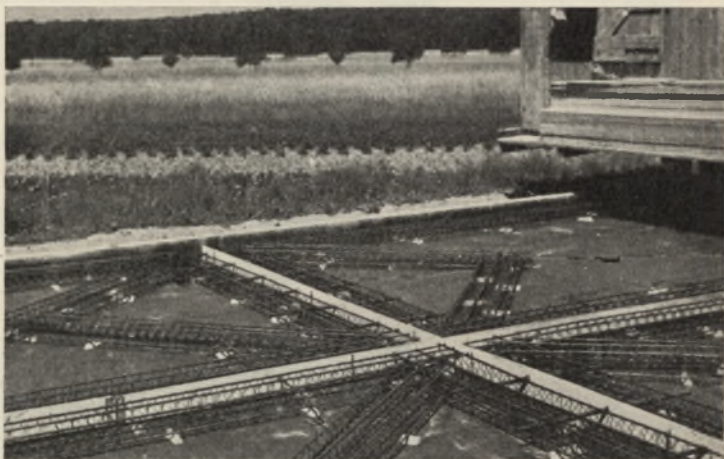


BENZINGER-GEFLECHTE

als
ebene
Flächen-
bewehrung



als
räumliche
Rand- und
Eck-
bewehrung



für

BETONFAHRBAHNDECKEN

Druckschriften, Auskünfte, Voranschläge durch
Benzinger-Bewehrung Kommanditgesellschaft
Berlin W8, Friedrichstr. 69 · Duisburg, Düsseldorfer Str. 7

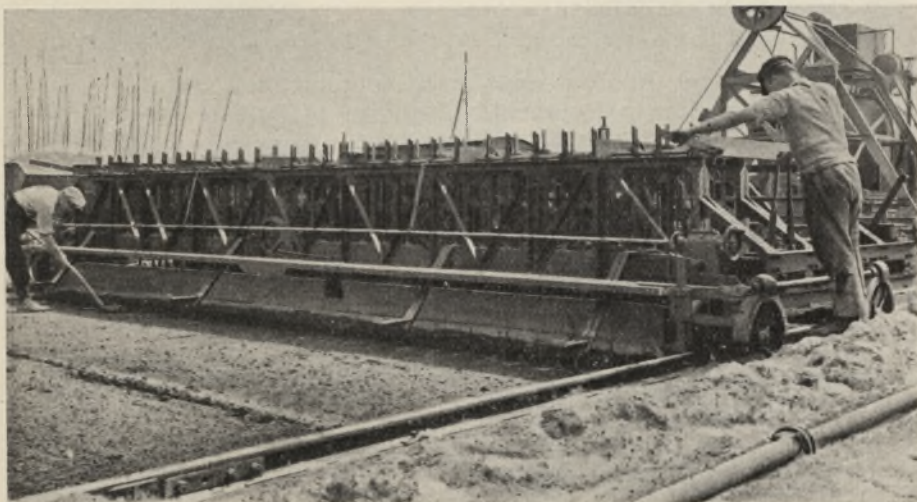
NEUE BAUGESELLSCHAFT **WAYSS & FREYTAG** A. G.

FRANKFURT a. M., Neue Mainzer Str. 59

BETONSTRASSEN (seit 1902)

Niederlassungen in Berlin (Bernburger Str. 15/16), Bremen, Breslau, Chemnitz, Dresden, Düsseldorf, Essen, Halle, Hamburg, Hannover, Karlsruhe, Königsberg, Leipzig, Mannheim, München, Neustadt a. d. Weinstraße, Nürnberg, Saarbrücken, Stettin, Stuttgart sowie im Auslande.

Wirtschaftliche Herstellung von Betonstraßen



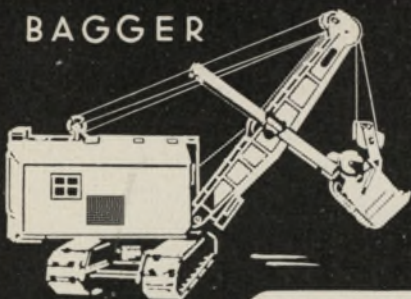
Avus-Rennstrecke erbaut mit dieser Dingler-Maschine
Dingler-Stampf- und Hammer-Straßenfertiger mit 2. Stampelement und Vibrations-Schleifbalken
DINGLERWERKE AKTIENGESELLSCHAFT ZWEIBRÜCKEN UND BIERBACH/SAARPFALZ

Sonderdrucke aus der „Betonstraße“:

| | Preis |
|--|---------|
| Die neueste Entwicklung der maschinellen Hilfsmittel für den deutschen Betonstraßenbau von Dipl.-Ing. T. v. Rothe | RM 0,60 |
| Dynamische Untersuchung von Straßendecken von A. Ramspek | „ 0,60 |
| Beton für die Fahrbahndecken Eine Zusammenfassung von Dr.-Ing. A. Hummel | „ 0,60 |
| Streckmetall zur Bewehrung von Betonstraßendecken von Professor Walter Hartleb und Professor Dr.-Ing. Alfred Berrer | „ 0,60 |
| Der heutige Betonstraßenbau und seine Maschinen im Lichte der Praxis von Baurat E. Klein | „ 0,60 |
| Die fugenlose Kleinpflasterbetonstraße von Dipl.-Ing. G. Brusck | „ 0,60 |
| Die Zementbetonstraße im Spiegel des VII. Internationalen Straßenkongresses von Landesoberbaurat Fritz Kind | „ 0,60 |
| Rückblick und Ausblick auf den Zementschotterstraßenbau in Deutschland von Reg.-Baumeister Streit | „ 0,60 |
| Straßenbauten in Chile von Dipl.-Ing. Viktor Döring | „ 0,80 |
| Wirtschaftlichkeit im Straßenbau von Prof. W. Raven | „ 0,80 |
| Die Betonüberwachung beim Bau der Avus-Betonbahn 1934 von Dr.-Ing. A. Hummel | „ 0,80 |
| Bewehrte Betonstraßen in Rheinland und Westfalen von Dr. Wälther Schütte | „ 0,60 |

Zementverlag G.m.b.H., Bln.-Charlottenburg 2

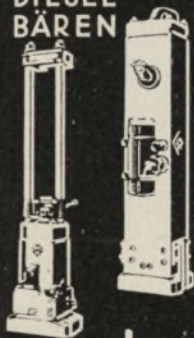
BAGGER



RAMMEN



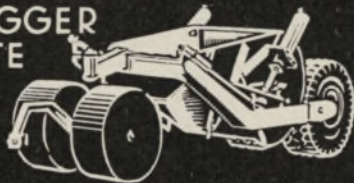
SCHNELLSCHLAG
UND
DIESEL
BÄREN



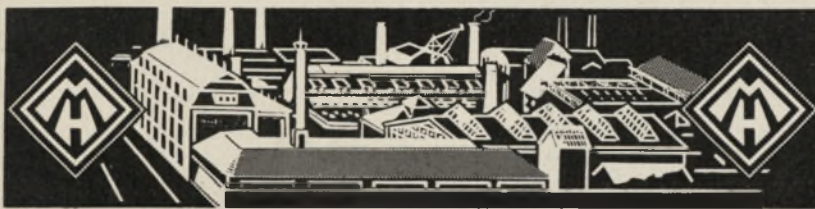
Ein Mann,
der recht zu
wicken denkt,
muß auf das
beste Werk-
zeug halten.-

Goethe

FLACHBAGGER
GERÄTE



Menck & Hambrock Altona-
Hamburg



Ministerstwo Odbudowy

BIBLIOTEKA

Legg. Nr. 7572

BIBLIOTEKA INST. URB-ARCH.
UL. POLITECHN. 5
GŁÓWNA



Für den Inhalt verantwortlich: Hans Kirchberg, Berlin-Charlottenburg 2. — Für das „Firmenverzeichnis für den Betonstraßenbau“ und für die Anzeigen verantwortlich: Nora Sawall, Berlin-Friedrichsfelde.
Verlag: Zementverlag G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 2, Knesebeckstraße 30.
Druck: A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68, Zimmerstraße 29. Mindestauflage 8000.

186
71-

Jede Leistung, jeder Erfolg muß erarbeitet werden!

Durch mehr als zwei Jahrzehnte wurde der
Betonstraßenbau in Deutschland
beobachtet, gefördert und beraten durch den

Deutschen Zement-Bund und die Bauberatungsstellen

- Berlin
Berlin-Charlottenburg, Knesebeckstraße 30
- Breslau
Breslau I, Kaiserstraße 18
- Frankfurt/M.
Frankfurt/M., Auf der Körnerwiese 3
- Hannover
Hannover I, Sophienstraße 1a
- Köln
Köln, Deichmannhaus, Zimmer 204/206
- München
München, Sonnenstraße 6, I

Jeder verständige Fachmann, der neu an dieses Ge-
biet herantritt, greift zurück auf solche Erfahrungen

Die Bauberatungsstellen geben gern
auf Anfragen kostenlose Auskünfte

BG Politechniki Śląskiej

nr inw.: 102 - 131644



Dyr.1 131644