

heinzmann

BETON



Strassenbau

in Deutschland

AUSGABE 1940 ZEMENTVERLAG BERLIN

BETONSTRASSENBAU IN DEUTSCHLAND

**HERAUSGEGEBEN VON DER
FACHGRUPPE ZEMENT-INDUSTRIE
BERLIN-CHARLOTTENBURG**



**1 9 4 0
ZEMENTVERLAG
BERLIN-
CHARLOTTENBURG**

625.821.5



3068

VORWORT

Das neue Deutschland baut für die Zukunft. Mit diesen Worten leiteten wir das letzte Jahrbuch „Betonstraßenbau in Deutschland“ ein. Kurz nach Erscheinen dieses Buches brach der Krieg aus, dessen siegreiche Beendigung unsere Truppen mit der Niederwerfung Polens, Norwegens, Hollands, Belgiens und Frankreichs eingeleitet haben. Dieser uns aufgezwungene Krieg hat nicht wie 1914 zu einer Einstellung der Bautätigkeit geführt. Wohl bedingte der Abzug zahlreicher wehrfähiger Männer gewisse Einschränkungen, im übrigen aber blieb die Bauwirtschaft voll im Einsatz. Weniger dringliche Aufgaben wurden zurückgestellt, dafür kriegswichtige Bauvorhaben mit höchster Tatkraft gefördert. Niemals wurden jedoch dabei die Aufgaben aus dem Auge gelassen, die nach Beendigung des Krieges zu bewältigen sind. Unbeirrt durch die Kriegereignisse wird durch Behörden, Wirtschaft und Wissenschaft daran gearbeitet, den Einsatz nach Kriegsende so vorzubereiten, daß die jetzt fast ausschließlich im Dienste der Landesverteidigung stehende Bauwirtschaft unverzüglich an die Werke des Friedens gehen kann. Wie wir, um den Frieden zu sichern, uns für die Aufgaben des Krieges so vorbereitet haben, daß er, als er unumgänglich wurde, mit geballter Kraft durchgeführt werden konnte, geradeso bereiten wir uns auf die Aufgaben des Friedens vor. Deutschland wird dann weiter für die Zukunft bauen.

Der Straßenbau stand in den Jahren vor dem Kriege mit dem Bau der Reichsautobahnen und dem systematischen Durchbau des übrigen Straßennetzes vor Aufgaben, die an die Leistungsfähigkeit des einzelnen hohe Anforderungen stellten. Im Kriege waren neue, teilweise andere Aufgaben zu bewältigen, und es wird erst in späterer Zeit zu würdigen sein, welche Leistungen hier vollbracht wurden. Der Friede wird keine Zeit zum Ausruhen lassen, denn die alten Aufgaben warten und neue, größere werden dazukommen, deren Ausmaß heute noch nicht zu überblicken ist. Es gilt also, alle Kräfte einsatzbereit zu halten.

Das nun zum 14. Male erscheinende Jahrbuch „Betonstraßenbau in Deutschland“ soll seinen Teil zur Vorbereitung auf die kommenden Aufgaben beitragen.

Berlin-Charlottenburg, im August 1940.

FACHGRUPPE ZEMENT-INDUSTRIE

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. Betonstraßen:	
I. Grundsätze des Betonstraßenbaues in Deutschland im Spiegel der seit 1925 erschienenen Vorschriften — Schwebende Fragen	5
a) Bauliche Gestaltung	7
1. Deckendicke, Deckenquerschnitt, Ebenheit	7
2. Eiseneinlagen	9
3. Fugen	11
4. Dübel und Ankereisen	14
b) Baustoffe	17
1. Zement	17
2. Zuschlagstoffe	21
c) Aufbau des Betons	22
1. Festigkeiten und Zementgehalt	22
2. Kornzusammensetzung der Zuschlagstoffe	25
II. Maschinen und Geräte für den Betonstraßenbau	28
a) Die Unterbaugeräte	28
b) Die Deckenbaugeräte	34
III. Zahlenmäßige Entwicklung	49
B. Zementschotterdecken	51
C. Sonstige Straßenbauweisen mit Zement	53
D. Betonunterbau	54
E. Bodenverfestigung mit Zement	55
Anhang: Merkblatt für Betonstraßen	57

A. BETONSTRASSEN

I. GRUNDSÄTZE DES BETONSTRASSENBAUES IN DEUTSCHLAND IM SPIEGEL DER SEIT 1925 ERSCHEINENEN VORSCHRIFTEN. — SCHWEBENDE FRAGEN

In Deutschland werden Betonstraßen seit 1898 gebaut jedoch handelte es sich in den ersten Jahrzehnten mehr oder weniger um tastende Versuche. Nur in einzelnen Bezirken, meist Städten, gelangten Betonstraßen vorübergehend in größerem Maße zur Ausführung. Die Baugrundsätze, nach denen gearbeitet wurde, waren verschieden und dementsprechend auch die Bewährung. Meist brachte man, an die sonst im Straßenbau übliche Bauweise von tragendem Unterbau mit daraufliegender Verschleißschicht anknüpfend, auf einem mageren Unterbeton einen fetten Oberbeton auf. Auf einen festen Verbund zwischen beiden Schichten wurde weniger Wert gelegt, denn oft verstrichen nach Herstellung des Unterbetons Tage, bis der Oberbeton aufgebracht wurde. Querfugen fanden bereits in den ersten Anfängen in den verschiedenartigsten Formen als Preß- und Raumfuge Verwendung. Über die Ausführung von Längsfugen ist nichts bekannt. Einzelne dieser Decken haben sich bis heute erhalten und befinden sich in Anbetracht ihrer primitiven Herstellung in bemerkenswert gutem Zustand.

Von einem neuzeitlichen Betonstraßenbau kann erst seit 1924 gesprochen werden, als die „Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau“ (STUFA) die Vorgängerin der heutigen „Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen“, auf der Suche nach für den Automobilstraßenbau besonders zweckmäßigen Straßendecken auch die Betonfahrbahndecke in den Kreis systematischer Versuche einbezog. Bei den ersten Versuchsausführungen lehnte man sich an die inzwischen in Amerika beim Bau von rd. 500 Mill. m² Betondecken gewonnenen Erfahrungen an und die STUFA gab hierfür ein „Vorläufiges Merkblatt“ heraus, das eine den deutschen Verhältnissen angepaßte Zusammenfassung amerikanischer Baugrundsätze darstellte. Die entsprechend den zunehmenden Ausführungen sich einstellenden Erfahrungen, die fortschreitenden Erkenntnisse der Betontechnik und die Ergebnisse systematischer wissenschaftlicher Forschung bedingten in der Folge von Zeit zu Zeit Neufassungen des

„Merkblattes“ und ergänzende Vorschriften. Der Bau der Reichsautobahnen, die den Betonstraßenbau vor neue und ungeahnte große Aufgaben stellte, zeitigte die Herausgabe neuer den Besonderheiten dieser Straßen angepaßter „Richtlinien“. Diese „Richtlinien“ wurden von Zeit zu Zeit den fortschreitenden Erkenntnissen entsprechend abgewandelt und verdichteten sich zu zwingenden „Anweisungen“, die keineswegs starr waren, sondern nach einiger Zeit wieder neu gefaßt wurden und in Zukunft wohl noch öfter ergänzt werden dürften. Die Entwicklung der Technik des Betonstraßenbaues auf den Reichsautobahnen mußte selbstverständlich auf die Ausführungstechnik von Betondecken auf anderen Straßen zurückwirken, wenn bei dieser Art Straßen die Verhältnisse in vieler Beziehung auch anders liegen, so daß sich nicht alle für die Reichsautobahnen zweckmäßigen Bestimmungen ohne weiteres übertragen lassen. Hierdurch ergab sich wiederum eine Neufassung des für die Straßen außerhalb der Reichsautobahnen gültigen „Merkblatts“, aus dem dann der Generalinspektor für das deutsche Straßenwesen die zwingenden Vorschriften für die seinem Dienstbereich unterstehenden Reichs- und Landstraßen in besonderen Vorschriften zusammenfassen ließ. Die Folge dieser Vorschriften spiegelt die technische Entwicklung des Betonstraßenbaues und die zunehmenden Erkenntnisse der Forschung in den mit dem Betonstraßenbau zusammenhängenden Fragen. Auf diese Entwicklung wollen wir in den wichtigsten Punkten eingehen und dabei auch auf Fragen hinweisen, deren Klärung Wissenschaft und Praxis beschäftigen.

Seit 1925 sind folgende Vorschriften für den Betonstraßenbau erschienen:

Vorläufige Merkblätter für den Bau und die Unterhaltung von Automobilstraßen aus Beton	1925	
Vorläufige Leitsätze für die Prüfung des Betons bei der Ausführung von Betonstraßen	1927	
Merkblätter für den Bau und die Unterhaltung von Betonstraßen und Vorschriften für die Prüfung von Beton bei der Ausführung von Betonstraßen	1928	
Merkblatt für Betonstraßen	1933	
Technische Grundsätze für die Ausführung von Betondecken auf Autobahnen . . .	1933	RAB
Richtlinien für Fahrbahndecken	1934	„
Richtlinien für Fahrbahndecken	1935	„
Richtlinien für Fahrbahndecken	1936	„

Anweisung für den Bau von Betonfahr- bahndecken	1937 RAB
Anweisung für den Bau von Betonfahr- bahndecken (ABB)	1939 ..
Merkblatt für Betonstraßen. Technische Vorschriften für die Ausführung von Betondecken auf Landstraßen (TVBeton)	1940.

Im folgenden werden diese Vorschriften, wenn auf sie Bezug genommen wird, kurz mit der Jahreszahl bezeichnet, wobei bei denjenigen, die sich nur auf Reichsautobahnen beziehen, RAB hinzugesetzt wird.

a) Bauliche Gestaltung

1. Deckendicke, Deckenquerschnitt, Ebenheit

Über die Deckendicke wurde in den ersten Vorschriften (1925, 1928) nur der Hinweis gemacht, daß diese sich nach der Tragfähigkeit des Untergrundes bzw. Unterbaues, der Schwere des Verkehrs und den klimatischen Verhältnissen richtet. Bei zweischichtiger Bauweise sollte (1925) der Oberbeton 5 cm, der Unterbeton mindestens 10 cm dick sein. Bemerkenswert ist, daß, obwohl bei zweischichtiger Bauweise auf gute Verbindung beider Schichten besonders hingewiesen wird, der Unterbeton noch 1928 als Tragschicht und der Oberbeton als Deckschicht bezeichnet wurde. 1933 wurden außer dem Hinweis auf die Abhängigkeit der Deckendicke von der Tragfähigkeit des Untergrundes usw. folgende Minstdicken vorgeschrieben:

Auf festem, unnachgiebigem Unterbau (alte Straße)	15 cm
auf festem, gleichmäßig tragfähigem Untergrund	18 cm
unter mittleren Verhältnissen ohne Unterbau	20 cm
auf unzuverlässigem Untergrund	25 cm.

Für die Reichsautobahnen wurde 1933 RAB und 1934 RAB eine Minstdicke von 25 cm, 1935 RAB von 20 cm und 1937 RAB und 1939 RAB von 22 cm (jedoch nicht über 25 cm) gefordert. 1940 wurden für Straßen außerhalb der Reichsautobahnen folgende Minstdicken festgelegt:

Straßengruppe	Minstdicke
1. Stark beanspruchte Straßen mit Durchgangsverkehr, besonders Reichsstraßen	22 cm
2. Straßen mit mittlerem Verkehr	20 cm
3. Wohn- und Siedlungsstraßen ohne Durchgangsverkehr; Parkplätze und Einstellhöfe mit Lastwagenverkehr	20 cm
4. Parkplätze und Einstellhöfe ohne Lastwagenverkehr	15 cm.

Die größte Dicke soll 25 cm nicht überschreiten, während auf vorhandenem, unnachgiebigem Unterbau bei einschichtiger Bauweise die Minstdicke bei Straßengruppe 1 15 cm und den übrigen Gruppen 12 cm betragen darf.

Man erkennt bei dieser Entwicklung das tastende Vorgehen, zumal bei den schwerbelasteten Reichsautobahnen, deren Minstdicke man, nachdem sie zunächst auf 25 cm festgesetzt war, auf 20 cm herabsetzte, um sie später auf 22 cm zu erhöhen. Die anfängliche größere Bemessung der Dicke ging von dem Grundsatz aus, daß die Masse der Decke in gewisser Beziehung zur Verkehrsbelastung stehen muß. Der Grund für die spätere Herabsetzung ist in der Erkenntnis zu suchen, daß neben der Masse des Betons auch seine Festigkeit, die bei den Reichsautobahnen durch sorgfältige Zusammensetzung und Verarbeitung wesentlich heraufgesetzt wurde, einen großen Einfluß auf die Tragfähigkeit der Betondecke besitzt. Auch den anfangs fast allgemein auf den Reichsautobahnen verwendeten Eiseneinlagen schrieb man eine Erhöhung der Tragfähigkeit zu. Die spätere Erhöhung auf 22 cm trotz weiterer Steigerung der Betonfestigkeit ist nur zum Teil auf die Einschränkung in der Verwendung von Eiseneinlagen zurückzuführen. In der Hauptsache war die geplante Einführung höherer Verkehrslasten hierfür maßgebend. Zur Zeit schweben Erwägungen, ob bei weiterer Erhöhung der Verkehrslasten es ohne Erhöhung der Deckendicke möglich ist, die Tragfähigkeit der Decke durch Steigerung der Betongüte und andere Maßnahmen zu erhöhen.

Der Deckenquerschnitt wurde anfangs (1925, 1928) nach amerikanischem Vorbilde mit Randverstärkungen ausgeführt, wobei in den äußeren 60 cm im allmählichen Übergang die Dicke auf 125 % (1925) bzw. 140 % (1928) der Dicke in Deckenmitte anstieg. Ab 1933 schreiben alle neueren Vorschriften eine gleichmäßige Deckendicke vor. Für die Ausführung von Randverstärkungen war die Erwägung maßgebend, daß die Beanspruchung der Fahrbahnplatte durch Auflasten am Rande höher ist als in Deckenmitte, weil die Stützungsbedingungen durch den Untergrund verschieden sind. Man hat diese Bauweise aus folgenden Gründen verlassen: 1. Zur Vermeidung schädlicher Spannungen ist es erforderlich, der Platte durch eine ebene Gestaltung der Unterfläche eine möglichst freie Beweglichkeit auf dem Untergrund bei Längenänderungen infolge von Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen zu geben. 2. Die Lasthäufigkeit ist am Rande geringer als in Plattenmitte, wodurch die Ermüdungsgrenze des Betons am Rande viel später als in Plattenmitte erreicht wird. 3. An unverdübelten Fugen und an auftretenden Rissen ist die Beanspruchung der Platte

noch höher als am Rande. 4. Die inneren Spannungen durch Schwinden, Quellen, ungleichmäßige Erwärmung und Belastung sind bei einem Rechteckquerschnitt gleichmäßiger als beim Querschnitt mit Randverstärkungen. 5. Die Ausführung einer gleichmäßig dicken Decke ist einfacher.

Das Straßenprofil wurde von Anfang an als Dachprofil mit geringer Ausrundung am Scheitel oder als einseitig geneigtes gerades Profil ausgeführt. Als Querneigung wurde 1925 und 1928 1 : 40 bis 1 : 80, 1933 1 : 40 bis 1 : 60 und 1940 1 : 40 bis 1 : 100 empfohlen, wobei geringere Quergefälle in Straßen mit stärkerem Längsgefälle und größere Querneigung in starker Verschmutzung ausgesetzten Straßen anzuwenden sind. Bei den Reichsautobahnen wird das Quergefälle seit 1934 RAB zwischen 1 : 60 und 1 : 100 gewählt. Die zunehmende Herabsetzung der Querneigung ist durch die Steigerung der Anforderungen an die Ebenheit der Straßenoberfläche ermöglicht. Während die ersten Vorschriften über die Ebenheit keine Bestimmungen enthielten, wurden 1933 die höchsten Abweichungen auf 5 mm auf eine Länge von 3 m beschränkt. 1934 RAB betrug die zulässigen Abweichungen 5 mm auf 4 m Länge und seit 1935 RAB wird in allen Vorschriften die zulässige Abweichung auf 4 mm auf 4 m Länge begrenzt.

2. Eiseneinlagen

In den ersten Vorschriften (1925, 1928) wurde die Verwendung sowie die Art und Stärke einer Eisenbewehrung von der Stärke des Verkehrs, dem vorhandenen Untergrund und den klimatischen Verhältnissen abhängig gemacht. Eiseneinlagen sollten aus Längs- und Quereisen bestehen, die an der Kreuzungsstelle verknüpft werden. Die oberen Eisen sollten eine 3 cm (1925) bzw. 4 cm (1928) starke Betonüberdeckung haben. Das Merkblatt 1933 empfahl Eiseneinlagen als enge Maschenbewehrung in einer Mindestmenge von 2 kg/m² mit der Begründung, daß Eiseneinlagen die Gefahr des Entstehens von Rissen verringern. Sie sollten dort angeordnet werden, wo große Fugenabstände oder geringere Deckenstärke gewünscht werden und dort, wo größere Temperaturschwankungen und nicht hinreichend gleichmäßig tragfähiger Untergrund vorhanden sind. Im allgemeinen sollten die Eiseneinlagen oben mit einer Betonüberdeckung von 4 cm verlegt werden, während bei unzuverlässigem Untergrunde eine doppelte Bewehrung als zweckmäßig erachtet wurde. Für die Reichsautobahnen wurden 1933 RAB und 1934 RAB kreuzweise Bewehrungen von 2,5 kg/m² im oberen Drittel (1933 RAB) bzw. 5 bis 7 cm (1934 RAB) unter der Oberfläche auch bei günstigem Untergrund gefordert. Bei ungünstigem Untergrund sollte eine untere Bewehrung mit 4 cm

Betonüberdeckung zusätzlich angeordnet werden. 1935 RAB wurde nur eine obere kreuzweise Eiseneinlage von $2,5 \text{ kg/m}^2$ mit 5 bis 7 cm Überdeckung verlangt, wobei die Längseisen etwa das Doppelte der Quereisen ausmachen sollten. Als Begründung wurde angegeben, daß Eiseneinlagen das Öffnen von Rissen verhindern. Eine zusätzliche Rand- und Eckbewehrung wurde hierbei empfohlen. Die Richtlinien 1936 RAB standen der Frage der Eiseneinlagen skeptischer gegenüber und lehnten Eiseneinlagen zur Aufnahme von Biegespannungen ausdrücklich ab. Soweit nach diesen Richtlinien Eiseneinlagen für das Zusammenhalten von Rissen noch für erforderlich erachtet wurden, wurden die gleichen Grundsätze wie 1935 RAB empfohlen. Die Anweisung 1937 RAB hielt Eiseneinlagen bei gleichmäßigen Bodenverhältnissen nicht für erforderlich. Nur bei ungünstigen Bodenverhältnissen sollten obere Eiseneinlagen aus Stahl von hoher Streckgrenze mit 4 bis 7 cm Überdeckung als Flächenbewehrung angeordnet werden, um das Öffnen von Rissen zu verhindern. Die Längseisen sollten bei einem Querschnitt von 6 bis 8 cm^2 auf 3,75 m Plattenbreite das Doppelte bis Dreifache der Quereisen ausmachen und an den Rändern enger liegen als in der Mitte. Die Anweisung 1939 RAB empfiehlt wieder weitergehende Verwendung von Eiseneinlagen in der Art und Anordnung wie 1937 RAB auch auf gleichmäßigem Untergrund, insbesondere Sand, da Risse auch durch Schwinden, Temperatur und Belastung auftreten können. Hierbei kann eine Beschränkung der Bewehrung auf das äußere Drittel der Platten (Plattenenden) erfolgen. Für Straßen außerhalb der RAB wird 1940 eine kreuzweise Eisenbewehrung aus Stahl von hoher Streckgrenze mit kleiner Maschenweite in einer Menge von 2 kg/m^2 5 bis 7 cm unter der Deckenoberfläche dort empfohlen, wo infolge ungleichmäßigen Untergrundes mit erhöhter Rißgefahr zu rechnen ist.

Diese Entwicklung zeigt, daß sich in der Frage der Eiseneinlagen eine Wandlung der Anschauungen vollzogen hat. Während man anfangs durch die Eiseneinlagen das Entstehen von Rissen nach Möglichkeit verhindern wollte und zu diesem Zwecke auch neben einer oberen Bewehrung bei ungünstigen Bedingungen eine untere Bewehrung empfahl, gelangte man später zu der Erkenntnis, daß Eiseneinlagen das Auftreten von Rissen nicht verhindern können; denn ehe sie voll in Wirkung treten können, müssen Risse aufgetreten sein. Auch eine Ausbildung der Bewehrung nach den Grundsätzen des Eisenbetonbaues, der zur wirtschaftlichen Ausnutzung der Eiseneinlagen das Entstehen von feinen Rissen in Kauf nimmt, hätte zu wirtschaftlich nicht tragbaren hohen Eisenquerschnitten geführt. Nimmt man

aber bei Straßendecken eine gewisse Rißbildung in Kauf, so ist die Anordnung von Eiseneinlagen nach statischen Gesichtspunkten überflüssig, da sich mit Auftreten eines Risses das statische System ändert und dort, wo vorher ein Größtmoment vorhanden war, meist ein Momentennullpunkt auftritt. Auch Eiseneinlagen zur Aufnahme von inneren Spannungen sind überflüssig, da diese an der Rißstelle auf Null absinken. Nach heutiger Anschauung verhindern Eiseneinlagen nur das Klaffen von Rissen und sind dort angebracht, wo nach den Umständen mit dem Entstehen von Rissen zu rechnen ist. Die Rißränder werden dann durch das Eisen so eng zusammengehalten, daß eine gewisse Übertragung von Querkraften möglich ist und die Ebenheit der Fahrbahnoberfläche erhalten bleibt. Stahl von hoher Streckgrenze kann hierbei voll ausgenutzt werden, was im Eisenbetonbau mit Rücksicht auf die Rißbreiten nicht möglich ist. Die überwiegende Anordnung der Eisen in der Längsrichtung ergibt sich aus dem langgestreckten Plattengrundriß, der die Bildung von Querrissen begünstigt. Wenn 1939 bei den Reichsautobahnen wiederum eine vermehrte Anwendung von Eiseneinlagen gefordert wird, ist dies auf die Erfahrung zurückzuführen, daß auch bei im allgemeinen für günstig gehaltenem Untergrund wie Sand nachträgliche Setzungen durch Einrütteln und damit Rißbildungen möglich sind.

3. Fugen

Längsfugen. Längsfugen wurden 1925 bei Fahrbahnbreiten über 6 m in Fahrbahnmitte empfohlen, während sie nach dem Merkblatt 1928 nach Möglichkeit zu vermeiden waren und nur bei großen Fahrbahnbreiten oder streifenweiser Herstellung der Decke angewendet werden sollten. 1933 wurde die Anordnung einer Mittelfuge schon bei Fahrbahnbreiten von 5 bis 6 m gefordert. Sämtliche Richtlinien und Anweisungen der Reichsautobahnen sehen die Anordnung einer Mittelfuge vor. Das Merkblatt 1940 fordert Mittelfugen bei Fahrbahnbreiten über 4,50 m, während bei einseitiger Querneigung und gleichmäßiger Deckendicke mit der Breite eines ungeteilten Streifens bis zu 6 m gegangen werden kann.

Für Straßen außerhalb der Reichsautobahn ging die Entwicklung dahin, die Breite des ungeteilten Fahrbahnstreifens immer weiter zu verringern, da sich bei den ohne Mittelfuge ausgeführten Fahrbahnen fast ausnahmslos später eine Mittelfuge in Form eines Risses herausbildete. Dies ist einmal durch das bei diesen Straßen meist angewendete nach 2 Seiten geneigte Dachprofil zu erklären, wodurch die Decke in der Mitte an ihrer freien Beweglichkeit gehindert wird, und andererseits durch die an den Rändern größeren

Schwankungen in dem Feuchtigkeitsgehalt des Untergrundes und den damit verbundenen Hebungen und Senkungen. Auch die anfangs meist ausgeführten Randverstärkungen begünstigten das Entstehen von Längsrissen, da hierdurch die Plattenränder festgehalten wurden. Auf den Reichsautobahnen, bei denen im allgemeinen stets eine Mittelfuge angeordnet ist, hat man versuchsweise Felder ohne Mittelfuge ausgeführt, ohne daß Schäden aufgetreten sind. Die für das Auftreten von Mittelrissen an ungeteilten Fahrbahnen oben angeführten Gründe fallen bei den Reichsautobahnen weniger ins Gewicht, da die Fahrbahnen einseitig geneigt mit ebener Untersicht ausgeführt werden und größere Schwankungen im Feuchtigkeitsgehalt des Untergrundes durch die Seitenstreifen verhindert werden, wenn die Fugen zwischen Fahrbahn und Randstreifen dicht gehalten werden. Die Erfahrungen bei den Versuchen auf den Reichsautobahnen haben bei dem Merkblatt 1940 zu der Erleichterung geführt, daß die Breite des ungeteilten Fahrbahnstreifens bei einseitiger Querneigung auf 6 m erhöht werden kann, und es ist nicht ausgeschlossen, daß man nach längerer Beobachtung der Versuchsstrecken auf den Reichsautobahnen auch bei diesen Straßen die Längsfugen in größerem Maße fortläßt, was eine Vereinfachung und Verbilligung der Ausführung und der Unterhaltung bedeuten würde. Dagegen spricht, daß bei den Reichsautobahnen die Fahrspur erheblich stärker belastet ist als die Überholungsspur, wodurch der Untergrund größere elastische und bleibende Verformungen erleiden kann als unter der Überholungsspur, was u. U. zu schädlichen Beanspruchungen in der Mitte einer ungeteilten Fahrbahn führen kann.

Querfugen. — Die Anordnung von Querfugen wurde schon in den ersten Vorschriften im Abstand von höchstens 10 m (1925) bzw. 10 bis 15 m (1928) als raumlose Arbeitsfugen (Preßfugen) oder Raumfugen gefordert. 1933 wurden Raumfugen unter mittleren Verhältnissen im Abstand von 8 bis 10 m empfohlen, wobei auf die Abhängigkeit des Fugenabstandes von der Tragfähigkeit des Untergrundes, dem Reibungsbeiwert, der Schwere der Verkehrsbelastung der Decke, der Dicke und der Breite der Fahrbahn und den klimatischen Verhältnissen hingewiesen wurde, ein Hinweis, der sich in ähnlicher Form in allen späteren Vorschriften findet. Für die Reichsautobahnen wurde 1933 RAB ein Abstand der als Raumfugen auszubildenden Querfugen von mindestens 20 m, 1934 RAB von höchstens 20 m (zwischen 10 und 20 m wechselnd), bei schwindarmem Zement höchstens 25 m, 1935 RAB unter mittleren Verhältnissen 15 bis 20 m (Plattenlänge wechselnd z. B. 15, 17, 20 m) vorgeschrieben, 1936 RAB wurden die Fugenabstände beibe-

halten, ohne daß auf einen Wechsel der Plattenlänge hingewiesen wurde, wobei auch Scheinfugen zwischen Raumfugen zugelassen wurden. 1937 RAB wurde der Fugenabstand auf 10 bis 15 m festgesetzt, wobei man bei ungünstigen Fällen bis auf 6 m heruntergehen konnte. Bis zu 2 Scheinfugen wurden hierbei im Höchstabstand von 10 m zwischen Raumfugen zugelassen. 1939 RAB wurden die gleichen Abstände vorgeschrieben, nur wurde die Anordnung von 2 Scheinfugen zwischen Raumfugen als zweckmäßig bezeichnet, wobei als Fugenabstände 10 m — 10 m — 10 m oder 12,5 m — 12,5 m — 12,5 m empfohlen wurden. Das Merkblatt 1940 sieht für Straßen außerhalb der Reichsautobahnen Fugenabstände von 6 bis 15 m, bei Plattendicken bis 15 cm von höchstens 10 m vor. Wenn hier auch Raumfugen in erster Linie empfohlen werden, sind bis zu 2 Scheinfugen zwischen Raumfugen zugelassen.

Die Entwicklung in der Frage der Fugenabstände zeigt, daß man auf Straßen außerhalb der Reichsautobahnen allmählich zu immer geringeren Fugenabständen gekommen ist. Auch bei den Reichsautobahnen ergab sich, nachdem man anfänglich glaubte, infolge der besonderen Sorgfalt der Ausführung größere Fugenabstände anwenden zu können, daß immer kürzere Abstände angeordnet werden mußten. Bei großen Plattenlängen zeigte sich, selbst wenn die Platten rißfrei blieben, als Nachteil, daß durch die größeren Längenänderungen im Sommer die Vergußmasse aus den Querfugen herausgequetscht wurde. Trotzdem geht das Streben der Forschung dahin, durch zweckmäßige Maßnahmen, insbesondere Änderung der Betoneigenschaften, die Ausführung von größeren Fugenabständen möglich zu machen, denn die Fugen sind immer schwache Punkte in der Betondecke, die den Angriffen des Verkehrs am meisten ausgesetzt sind. Außerdem ist die Herstellung und Unterhaltung der Fugen lästig und teuer und erfordert bituminöse Vergußmassen, die zur Zeit in Deutschland knapp sind. Die zunehmende Verwendung von Scheinfugen, die nur einen Ausgleich der inneren Spannungen bewirken zwischen Raumfugen, an denen sich außerdem die Längenänderungen ausgleichen, ist durch das Bestreben begründet, die Herstellungs- und Unterhaltungskosten herabzusetzen. Ob sich durch diese Anordnung Unzuträglichkeiten an den nunmehr in größeren Abständen vorhandenen Raumfugen ergeben, kann erst nach längerer Beobachtung der Fahrbahn unter dem Verkehr entschieden werden.

Bis 1933 war neben der Anordnung der Fugen senkrecht zur Straßenachse auch die schiefwinklige Anordnung zugelassen, da man sich hiervon ebenso wie später von der

wechselnden Plattenlänge (1934 RAB, 1935 RAB) eine Steigerung der fahrtechnischen Eigenschaften und günstigere Beanspruchung von Fahrzeug und Fahrbahn versprach. Beide Maßnahmen wurden wieder aufgegeben, da ihr Einfluß bei den hohen Geschwindigkeiten des Kraftverkehrs gering ist, die Ausführung schiefwinkliger Querfugen eine ungünstigere Beanspruchung der entstehenden spitzen Ecken hervorruft, und die wechselnde Plattenlänge bei der Ausführung unbequem ist. Weiterhin war bis 1934 RAB vorgeschrieben, die Querfugen an der Mittelfuge zu versetzen, um die Gefahr von Eckabbrüchen zu verringern. Auch diese Maßnahme, die die Ausführung erschwerte, wurde ab 1935 RAB verlassen, da sich gerade durch das Versetzen der Querfugen Risse in Fortsetzung der Querfuge auf der anderen Fahrbahnhälfte ergaben, wenn durch mangelhafte Ausführung der Längsfuge als Raumfuge oder durch das Eindringen von Fremdkörpern in die Längsraumfuge die freie Beweglichkeit der einzelnen Fahrbahnstreifen gegeneinander behindert war.

4. Dübel und Ankereisen

Dübel in den Querfugen und Ankereisen in den Längsfugen dienen zur Sicherung der gleichmäßigen Höhenlage der einzelnen Fahrbahnplatten bei Bewegungen im Untergrund, die durch Setzungen, Frieren und Tauen oder Belastung auftreten können, und bewirken zugleich eine Lastübertragung auf die benachbarten Platten.

Dübel und Ankereisen sind bereits nach amerikanischem Vorbild bei einzelnen der ersten Versuchsstraßen eingebaut worden, jedoch waren die Meinungen über die Zweckmäßigkeit dieser die Ausführung von Betonstraßen erschwerenden und verteuernenden Maßnahmen sehr geteilt. Je mehr sich die Erkenntnis durchsetzte, daß die Fahrbahnplatten zur Verhinderung von Rissen allen Formänderungen möglichst ungehindert nachgeben können müssen, desto ablehnender stand man der Anordnung von Dübeln und Ankereisen gegenüber. Schäden durch das Fehlen dieser Verbindungseisen zwischen den einzelnen Platten wurden nicht beobachtet, da Betondecken meist auf alten Straßenzügen mit festgelagertem Untergrund ausgeführt wurden. In den älteren Vorschriften werden diese Konstruktionen deshalb überhaupt nicht erwähnt. Erst Erfahrungen auf den Reichsautobahnen, die ausnahmslos Neubaustrecken sind, wo sich trotz Einsatz neuzeitlicher Verdichtungsgeräte bei Ausführung der Erdarbeiten nachträgliche Bewegungen im Untergrund nicht immer vermeiden lassen, wiesen auf die Zweckmäßigkeit von Maßnahmen zur Sicherung der gleichmäßigen Höhenlage an den Fugen hin, wobei die freie Be-

weglichkeit der Platten nicht wesentlich behindert werden darf.

1935 RAB findet sich der Hinweis, daß eine Verdübelung der Querfugen dort zweckmäßig ist, wo die Beschaffenheit des Untergrundes ein ungleichmäßiges Setzen benachbarter Platten und stärkeres Arbeiten der Plattenenden erwarten läßt, ohne daß Angaben über die Art der Ausführung der Verdübelung gemacht werden. 1936 RAB und 1937 RAB wird die Verdübelung unter den 1935 RAB angegebenen Voraussetzungen vorgeschrieben und im einzelnen ausgeführt, wie die Verdübelung durchzuführen ist. Die Dübel sind aus Rundeisen \varnothing 22 mm von 70 cm Länge auszuführen, die in der Mitte der Plattendicke an einem Ende fest einbetoniert werden und deren anderes Ende zur Sicherung der freien Beweglichkeit im Beton einen Isolieranstrich und eine Aufsteckhülse erhält. Bei Scheinfugen (1937 RAB) fallen die Aufsteckhülsen fort, und der Durchmesser beträgt 18 mm. Weitere Erläuterungen in den Vorschriften geben Maßnahmen an, durch die die planmäßige Lage der Dübel parallel zur Straßenachse und Straßenoberfläche gesichert werden soll. 1939 RAB wird die Verdübelung aller Querfugen in derselben Art wie 1937 RAB vorgeschrieben, wobei zur sicheren Unterstützung der Dübel die Verwendung von Baustahlgewebekörben angeordnet wird. Für Straßen außerhalb der Reichsautobahnen werden 1940 Dübel dort vorgeschrieben, wo trotz sorgfältiger Vorbereitung des Untergrundes mit ungleichmäßigen Setzungen benachbarter Platten oder ungleichmäßigen Hebungen durch Frost zu rechnen ist. Die Anordnung und Ausbildung der Verdübelung ist wie bei den Reichsautobahnen vorgeschrieben, mit der Änderung, daß die Länge der Dübel 60 bis 70 cm und ihr Durchmesser 18 bis 22 mm (bei Scheinfugen 16 bis 18 mm) betragen soll.

Die Entwicklung der Frage der Verdübelung hat zu dem vorläufigen Abschluß geführt, daß bei den Reichsautobahnen alle Querfugen ohne Ausnahme zu verdübeln sind, da bei Neubauten auch bei günstigen Untergrundverhältnissen mit Untergrundbewegungen zu rechnen ist, und bei Straßen dieser Bedeutung ein Unebenwerden mit allen Mitteln verhindert werden soll. Auch bei Straßen außerhalb der Reichsautobahnen muß unter gleichen Verhältnissen wie bei den Reichsautobahnen gleichfalls eine Verdübelung vorgesehen werden. Restlos befriedigt jedoch immer noch nicht die Art der Ausführung der Verdübelung. Die Dübel selbst und ihre Stützung erfordern erhebliche Eisenmengen, deren Einsparung außerordentlich wünschenswert wäre. Die versuchsweise Ausführung mit Eisenrohren statt Rundeisen, die eine Eiseneinsparung ermöglicht, hat sich zwar theoretisch und praktisch als brauchbar erwiesen, ergab jedoch eine

Verteuerung der Ausführung, da Rohre teurer sind als Runden und ihre Verarbeitung, insbesondere das Schneiden, erheblich mehr Zeit beansprucht. Versuche mit Verdübelungselementen aus anderen Stoffen, wie Porzellan, sind vorgenommen, ohne daß bis jetzt ein Urteil über ihre Dauerbewährung gefällt werden kann.

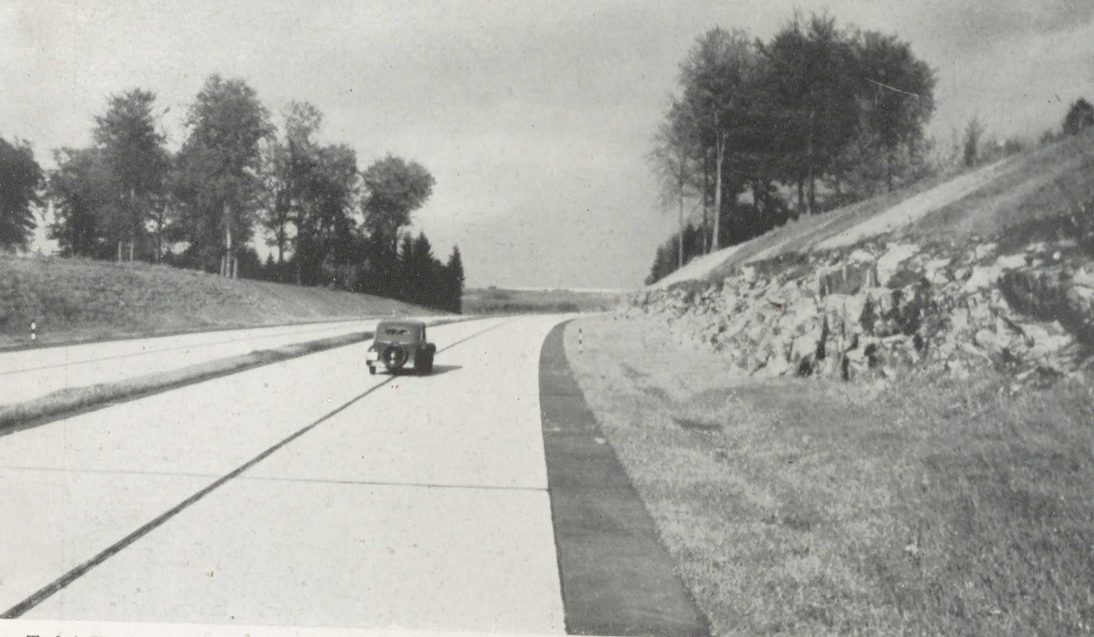
Das besonders auf sandigen Böden beobachtete „Flattern“ der Plattenenden unter dem Verkehr, das in erster Linie Anlaß zur Vorschrift der durchgängigen Verdübelung auf den Reichsautobahnen gab, hat seine Ursache in der Verlagerung des Sandes unter den sich durchbiegenden Plattenenden, wobei bisweilen auch Sand durch undichte Fugen hochgepumpt wird. Um die aus anderen Gründen nicht notwendige Verdübelung einzusparen, hat man versuchsweise auf einigen Probestrecken den Untergrund in der Nähe der Fugen mit Zement verfestigt (s. auch S. 55). Während früher bereits zu demselben Zweck unter den Fugen angeordnete Betonschwellen sich nicht bewährten, da sie eine zu starre Auflagerung der Plattenenden ergaben und die Ausführung der Schwellen die Gleichmäßigkeit des Planums zerstörte, hofft man bei einer Bodenverfestigung mit Zement, die zusammen mit dem übrigen Planum abgezogen und verdichtet werden kann, diese Nachteile zu vermeiden, da verfestigter Boden in seinen elastischen Eigenschaften einem fest gelagerten Boden sehr ähnlich ist. Sollten sich diese Versuchsstrecken bewähren, könnte auf ausgedehnten Strecken, wo Setzungen und Frosthebungen nicht zu befürchten sind, die Verdübelung in Fortfall kommen, die die Ausführung verteuert und die Leistung bei der Ausführung beeinträchtigt.

Ein Nachteil der Verdübelung hat sich bei starken Frosthebungen gezeigt. Während unverdübelte Platten die Bewegungen beim Frieren und Tauen ohne Beschädigungen mitmachten und meist nach Frostaufgang in ihre alte Lage zurückkehrten, brachen verdübelte Platten vielfach bei solchen stärkeren Bewegungen und ergaben bleibende Unebenheiten in der Fahrbahn. Auch bei stärkeren Setzungen des Untergrundes blieben unverdübelte Platten meist ohne Risse und ließen sich durch Unterpressen wieder in ihre planmäßige Lage anheben, während unverdübelte Platten oft brachen. Die Beseitigung dieser Nachteile der Verdübelung ist Gegenstand weiterer Untersuchungen. Obwohl es also bei Durchsicht der verschiedenen Vorschriften so erscheint, als wenn die Frage der Verdübelung eindeutig gelöst wäre, ist die Entwicklung nicht abgeschlossen, sondern Forschung und Praxis bemühen sich weiter, zu besseren und wirtschaftlicheren Lösungen zu kommen.





Reichsautobahn



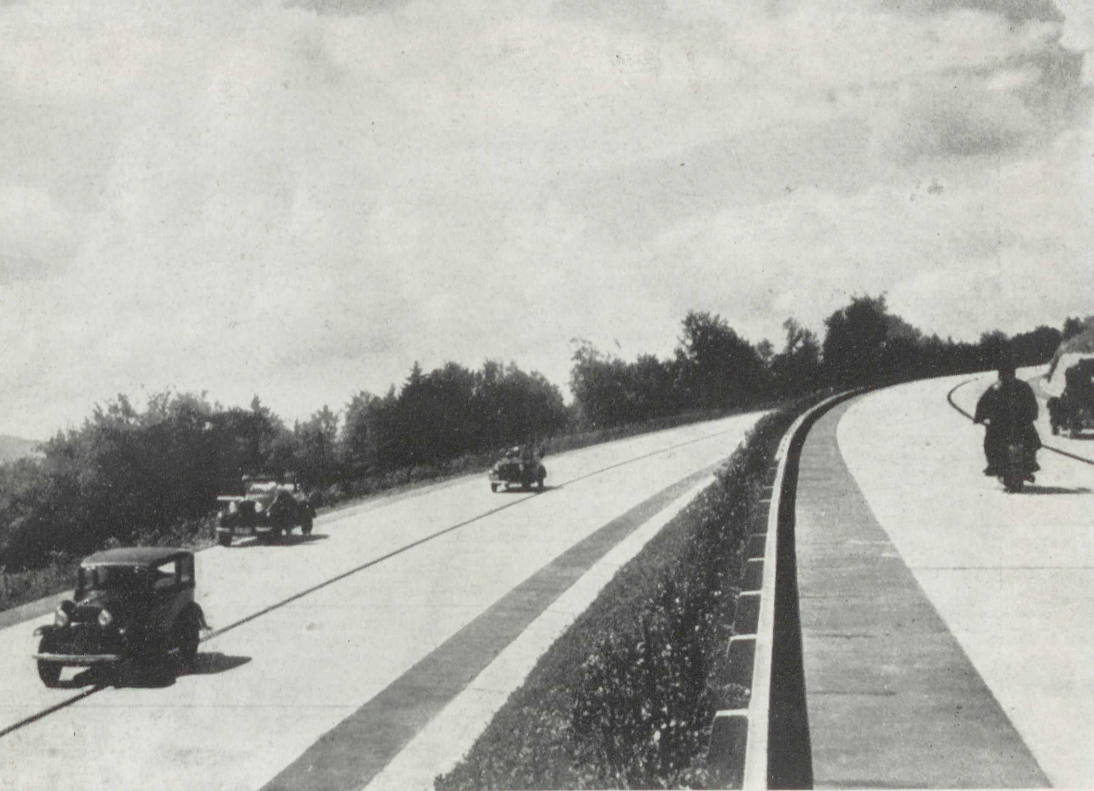
Tafel II

Reichsautobahnen

Harmonische Gestaltung der Einschnittböschungen

Mittelstreifen mit altem Baumbestand, Parkplatz



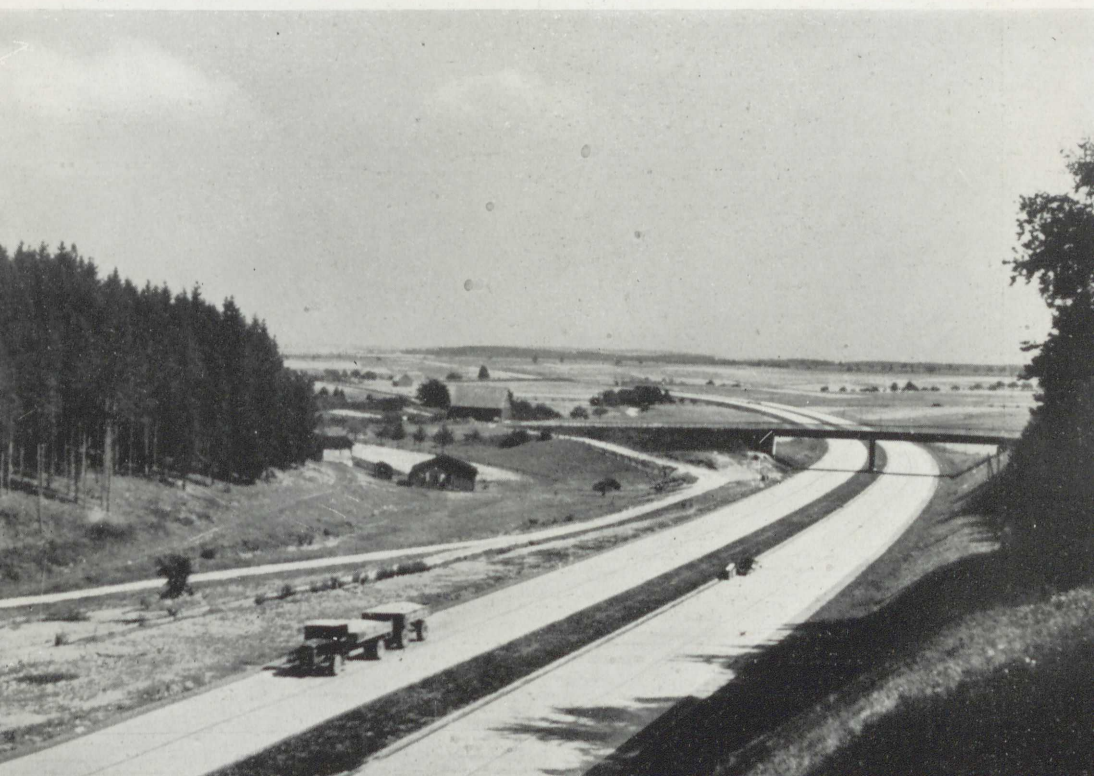


Gestaffelte Fahrbahnen im Bergland

Überführung eines Feldweges

Tafel III

Reichsautobahnen





Reichsautobahn

Verbreiteter Mittelstreifen im Waldgelände



Landstraße



Straße in ländlichem Ort



Straße in Altstadt



Städtischer Platz

Die Anordnung von Ankereisen in den Längsfugen wird erstmalig 1935 RAB erwähnt. Es heißt hier: „Erscheint es ausnahmsweise notwendig, die beiden Platten einer Fahrbahn an der Längsfuge zu verbinden, so geschieht dies durch dünne Verbindungseisen im mittleren Drittel der Plattenlänge.“ 1936 RAB wurde eine solche Verbindung in starken Krümmungen und auf hohen Dämmen empfohlen, um ein Abwandern der Platten zu verhindern. 1937 RAB wurden Ankereisen in Raumlängsfugen in Krümmungen unter 600 m Halbmesser und in Strecken, wo mit ungleichmäßigen Setzungen und Hebungen zu rechnen ist, gefordert. In Krümmungen wurden als Ankereisen Rundeisen \varnothing 14 bis 16 mm von Handlungüte 1,50 m lang ohne Haken in Abständen von 75 cm in dem mittleren Drittel der Plattenlänge in der Mitte der Plattendicke vorgeschrieben. In Raumlängsfugen bei Gefahr ungleichmäßiger Setzungen und Hebungen und in Scheinlängsfugen waren gleiche Ankereisen auf die ganze Plattenlänge in Abständen von 1,50 m anzuordnen. 1939 RAB wurde ausnahmslos die Verankerung aller Längsfugen durch Ankereisen aus gedrehten Stäben von 1,5 bis 1,6 cm² Querschnitt und 1 m Länge in der Mitte der Plattendicke in Abständen von 1,50 m auf die ganze Länge der Platte vorgeschrieben. In Krümmungen unter 600 m Halbmesser sind diese Eisen nur im mittleren Drittel der Platten in Abständen von 0,75 m anzuordnen. Für Straßen außerhalb der RAB werden 1940 bei Gefahr ungleichmäßiger Setzungen und Hebungen Ankereisen wie bei den Reichsautobahnen 1939 RAB vorgeschrieben, mit der Abweichung, daß einfache Rundeisen \varnothing 14 bis 16 mm ohne Haken von einer Länge von 1 m bis 1,20 m verlangt werden.

Die Anordnung von Ankereisen hat sich bewährt, ohne daß festzustellen ist, ob sie überall, wo sie verwendet wurden, notwendig gewesen wären. Gewisse Schwierigkeiten treten bei halbseitiger Herstellung der Fahrbahn auf, wo die Eisen entweder hochgebogen oder durch Löcher in der Seitenschalung gesteckt werden müssen. Immerhin ist die Anordnung von Ankereisen bei weitem nicht so aufwendig wie die Verdübelung der Quersfugen, so daß damit zu rechnen ist, daß man auch in Zukunft aus Sicherheitsgründen ein etwaiges Zuviel in Kauf nehmen wird. Nachteile der Verankerung sind nicht bekannt geworden.

b) Baustoffe

1. Zement

Sämtliche Bestimmungen von 1925 bis 1940 schreiben die Verwendung von Normzementen vor und machen im übrigen folgende Zusätze. 1925 und 1928: langsam bindender Zement. 1933: normal bindender Zement. 1934 RAB:



zu bevorzugen sind Zemente, die neben hoher Druckfestigkeit hohe Zugfestigkeit und geringe Schwindneigung besitzen. 1935 RAB und 1936 RAB: zu bevorzugen sind langsam bindende Zemente, die neben ausreichender Druckfestigkeit hohe Zugfestigkeit (Biegefestigkeit) und geringe Schwindneigung besitzen. Seit 1937 findet sich in den Anweisungen für die Reichsautobahn ein Zusatz, der die Anerkennung und Erfüllung besonderer Vereinbarungen über die Lieferung, Prüfung und Abnahme des Zements im Lieferwerk verlangt. In Fußnoten ist schon 1936 RAB auf das Bestehen einer diesbezüglichen „Vorläufigen Anweisung“ von Mai 1935 hingewiesen, während die Fußnoten 1937 RAB und 1939 RAB sich auf „Anweisungen“ vom März 1937 bzw. Februar 1938 beziehen, wobei auch der diesen Anweisungen entsprechende Zement als Deckenzement bezeichnet wird¹⁾. Das Merkblatt 1940 enthält folgenden Zusatz: Zu bevorzugen sind langsam bindende Zemente, die neben ausreichender Druckfestigkeit hohe Biegezugfestigkeit und geringe Schwindneigung besitzen, und unter diesen wieder solche, die eine gute Verarbeitbarkeit des Betons ergeben.

Für den Außenstehenden ist aus diesen knappen Hinweisen keineswegs zu ersehen, welche Entwicklung sich hier vollzogen hat und welche Unsumme von forschender Arbeit aufgewendet worden ist und noch aufgewendet wird, um den Baustoff Zement immer weiter den besonderen Anforderungen des Betonstraßenbaues, insbesondere auf den Reichsautobahnen, anzupassen. Es würde den hier gegebenen Rahmen weit überschreiten, wenn auf diese Entwicklung und auf noch schwebende Fragen im einzelnen eingegangen werden sollte. Es kann daher nur ein zusammenfassender Überblick gegeben werden.

Seit Beginn des Baues der Reichsautobahnen war man bestrebt, die Güte des Betons soweit als möglich zu steigern. Dem Zement als dem Bestandteil des Betons, der die Bindung der losen Gesteinteile zu einem festen Körper bewirkt, wandte man in erster Linie seine Aufmerksamkeit zu. Da der Beton in der Fahrbahn anderen Einflüssen ausgesetzt ist, als in Bauwerken des Hoch-, Tief- oder Wasserbaues, strebte man danach, den für die Reichsautobahnen zur Verwendung kommenden Zementen den besonderen Bedingungen des Straßenbaues anzupassen. Außer den Anforderungen, die an jeden Zement gestellt werden, verlangt man von einem Zement für Straßenbau, daß er langsam bindet, sich bei geringem Wasseranspruch gut verarbeiten läßt und

¹⁾ Diese Anweisungen sind nur für den Dienstgebrauch bestimmt und sind nicht veröffentlicht.

in möglichst gleichmäßiger Güte geliefert wird. Der mit dem Zement hergestellte Beton soll hohe Biegefestigkeit und geringe Schwindneigung aufweisen. Schon früher hatte man versucht, Spezial-Straßenbauzemente herzustellen, die jedoch meist aus normalen Zementen mit Zusätzen verschiedenster Art bestanden. Besondere Vorteile ergaben sich aus der Verwendung dieser Zemente nicht, wohl aber gelegentlich Schäden. Behauptete Festigkeitssteigerungen beruhten gewöhnlich auf Festigkeitsprüfungen mit gleichförmigen Normensand, bei denen Zusätze hohlraumfüllend und festigkeitssteigernd wirken können. Eine Wirkung, die bei Beton mit gut aufgebauter Kornzusammensetzung ins Gegenteil umschlägt.

Bei der Auswahl und der Weiterentwicklung der Zemente für die Reichsautobahnen ging man von den vorhandenen und bewährten Normenzementen aus. Die hochwertigen Arten der Normenzemente scheidet dabei aus, da deren hervorstechende Eigenschaft der höheren Druckfestigkeit im frühen Alter im Straßenbau nur in Ausnahmefällen Vorteile bietet. Unter den Normenzementen wählte man diejenigen heraus, die den Anforderungen des Straßenbaues am besten entsprachen und stellte durch Untersuchung dieser Zemente Richtlinien auf, die gewisse Grenzwerte für die einzelnen Komponenten des Zementes vorschrieben. Eine bestimmte Zusammensetzung wurde dabei nicht gefordert. Der Kochversuch nach den Normen sollte bei der ersten Prüfung bestanden werden. Für den Erstarrungsbeginn wurde mit Rücksicht auf die zum Einbau erforderliche Zeit eine Mindestzeit von $1\frac{1}{2}$ Std. bei 17 bis 20° C gefordert, die später mit Rücksicht auf Ausführungen in der warmen Jahreszeit auch bei 30° C verlangt wurde. Großer Wert wurde auf Gleichmäßigkeit der Lieferung gelegt, weshalb die herstellenden Werke einer Überwachung unterstellt wurden, die sich nicht nur auf die Güte des endgültigen Produktes, sondern auch auf die einzelnen Fabrikationsgänge erstreckt. Allgemein gültige Mindestforderungen betreffs einzelner Zementeigenschaften wurden nicht gestellt, da die Hochzüchtung einzelner Eigenschaften erfahrungsgemäß andere wichtige Eigenschaften nachteilig beeinflusst. Vielmehr wurden die Anforderungen von Werk zu Werk besonders vereinbart, wobei die Eigenheiten der im Werk verarbeiteten Rohstoffe und die Einrichtung des Werks berücksichtigt wurden. Dies Verfahren für die Auswahl der für den Deckenbau auf den Reichsautobahnen zur Verwendung gelangenden Zemente hat sich außerordentlich bewährt, denn es hat nicht nur zu einer dauernden Gütesteigerung der Deckenzemente geführt, sondern hat auch die Höhe und Gleichmäßigkeit der Güte aller Zemente erheblich verbessert.

Hand in Hand mit der Entwicklung von maßgebenden Richtlinien, die ihren Niederschlag in den oben erwähnten Anweisungen für die Lieferung von Deckenzement fanden, ging die Entwicklung von zweckmäßigen Prüfverfahren. An Stelle der früheren Normenprüfungen der Druckfestigkeit an Würfeln und der Zugfestigkeit an Achter-Körpern aus gleichmäßig gekörntem Normensand wurde die von Haegermann entwickelte Prüfung an Prismen $4 \times 4 \times 16$ cm aus weich angemachtem Mörtel unter Verwendung von gemischt-körnigem Sand gesetzt, an denen zunächst die Biegefestigkeit und an den Restkörpern die Druckfestigkeit bestimmt wird, ein Verfahren, das auch in die neuen Zementnormen aufgenommen werden wird. Auch für die Bestimmung des Schwindens wurde ein neues Verfahren entwickelt. Hierbei werden Probekörper der gleichen Art wie zur Bestimmung der Biegefestigkeit zunächst 2 Tage in der Form und 5 Tage unter Wasser gelagert. Die nach diesem Zeitpunkt beim Austrocknen über einer Pottaschelösung in einem Kasten von bestimmten Abmessungen eintretende Verkürzung nach 28 und 56 Tagen dient als Maßstab für das Schwinden des Zements. Leider hat sich gezeigt, daß das Schwindmaß der weich angemachten Mörtelprismen in keiner eindeutigen Beziehung zu dem Schwindmaß von Betonkörpern aus dem gleichen Zement steht. Man ist infolgedessen an die Entwicklung von Prüfverfahren gegangen, bei denen die Schwindneigung von Zementen an Betonkörpern bestimmt werden soll, deren Lagerungsbedingungen den im Freien herrschenden Bedingungen weitgehend angepaßt sind. Die Frage kompliziert sich dadurch, daß für das Schwinden von Beton nicht nur der Zement, sondern auch die Art des Zuschlages, die Höhe des Wasserzusatzes, die Erhärtingsbedingungen, Lagerungsbedingungen u. a. m. von Einfluß sind. Die Beschäftigung der Forschung mit diesen Fragen hat wesentlich zur Vertiefung der Erkenntnisse über das Wesen des Betons beigetragen.

Die letzte Entscheidung über die besondere Eignung von Zementen für Straßenbauzwecke auf Grund von Laboratoriumsprüfungen kann jedoch nur gefällt werden, wenn eindeutige Beziehungen zwischen den Laboratoriumsprüfungen und dem Verhalten in der fertigen Decke festgestellt werden können. Bis dahin muß die Bewährung auf der fertigen Strecke als entscheidende Prüfung gelten. Der Klärung dieser Beziehungen galten auch die zahlreichen Probe Strecken, auf denen Zemente, deren Bewährung als Deckenzement erforscht werden sollte, eingebaut wurden, wobei zugleich Beobachtungen über das Verhalten bei der Verarbeitung nach den verschiedenen Einbauverfahren gemacht wurden. Manchmal war auch die Ermittlung der für ein

bestimmtes Einbauverfahren am besten geeigneten Zemente Hauptgegenstand der Untersuchung. Während bei diesen Probestrecken die Beobachtungen beim Einbau unter Berücksichtigung der Witterung sowie die parallel laufenden Laboratoriumsversuche verhältnismäßig einfach auszuwerten sind, ist es, wie sich auch schon bei Versuchsstrecken zu Beginn des Betonstraßenbaues gezeigt hatte, schwierig, aus den Beobachtungen an der fertigen Strecke eindeutige Folgerungen auf die besondere Eignung der Zemente für Straßenbauzwecke zu ziehen, da die Einflüsse der Witterung beim Einbau, des Untergrundes, der Zuschläge und des Einbauverfahrens schwer auszuschalten sind. Infolgedessen sind ins Auge fallende Erkenntnisse kaum zu erzielen, jedoch ist zu erwarten, daß die dauernde Beobachtung der Probestrecken, deren Entstehung genau festgelegt ist, die Kenntnis der Zusammenhänge vertieft und zu weiteren Fortschritten führt.

2. Zuschlagstoffe

Bezüglich der Gesteinseigenschaften und Kornform der Zuschlagstoffe ist in den verschiedenen Vorschriften keine bemerkenswerte Entwicklung zu verzeichnen. Schon 1925 war man sich darüber klar, daß für den Oberbeton und bei einschichtiger Bauweise für den gesamten Beton neben Sand nur möglichst würfelig gebrochenes Gestein von hoher Druckfestigkeit und unbedingter Wetterbeständigkeit zu verwenden ist. Seit 1936 RAB wird in allen Vorschriften als Mindestdruckfestigkeit des Gesteins für Oberbeton 1500 kg/cm^2 und für Unterbeton 800 kg/cm^2 festgelegt. Weiterhin sind seit 1936 RAB Mindestwerte für die Abnutzung des Betons nach DIN DVM 2108 vorgeschrieben.

Als für den Oberbeton besonders geeignete Gesteine werden in den neueren Vorschriften Granit, Basalt, Quarzporphyr, Felsquarzit, Diabas, Grauwacke und Gesteine mit ähnlichen Eigenschaften bezeichnet. Kies darf für Oberbeton nur verwendet werden, wenn seine Eigenschaften denen von gutem Splitt entsprechen.

Während in den älteren Bestimmungen bezüglich der Kornform nur ein möglichst würfelig gebrochenes Gestein verlangt wurde, werden seit 1936 RAB bestimmte Grenzen der Abmessungsverhältnisse festgelegt. 1936 RAB wird verlangt, daß das Verhältnis Länge : Breite : Dicke äußerstenfalls $1 : 0,6 : 0,2$ betragen darf. 1937 RAB und 1939 RAB wird das Verhältnis auf $1 : 0,6 : 0,3$ festgesetzt.

Die Forschung bemüht sich weiter, den Einfluß der Beschaffenheit der groben Zuschläge auf die Eigenschaften des Betons zu klären, wobei nicht nur die Gesteinseigenschaften in ihrer Auswirkung auf die Festigkeit, Elastizität, das Schwinden und Quellen, die Abnutzung und Wetter-

beständigkeit untersucht werden, sondern auch dem Einfluß der Kornform und der Oberflächenbeschaffenheit auf die Festigkeit und die Verarbeitbarkeit des Betons nachgegangen wird. Auch die schwierige Frage der Beurteilung von Kiesen, die aus einem Gemenge der verschiedenartigsten Gesteine bestehen, ist Gegenstand eingehender Untersuchungen. Es geht hierbei nicht nur darum, das Beste festzustellen, sondern den weiten Bereich des Brauchbaren zu klären, was besonders für Straßen mit geringerer Beanspruchung und für die Straßenbauaufgaben in den neuen deutschen Ostgebieten mit ihren wenig günstigen Gesteinsvorkommen von Bedeutung ist. Diese Forschung hat schon gute Ergebnisse gezeitigt, die ihren Niederschlag in den seit 1935 RAB Richtlinien und Anweisungen für die Reichsautobahn angefügten Anweisungen für die Prüfung der Baustoffe gefunden haben. Weitere Erkenntnisse sind zu erwarten.

Neben dem Einfluß der Grobzuschläge ist der Einfluß von feinsten Bestandteilen (abschlämbbare Bestandteile, mehlfeine Zuschläge und dgl.) auf die Festigkeit, die Verarbeitbarkeit, den Wasseranspruch und die Elastizität des Betons Gegenstand von an verschiedenen Stellen laufenden Arbeiten. Die bisher vorliegenden Teilergebnisse lassen vermuten, daß hier ein wichtiges Neuland erschlossen wird und daß in dieser Richtung wesentliche Fortschritte zu erwarten sind.

c) Aufbau des Betons

1. Festigkeiten und Zementgehalt

In den ersten Vorschriften sind keine Zahlenangaben über notwendige Mindestfestigkeiten enthalten, obwohl ins einzelne gehende Angaben über die Festigkeitsprüfungen gemacht werden. Erst seit 1933 werden bestimmte Festigkeiten verlangt. Die Anforderungen an die Festigkeiten, die in der Folge der Vorschriften festgelegt sind, sind aus Zusammenstellung I zu entnehmen. Wenn man von den zu Beginn des Baues der Reichsautobahn (1933 RAB) gestellten überspitzten Forderungen absieht, zeigen die verlangten Mindestfestigkeiten ein stetes Ansteigen. Dieses Ansteigen ist bei der Biegefestigkeit erheblich stärker als bei der Druckfestigkeit, da die Biegefestigkeit bei der Beanspruchung der Betonfahrbahndecken eine erheblich höhere Wichtigkeit besitzt als die Druckfestigkeit. Betrug 1934 RAB und 1935 RAB das Verhältnis Biegefestigkeit zur Druckfestigkeit noch 1 : 10, so stieg dies Verhältnis über 1 : 8,7 (1936 RAB) auf 1 : 8,2 (1939 RAB und 1940). Das weitere Streben geht dahin, dies Verhältnis durch Steige-

Zusammenstellung I
Festigkeiten und Zementgehalt

Vorschrift	Straßenart	Druckfestigkeiten nach 28 Tagen kg/cm ²				Biegezugfestigkeiten nach 28 Tagen kg/cm ²				Zementgehalt kg/cm ³		
		Oberbeton		Unterbeton		Oberbeton		Unterbeton		Mindestens		Höchstens
		mind.	i. M.	mind.	i. M.	mind.	i. M.	mind.	i. M.	Oberbeton	Untbeton	
1925	Alle Straßen	—	—	—	—	—	—	—	—	350	250	—
1928	Alle Straßen	—	—	—	—	—	—	—	—	350	200	400
1933 ¹⁾	Alle Straßen	250	320	150	200	30	35	20	25	350 ²⁾	250 ³⁾ 225 ⁴⁾	400
1933	RAB	400	—	400	—	40	—	40	—	350	350	—
1934	RAB	330	400	330	400	33	40	33	40	350	270	400
1935	RAB	330	400	330	400	33	40	33	40	300	300	400
1936	RAB	330	400	330	400	38	45	38	45	300	300	350
1937	RAB	370	—	370	—	45	—	45	—	300	300	350 400 ⁵⁾
1939	RAB	370	—	370	—	45	—	45	—	300	300	350 400 ⁵⁾
1940	Straßen außer RAB											
	Gr. 1	370	—	370	—	45	—	45	—	350 ²⁾	300	400
	Gr. 2	330 ²⁾	—	250	—	35 ²⁾	—	30	—	350 ²⁾	270	400
	Gr. 3, 4	250 ²⁾	—	200	—	35 ²⁾	—	25	—	350 ²⁾	250	400

1) Für hochwertigen Zement sind außerdem besondere Festigkeiten nach 7 Tagen vorgeschrieben.

2) Bei einschichtiger Bauweise auch im Unterbeton.

3) Dicke des Unterbetons < 15 cm.

4) Dicke des Unterbetons > 15 cm.

5) In kalter Jahreszeit, Betontemperatur 3 Tage unter 8° C.

rung der Biegefestigkeit des Betons noch günstiger zu gestalten.

Während 1933 für Unter- und Oberbeton verschiedene Festigkeiten festgesetzt wurden, verlangte man seit Beginn des Baues der Reichsautobahnen für die Decken auf diesen Straßen für Ober- und Unterbeton gleiche Eigenschaften, da Ober- und Unterbeton, abgesehen vom Verschleiß, den gleichen Beanspruchungen ausgesetzt sind. Auf den Straßen außerhalb der RAB hat man (1940) für die Straßengruppe 1 an diesem Grundsatz festgehalten und dabei die Mindest-

festigkeiten wie bei den Reichsautobahnen festgesetzt. Für die übrigen Straßengruppen hat man die Festigkeiten entsprechend ihrer Bedeutung gestaffelt und für den Oberbeton höhere Festigkeiten als für den Unterbeton festgelegt, da dieser neben ausreichender Druck- und Biegefestigkeit auch genügende Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse und die Angriffe des auf diesen Straßen noch vielfach eisenbereiften Verkehrs aufweisen muß, und diese Widerstandsfähigkeit im allgemeinen mit der Druckfestigkeit des Betons steigt.

Seit 1936 RAB hat man zu Zwecken der Nachprüfung der Betonfestigkeit die Entnahme von Bohrkernen \varnothing 15 cm aus der fertigen Decke vorgeschrieben. Die Druckfestigkeit bei einer Prüfung nach 2 Monaten wurde wie folgt festgelegt: 1936 RAB mindestens 300 kg/cm², i. M. 350 kg/cm², 1937 RAB mindestens 300 kg/cm², 1939 RAB mindestens 320 kg/cm². Bei Prüfung in höherem Alter sind 1939 RAB gewisse Abminderungswerte für die erzielte Druckfestigkeit angegeben.

Die in den verschiedenen Vorschriften geforderte Mindestmenge von Zement in 1 cbm festem Beton ist gleichfalls in Zusammenstellung I angegeben. Für die Reichsautobahnen bildete sich bald der Grundsatz heraus, Ober- und Unterbeton den gleichen Zementgehalt zu geben, um die Eigenschaften des Betons in beiden Schichten möglichst gleichmäßig zu gestalten. Der Mindestzementgehalt ist hierbei niedriger als für den Oberbeton in anderen Straßen festgesetzt, da durch die sorgfältige Betonzusammensetzung und Verarbeitung die notwendigen Festigkeiten mit geringerem Zementgehalt zu erreichen sind. Für die übrigen Straßen hat man daran festgehalten, den Zementgehalt des Oberbetons höher zu fordern als im Unterbeton, da bei diesen Straßen aus wirtschaftlichen Gründen im allgemeinen nicht die Vorrichtungen und Geräte zur Erzielung eines hochgezüchteten Betons wie bei den Reichsautobahnen eingesetzt werden können, und daher ein höherer Zementgehalt im Oberbeton nötig ist, um die erforderliche Widerstandsfähigkeit gegen Angriffe auch durch eisenbereiften Verkehr und Witterungseinflüsse unter allen Umständen zu sichern. Neben einem Mindestzementgehalt ist auch ein Höchstgehalt festgesetzt, da gewisse Betoneigenschaften wie Schwinden und Elastizität durch einen höheren Zementgehalt ungünstig beeinflußt werden und durch Festlegung eines Höchstzementgehaltes verhindert wird, daß die erforderlichen Mindestfestigkeiten durch übermäßigen Zementzusatz erzielt werden.

Um den ungünstigen Einfluß eines höheren Zementgehaltes auf Schwinden und Elastizität herabzusetzen, wird

angestrebt, den Zementgehalt des Betons weiter zu ermäßigen. Es ist möglich, daß fortschreitende Erkenntnisse in der Technologie des Betons und verbesserte Verfahren beim Einbau und bei der Verdichtung es möglich machen, die als notwendig erkannten Mindestfestigkeiten des Betons mit Sicherheit auch mit geringerem Zementgehalt, als jetzt als Mindestwert vorgeschrieben ist, zu erreichen. Die Verdichtung des Betons durch Rütteln bietet bereits diese Möglichkeit. Ob man sich jedoch zu einer weitergehenden Herabsetzung des Zementgehalts, vor allen Dingen im Oberbeton, entschließen wird, erscheint zweifelhaft, da neben der Festigkeit des Betons auch die Dichte für die Wetterbeständigkeit von Einfluß ist und diese am leichtesten durch einen etwas reicheren Zementgehalt zu erzielen ist.

2. Kornzusammensetzung der Zuschlagstoffe

Schon in den älteren Vorschriften (1925, 1928) wird betont, daß der Kornaufbau der Zuschlagstoffe so abgestuft werden muß, daß ein dichter und fester Beton entsteht, wobei auf das einschlägige Schrifttum hingewiesen wird. Seit 1933 finden sich in allen Vorschriften Grenzsieblinien für die Kornzusammensetzungen angegeben, zwischen denen die Sieblinien der zur Verwendung kommenden Betonmischung liegen müssen. In Zusammenstellung II sind diese Grenzsieblinien für die Gesamtzuschläge in Tabellenform wiedergegeben²⁾. Die Entwicklung ist dadurch gekennzeichnet, daß ein immer grobteilreicherer Beton angestrebt wird, dessen Verarbeitung durch die Weiterentwicklung der Einbau- und Verdichtungsgeräte ermöglicht wurde. Bei den Reichsautobahnen schaltete man von Anfang an (1934 RAB) die vorher für den Unterbeton zugelassene feinteilreichere Kornzusammensetzung aus und verlangte gleiche Zusammensetzung für Ober- und Unterbeton. Bei nachgewiesener guter Verdichtung wurden ab 1935 RAB erheblich grobteilreichere Kornzusammensetzungen zugelassen, wobei mit dem Bestandteil unter 0,2 mm bis auf 1 % heruntergegangen werden durfte. 1936 RAB wurde die obere Grenze für die Bestandteile unter 0,2 mm auf 13 % und 1937 RAB sogar auf 7 % herabgesetzt. Ab 1937 RAB wurden auch die oberen Grenzen für die Körnungen 1, 3, 7 und 15 mm niedriger angesetzt.

²⁾ Wegen der Wichtigkeit der Zusammensetzung des Sandanteils (0—7 mm) sind außerdem noch Grenzsieblinien für Sand aufgestellt, auf deren Wiedergabe hier verzichtet ist, da sie sich aus den Grenzsieblinien für die gesamten Zuschläge errechnen lassen, indem der Durchgang durch das 7 mm Sieb = 100 % gesetzt wird.

Zusammenstellung II

Grenzen der Kornzusammensetzungen

(U = untere Grenze, O = obere Grenze)

Durchgang in % des Gewichts durch das Sieb

Vorschrift	0,2 mm	1 mm	3 mm	7 mm	15 mm	30 mm ¹⁾	Bemerkungen
1933	8	20	32	50	72	100	U
	16	32	48	65	82	100	O für Oberbeton
	24	44	64	80	92	100	O für Unterbeton
1934 RAB	8	20	32	50	72	100	U
	16	32	48	65	82	100	O
1935 RAB	1	8	22	40	63	100	U nur bei nachgewiesener guter Verdichtung
	8	20	32	50	72	100	U
	16	32	48	65	82	100	O
1936 RAB	1	8	22	40	63	100	U nur bei nachgewiesener guter Verdichtung
	6	20	32	50	72	100	U
	13	32	48	65	82	100	O
1937 RAB	1	8	22	40	55	100	U bei Kiesbeton
1939 RAB	3	18	32	50	65	100	O bei Kiesbeton,
	7	30	45	60	75	100	U bei Splittbeton, O bei Splittbeton
1940	1	8	22	40	55	100	U nur bei nachgewiesener guter Verdichtung
	3	18	32	50	65	100	U
	7	30	45	60	75	100	O für Oberbeton, bei Str. Gr. 1 auch f. Unterbet.
	16	44	64	80	92	100	O für Unterbeton b. Str. Gr. 2 bis 4

¹⁾ Seit 1935 RAB: „oder Größtkorn“. Das Größtkorn wird 1936 RAB bei einschichtiger Bauweise auf 50 mm begrenzt. 1937 u. 1939 RAB wird es bei einschichtiger Bauweise auf 70 mm und bei zweischichtiger Bauweise im Unterbeton auf 50 mm festgesetzt. 1940 wird für Straßen außerhalb der RAB das Größtkorn bei einschichtiger Bauweise und bei dem Unterbeton bei zweischichtiger Bauweise auf 50 mm festgesetzt. Für den Oberbeton gilt in allen Vorschriften 30 mm als Größtkorn.

Die Wichtigkeit eines gewissen Gehalts an Feinstkorn unter 0,2 mm für die Verarbeitbarkeit des Betons wird, nachdem bereits früher von anderen Stellen darauf hingewiesen wurde, seit 1936 RAB betont und gesagt, daß im

allgemeinen ein Mindestgehalt von 4 % hierfür erforderlich ist. Zur Erzielung der notwendigen sämigen Beschaffenheit ist sogar über die angegebenen Grenzen hinaus ein Zusatz bis zu 2 % des Gewichts der Körnungen 0—7 mm von Kalksteinmehl, Traß oder ähnlichen geeigneten und gleichmäßig lieferbaren Stoffen zugelassen. Das für Straßen außerhalb der Reichsautobahnen geltende Merkblatt 1940 hat für die Straßengruppe 1 und den Oberbeton aller Straßen die Grenzen für die Kornzusammensetzung aus den letzten Vorschriften der Reichsautobahnen übernommen, nur für den Unterbeton untergeordneter Straßen der Gruppe 2—4 hat man, da in großen Teilen Deutschlands grobgekörnte Zuschläge aus örtlichen Vorkommen nicht zu beschaffen sind, aus wirtschaftlichen Gründen die weitergesteckten Grenzen des Merkblattes 1933 wieder aufgenommen und ihm gegenüber nur eine Einschränkung im Gehalt an Feinstkörnungen unter 0,2 mm gemacht.

Die weitere Entwicklung dürfte dahingehen, daß für hochwertige Straßen eine weitere Steigerung des Gehalts an Grobkorn angestrebt wird, wobei die Frage der Verwendung von Ausfallkörnung, die unter bestimmten Voraussetzungen innerhalb des vorgeschriebenen Sieblinienbereichs bereits zugelassen ist, eine erhöhte Bedeutung erlangen kann. Dies ist jedoch mehr eine Frage der Entwicklung entsprechender Einbaumaschinen, da im Laboratorium längst die Herstellbarkeit und bessere Eignung von grobteilreichem Beton nachgewiesen ist. Andererseits wird man, wie teilweise schon im Merkblatt 1940 geschehen, für Straßen mit geringerem Verkehr in Gegenden wie den deutschen Ostgebieten die Anforderungen an die Körnung vermutlich erleichtern müssen, da in gewissen Gebieten Zuschläge, die den derzeitigen Vorschriften entsprechen, nicht vorhanden sind. Es darf nicht vergessen werden, daß eine gute Kornzusammensetzung nur eines der Mittel zur Sicherung der Betongüte ist und daß durch richtige Dosierung des Zement- und Wassergehaltes und sorgfältige Verdichtung auch mit geringwertigeren Zuschlägen ein gut brauchbarer Beton herzustellen ist. Wie bereits auf S. 22 angeführt, wird an der Klärung der Frage des Einflusses der Feinstzuschläge gearbeitet. Ob dies sich in einer Änderung der Grenzen des zulässigen Anteils der Körnung unter 0,2 mm ausdrücken wird, läßt sich vorläufig nicht beurteilen, da der Einfluß der Feinststoffe nicht nur durch ihre Korngröße zu erfassen ist, sondern auch ihre stoffliche Beschaffenheit und Kornform eine große Rolle spielen.

II. MASCHINEN UND GERÄTE FÜR DEN BETONSTRASSENBAU*)

Der Straßenbau, insbesondere der Bau von Betonstraßen, wird auch nach beendetem Krieg im Rahmen der kommenden Bauaufgaben Großdeutschlands eines der größten Arbeitsgebiete der deutschen Bauwirtschaft sein.

Der für ihn in Deutschland entwickelte hochwertige Gerätepark ist das unentbehrliche Rüstzeug der künftigen Arbeit. Haben wir im vorigen Jahr an dieser Stelle versucht, in ausführlicher Darstellung die letzte großzügige Entwicklung dieses Geräteparks zu schildern, so sei es Aufgabe dieser Ausführungen — zumal über eine Weiterentwicklung der Geräte in dem hinter uns liegenden Kriegsjahr naturgemäß kaum Nennenswertes zu berichten ist —, eine Übersicht über den vorhandenen Geräte- und Maschinenpark des deutschen Betonstraßenbaues zu geben, um aufzuzeigen, was an bewährten Geräten für unsere künftige Arbeit zur Verfügung steht. Im wesentlichen sollen dabei die aus der früheren und letzten Entwicklung stammenden bewährten Baumaschinen des Unterbaues und des Betondeckenbaues angeführt und die Hauptgeräte in tabellarischen Übersichten zusammengestellt werden.

a) Die Unterbaugeräte

Bei der Herstellung des Unterbaues steht der Universalbagger in seinen vielseitigen Umbauformen zur Verfügung: als Löffel- und Greifbagger zur Löse- und Ladearbeit, als Greifer vielfach auch beim Umschlag der Baustoffe, als Kran und Ramme für die verschiedensten Bauarbeiten, als Stampfer für die Verdichtung geschütteter Massen (Abb. 1—3). Die heut von den führenden Firmen des Baggerbaues gelieferten Geräte genügen den höchsten Anforderungen und tragen weitgehend den Bestrebungen nach Leistungssteigerung und Arbeitersparnis Rechnung. Sie umfassen — im Rahmen des Universal-Umbaubaggertyps — vom Kleinbagger mit 0,35 bis 0,6 m³ bis zu den normalen Typen von 0,8 bis 1,5 m³ — alle gängigen Größen, wie sie in Tab. 1 zusammengestellt sind. Sie erzielen heut Leistungen, wie sie früher nur von Geräten etwa doppelter Größe erreicht wurden: für schweren Boden bis zu 60 und mehr m³/h, für leichten Boden bis zu 135 m³/h. Alle für den Betrieb wesentlichen Daten sind der Tabelle zu entnehmen. Kennzeichnend ist nach wie vor das Raupenfahrwerk mit geringen Bodenpressungen, die Bahnverladbarkeit ohne Auf- und Abbauarbeit auf der Baustelle, die Einmann-

*) Die in diesem Abschnitt angezogenen Abbildungen finden sich auf den Bildtafeln IX bis XX.

Tabelle 1

Die wichtigsten Daten und Abmessungen der Kleinlöffelbagger des Straßenbaues

Löffelinhalt		m ³	0,35	0,38	0,4	0,5	0,53	0,56	0,6	0,6	0,9	0,74	0,75	0,75	0,9	1,35	1,0	1,0	1,05	1,10	1,45	1,50	
Fabrikat			O & K	W-Hütte	Demag	Demag	M & H	W-Hütte	Dolberg	Demag	Demag	M & H	W-Hütte	O & K	Demag	Demag	O & K	M & H	M & H	W-Hütte	M & H	O & K	
Type			L 1	3	K	K	Mo norm.	5	H-D 60 K	E 30	E 30	Ma norm.	6	L 3	E 31	E 31	6	Mb norm.	Ma spez.	8	Mb spez.	9	
Hauptabmessungen bei 45°	Windenkraft am Löffel	kg	8 000	6 000	—	—	7 000	7 500	12 500	9 900	14 850	9 750	9 000	13 000	14 400	21 600	17 500	14 300	12 350	10 000 15 000	18 200	25 000	
	Ausladung der Auslegerrolle . .	mm	4 200	4 200	—	—	4 650	5 400	5 500	—	—	5 200	5 900	5 120	—	—	6 130	5 830	4 600	6 300	5 200	7 250	
	Größte Höhe der Auslegerrolle	mm	4 550	4 600	—	—	4 750	5 600	4 800	—	—	5 300	6 200	5 830	—	—	6 580	6 000	5 400	6 200	6 100	7 800	
	Größte Reichweite	mm	6 250	6 250	9 000	7 300	7 750	7 500	7 700	10 300	8 400	8 760	8 750	7 600	11 500	9 400	9 300	10 000	8 050	8 900	9 200	11 000	
	Größte Ausschüttweite	mm	5 600	5 500	8 300	6 500	7 200	6 600	6 800	9 500	7 400	8 100	7 900	6 900	10 600	8 300	8 400	9 200	7 200	8 200	8 200	9 920	
	Größte Reichhöhe	mm	4 800	4 800	7 000	5 300	5 580	5 300	4 650	8 000	6 200	6 320	6 300	6 200	9 000	7 000	7 000	7 250	6 540	6 200	7 450	8 300	
	Größte Ausschütthöhe	mm	3 600	3 500	5 700	3 900	3 920	4 000	2 700	6 300	4 500	4 450	4 800	4 850	7 100	5 000	5 400	5 100	4 460	4 550	5 080	6 400	
	Größte Baggertiefe unter Planum	mm	1 100	700	1 600	1 100	1 300	1 100	2 000	2 300	1 500	1 500	900	1 100	2 100	1 700	1 840	1 700	1 150	1 100	1 300	2 180	
	Hintere Ausladung	mm	1 810	2 350	2 250	2 250	2 630	2 730	3 400	3 925	2 625	3 100	3 000	2 500	3 300	3 300	3 000	3 530	3 100	3 150	3 530	3 350	
Durchfahrtshöhe	mm	2 650	3 000	3 270	3 270	3 260	3 150	3 000	1 600	3 300	3 550	3 400	3 300	3 860	3 860	4 020	4 000	3 550	4 100	4 000	4 800		
Arbeitsgeschwindigkeit	Fahrgeschwindigkeit	m/sec	0,4—1,1	0,4—1,0	0,3—0,6	0,3—0,6	0,25—0,56	0,35—0,67	0,22—0,44	0,26—0,38	0,26—0,38	0,24—0,55	0,28—0,47	0,39—0,61	0,29—0,48	0,29—0,48	0,22—0,33	0,24—0,6	0,24—0,55	0,27—0,45	0,24—0,6	0,22	
	Hubgeschwindigkeit	m/sec	1,0	0,50	25,1	16,7	1,0	0,57	0,183	36,6	24,4	1,0	0,6	1,0	48,0	32,0	1,0	1,0	0,78	0,6—0,37	0,78	1,0	
	Drehgeschwindigkeit	360°/min	7,00	6,50	4,45	4,45	5,7	6,3	2,52	4,82	4,82	5,0	6,1	4,7	4,78	4,78	4,40	4,16	5,0	4,75—2,85	4,16	4,0	
Fahrwerk	Größte Breite der Spur	mm	2 000	2 150	2 580	2 580	2 310	2 540	2 450	2 700	2 700	2 660	2 780	2 800	3 050	3 050	3 120	2 990	2 660	3 100	2 990	3 666	
	Raupenbandbreite	mm	450	400	500	500	470	520	530	600	600	570	600	600	700	700	700	680	570	700	680	825	
	Bodenpressung beim Fahren . .	kg/cm ²	0,65	0,76	0,75	0,75	0,81	0,80	0,85	0,85	0,85	0,84	0,85	0,79	0,91	0,91	0,8	0,9	0,87	0,95	0,93	0,95	
	Bodenpressung beim Baggern . .	kg/cm ²	1,5	2,30	1,9	1,9	1,7	2,40	0,95	1,9	1,9	1,77	2,5	1,75	2,0	2,0	1,8	1,9	1,95	2,80	2,1	2,2	
Antrieb: Verbrennungs- motor	Drehzahl	min ⁻¹	1 300	1 200	1 100	1 320	750	600	1 250	—	—	600	800	900	550	660	1 000	550	600	550	550	900	
	Leistung	PS	30/38	46	45	45	48	65	60	67	67	70	78	54/70	110	110	80/100	107	70	100	107	110/140	
	Brennstoffbehälterinhalt	Liter	40	55	50	50	80	80	60	50	50	95	85	77	75	75	90	130	95	115	130	90	
	Wasserbehälterinhalt	Liter	40	—	—	—	15	—	—	—	—	85	—	75	—	—	85	120	85	—	120	110	
Raumbedarf	im Betriebszustand																						
	Größte Höhe	mm	4 550	4 700	7 000	6 000	5 050	5 600	4 000	8 000	7 000	5 840	6 200	5 830	9 000	8 000	6 580	6 650	5 800	6 500	6 600	7 800	
	Größte Länge	mm	8 100	8 600	11 250	9 550	7 730	10 200	12 000	12 930	11 030	8 800	11 600	10 100	14 800	12 700	12 300	9 930	8 050	11 500	9 130	14 350	
Größte Breite	mm	2 150	2 500	2 580	2 580	2 850	2 680	3 100	2 700	2 700	3 020	2 700	2 800	3 050	3 050	3 120	2 990	3 020	3 000	2 920	3 666		
Gewicht	Konstruktionsgewicht	kg	10 000	12 500	15 400	15 850	16 700	18 700	30 000	20 600	21 400	24 300	24 400	22 000	32 900	34 400	31 000	33 400	25 100	33 000	35 000	48 500	
	Gegengewicht	kg	3 000	1 500	3 600	3 750	2 600	2 400	—	6 300	7 000	3 500	3 400	4 000	6 500	7 500	7 000	5 200	3 500	8 000	5 200	9 000	
	Dienstgewicht	kg	13 000	14 200	19 000	19 600	19 500	21 000	30 250	26 900	28 400	28 059	27 800	26 000	39 400	41 900	38 000	38 900	28 850	40 000	40 500	57 500	
Bei Verwendung als Stampfer	Gewicht	kg	1 500	14 000	1 600	1 600	1 750	21 000	31 000	2 000	2 000	2 000	27 800	2 000	3 000	3 000	2 500	3 000	—	40 000	—	3 000	
	Fallgewicht	Länge	mm	800	900	800	800	760	900	800	860	860	820	900	900	1 050	1 050	1 000	1 000	—	900	—	1 100
		Breite	mm	800	900	800	800	760	900	800	860	860	820	900	900	1 050	1 050	1 000	1 000	—	900	—	1 100
		Höhe	mm	270	220	674	674	980	290	400	734	734	1 070	290	330	940	940	320	1 300	—	365	—	340
	Schlagzahl je Minute	min ⁻¹	15	14—20	12—20	12—20	21	14—20	15—20	12—20	12—20	20	14—20	20	10—18	10—18	25	19	—	14—20	—	25	

Bedienung, vereinfachte sichere Steuerung und Hebelanordnung, konstruktive Verbesserungen und Vereinfachungen durch Schweißung, Verwendung von Rohrstielen und schließlich die Ergebnisse der in Gang befindlichen Typisierung und Normung, die schon jetzt soweit reichen, daß man in Zukunft mit 6 Typen, und zwar von 0,375/0,5/0,75/1,0/1,5 und 2,0 m³ Löffelinhalt, auskommen wird.

Ist der Universalbagger das aus langjähriger Entwicklung entstandene klassische Gerät des Straßenunterbaues, so ist die zweite Gerätegruppe, die zwar nicht die Löse- und Ladearbeit, aber die Löse-, Planier- und Förderarbeit auf sich vereinigt, eine Schöpfung jüngerer Zeit und weitgehend von amerikanischen Vorbildern beeinflusst. Erst in jüngerer Zeit haben diese Flachbagger- und geländegängigen Fördergeräte bei uns in Deutschland Eingang gefunden, trotzdem bereits vor 6 Jahren die ersten Typen, die Planierraupe und der Raupenwagen von Menck & Hambrock entwickelt und auf den Markt gebracht wurden. Diese beiden Geräte sind inzwischen durch den gleichfalls von Menck & Hambrock entwickelten Schürfwagen und den Frischschen Straßenhobel ergänzt worden, so daß heut als Flachbaggergeräte die Planierraupe, der Schürfwagenzug und der Straßenhobel, als geländegängiges Fördergerät der Raupenwagen, der neuerdings auch von Dolberg gebaut wird, zur Verfügung stehen (Abb. 4 bis 8). Nach den im vorjährigen Bericht¹⁾ erwähnten, inzwischen abgeschlossenen, im Auftrage des Generalinspektors für das Deutsche Straßenwesen durchgeführten Leistungs- und Arbeitsuntersuchungen des Forschungsinstituts für Maschinenwesen beim Baubetrieb an deutschen Flachbaggergeräten sind die wesentlichen Unterlagen gegeben, um diese Geräte weiter zu entwickeln und sie zu unentbehrlichen Hilfsmitteln der Leistungssteigerung im Erdbau auszubauen. Über die heutigen Leistungen der bisher entwickelten Typen sei kurz das folgende zusammengefaßt:

1. Die Planierraupe leistet bei Entfernungen von 10 bis 50 m bei gewachsenem Boden 60 bis 20 m³/h
bei losem Boden 90 bis 30 m³/h.
Die entstehenden Betriebskosten belaufen sich unter Berücksichtigung der Lohn-, Betriebsstoff- und Ersatzteilkosten auf rd. RM 32,—/Schicht.
2. Der Schürfwagen mit 4 m³ Kübelinhalt leistet nach den bisher vorliegenden Erfahrungen unter normalen Verhältnissen je Schicht:

¹⁾ Vgl. Betonstraßenbau in Deutschland, Ausgabe 1939, S. 17.

bei Entfernungen v. 50—100 m Förderweg u. los. Bod.
310—280 m³,

bei Entfernungen v. 100—500 m Förderweg u. los. Bod.
280—120 m³,

bei Entfernungen v. 500—1000 m Förderweg u. los. Bod.
120—75 m³.

Förderung im Gefälle wirkt sich bei beiden Geräten leistungssteigernd aus. Vorzüglich bewährt sich die Zusammenarbeit von Schürfwagenzug und Planierraupe.

Die Betriebskosten halten sich etwa im gleichen Rahmen wie zu 1.

3. Der Motorstraßenhobel ist zunächst zum Abhobeln und Einplanieren von Sand-, Kies- und Schotterstraßen bestimmt. Nach Erfahrungen der bayerischen Straßenbauverwaltung lassen sich hierbei folgende Leistungen erzielen:

für die Aufreibbehandlung rd. 13 000 m²/Achtstundenschicht,

für die Erstbehandlung rd. 17 000 m²/Achtstundenschicht,

für die Nachbehandlung rd. 20 000 m²/Achtstundenschicht.

Die entstehenden Betriebskosten sind verhältnismäßig gering. Sie betragen rd. RM 18,50/Schicht.

Planierraupe und Schürfwagen sind in ihren Leistungen bisher beschränkt gewesen durch die übliche Verwendung des eingesetzten 50-PS-Schleppers. Letzthin sind von den Famo-Fahrzeug- und Motorenwerken zwei größere Einheiten von Dieselschleppern mit 65 PS und mit 100 PS herausgebracht worden. Beide erreichen Geschwindigkeiten bis zu 6,80 bzw. 7,70 km/h und entwickeln entsprechende Zugkräfte am Haken bis zu 3300 bzw. 8500 kg (Abb. 9).

Unter dem Gesichtspunkt der Leistungssteigerung und Arbeitersparnis betrachtet, kann von den jungen deutschen Flachbagger- und Fördergeräten das Allerbeste erwartet werden. Einen Ansatz dazu, nach dem amerikanischen Vorbild der gleislosen Förderung weitere geländegängige Fördergeräte zu schaffen, zeigt die allerletzte deutsche Entwicklung. Die Vorteile der gleislosen Förderung im Baubetrieb haben bekanntlich in den Vereinigten Staaten seit Jahren dazu geführt, daß auf den Baustellen — insbesondere auf den Erdbaustellen — der Gleisbetrieb fast völlig verschwunden ist. Der großen Beweglichkeit des gleislosen Betriebes, die nur die Beschaffung und den Einsatz einer genügenden Anzahl geländegängiger Selbsttroller oder Schlepper mit Anhänger erfordert, steht der Aufwand an Material für Gleis, Lokomotiven und Wagen, vornehmlich aber der Arbeitsaufwand für die Verlegung und dauernde Unterhaltung der Gleisanlage gegenüber. Der von der

Maschinenfabrik Max Hensel, Berlin, letzthin herausgebrachte Motorhinterkipper (Abb. 10) ist ein typisches Beispiel für die Weiterentwicklung der deutschen Geräte, um die geschilderten Vorzüge des gleislosen Betriebes für unsere Leistungssteigerung nutzbar zu machen. Der Wirkungsgrad des neuen selbstfahrenden Hinterkippers ist, gemessen an den amerikanischen Typen mit ihrem großen Förderinhalt, verhältnismäßig klein; der Inhalt der Kippmulde der ersten gebauten Type beträgt nur $2,5 \text{ m}^3$; weitere Typen mit größerem Fassungsraum sollen folgen. Das Fahrzeug ist außerordentlich wendig, trotzdem stabil gebaut und dem rauhen Baubetrieb gewachsen. Ein Dieselschlepper mit 30/33-PS-Viertakt-Zweizylinder-Motor trägt auf seiner Hinterachse die Kippmulde (vgl. Abb. 10). Der Schlepper verfügt über vier Vorwärtsgänge mit $3/4$, $4/8$ und 14 km/h Fahrgeschwindigkeit und einen Rückwärtsgang mit $2,6 \text{ km/h}$ Fahrgeschwindigkeit. Für eine weitere Type wird man die Straßengeschwindigkeit auf 30 km/h erhöhen. Die Verwendung genormter Teile entspricht der heutigen Forderung nach möglicher Vereinfachung und Erleichterung in der Ersatzteilbeschaffung und ihrer Verwendung. Nach Art eines Vorgeleges ist direkt vor dem Hinterachsenantrieb ein besonders entwickeltes Differential angeordnet, das zu den Hinterachsenwellen im Übersetzungsverhältnis $1:3$ arbeitet. Durch eine besondere Vorrichtung kann vom Führerstand aus das Differential ausgeschaltet werden, so daß die beiden Hinterachsenräder starr miteinander verbunden sind. Der Achsstand des Fahrzeuges ist gering ($2,20 \text{ m}$), der Einschlagwinkel der Lenkräder reichlich bemessen, die Spurweite beträgt $1,60 \text{ m}$. Bei einem Eigengewicht von $2,2 \text{ t}$ ist eine Nutzlast von 5 t vorgesehen, die dem Muldeninhalt von $2,5 \text{ m}^3$ entspricht.

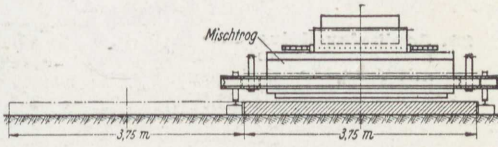
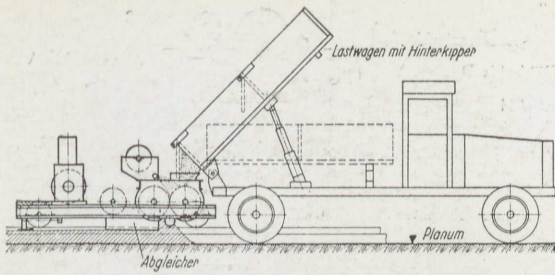
Die Mulde selbst ist am Boden und an der schrägen Kippwand mit Bohlen ausgeplankt, die mit Blech beschlagen sind; eine gute Federung sorgt für Minderung harter Stöße bei der Beladung. Die Entleerung erfolgt mit einem Kippwinkel von 40° durch motorische Auslösung der Kippbewegung vom Führersitz aus; auch für bindige Böden ist durch starken Kippschlag und genügende Neigung eine völlige Entleerung der Mulde gewährleistet. Eine vom Motor aus betriebene Spillanlage mit Seilwinde, die vom Führerstand aus bedient wird, ermöglicht es, den Kipper mit eigener Kraft wieder loszulösen, wenn er festgefahren ist; Führersitz und Steuerung sind durch Panzerbleche gegen Steinschlag geschützt.

Im übrigen herrscht bei größeren Entfernungen vor der Hand für die Förderung im Erdbau bei uns noch der Gleisbetrieb vor. Auch hier hat die Forderung nach

erhöhter Leistung wiederum eine Vergrößerung der Einheiten mit sich gebracht. Durch die Normung der Feldbahnschienen bis zu 20 kg/m Gewicht und der Muldenkipper von $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{3}{4}$ m³ ist hier eine wertvolle Vorarbeit geleistet worden. Eingesetzt werden: Diesel-Lokomotiven in allen Größen von 5 bis 85 PS für 600 und 900 mm Spur, bis 130 PS in Normalspur, auch Dampf-Lokomotiven etwa gleicher Stärke, Muldenkipper von $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{3}{4}$ m³, bei größeren Massen auch Kastenkipper und Stahlkasten-Selbstentlader von 5,3 m³ Fassungsvermögen. In Zusammenhang mit dem Rollmaterial berichteten wir im vorigen Jahre an dieser Stelle über die kürzlich durchgeführten Untersuchungen von Preßstofflagern für Schienenfahrzeuge des Baubetriebes²⁾. Die s. Zt. bei den Untersuchungen gefundenen Preßstoff-Zusammensetzungen sind inzwischen weiter in eingehenden Dauerversuchen bei praktischem Einsatz in Braunkohlen-Abraumbetrieben, sowie letzthin bei der Deutschen Reichsbahn erprobt worden. Sie haben auch hierbei allen Anforderungen entsprochen und auch bei höheren Geschwindigkeiten und schwersten Wagentypen bis zu 24 m³ Inhalt beste Ergebnisse gezeitigt.

Der Förderung der Massen folgt der Einbau. Hier sind es die verschiedenen Typen der Verdichtungsgeräte, die bei dem heutigen schnellen Baufortschritt zu unentbehrlichen Geräten der Straßenunterbau-Herstellung geworden sind. Werden im Reichsautobahnbau die Stampfausrüstungen der Universalbagger bevorzugt eingesetzt, so stehen für den Reichs- und Landstraßenbau die Handstampfgeräte in reicher Auswahl sowie die altbewährte Straßenwalze zur Verfügung. Von den neuesten Verdichtungsgeräten seien zusammenfassend erwähnt: Der leichte, bewegliche Schwingverdichter des Losenhausenwerkes Typ AT 5000 (Abb. 11) (Antrieb Diesel-Motor, Leistg.: 100 bis 200 m²/h), der Frischsche Tank-Vibrator (Abb. 12) (Antrieb Benzin-Motor, Leistung 125 m²/h), die handgeführten Elektro-Rüttelstampfer von Rob. Wacker in Plattenform (Abb. 13) (Leistg.: 60 m²/h), sämtlich Geräte, die sich der Vibration zur Bodenverdichtung bedienen. Als reine Stampfgeräte stehen nach wie vor die Preßluftstampfer der verschiedenen Bauarten (Abb. 14), die kleinen Explosionsstampfer von 65 bis 200 kg (Abb. 15) und die größeren Explosionsstampfer der Delmag (Frösche) in drei Größen zu 500, 1000 und 2500 kg Gewicht mit Tages-Leistungen bis zu 1200 m² zur Verfügung (Abb. 16).

²⁾ H. Mäkel: Untersuchungen von Preßstofflagern für Schienenfahrzeuge. Mitt. des Forschungsinstitutes für Maschinenwesen beim Baubetrieb H. 11. VDI-Verlag, Berlin 1939.

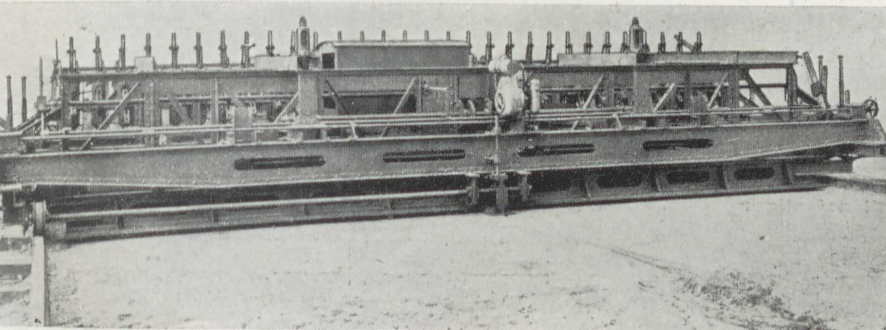
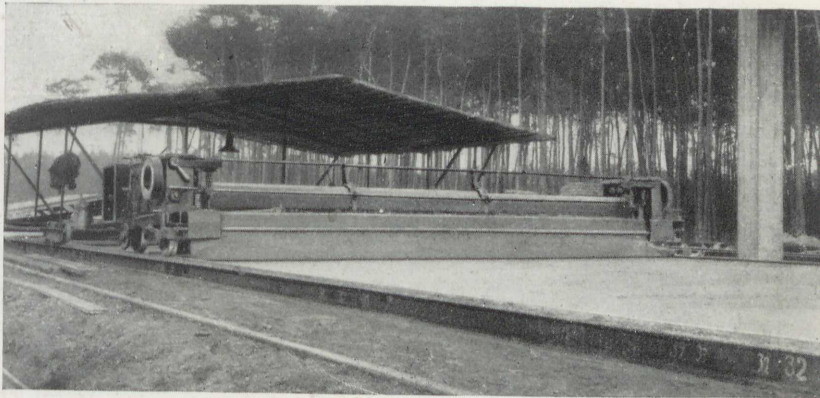


25. Spezialstraßenbaumaschine System Garbotz-Sonthofen



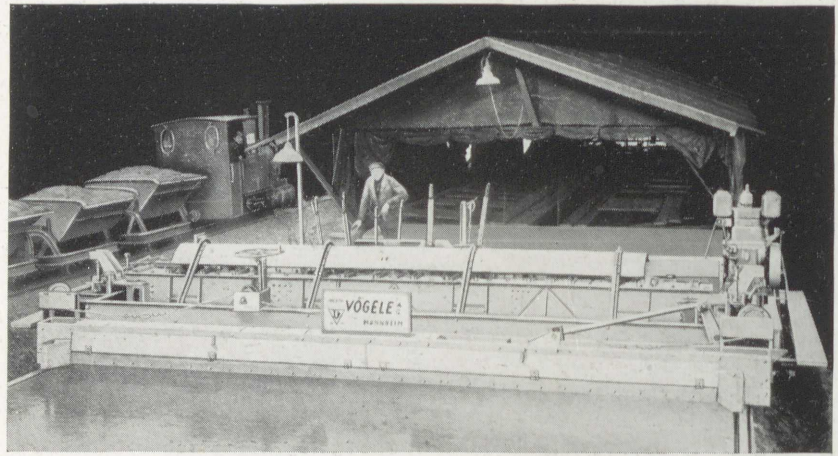
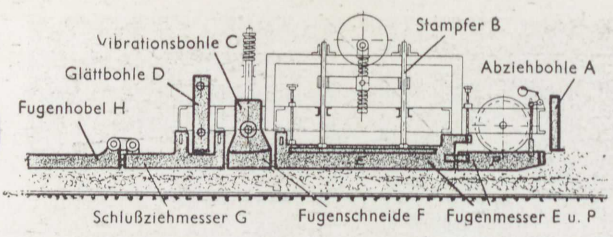
26. Vögele-Liefermischer

27. Thiele-Bohlenfertiger

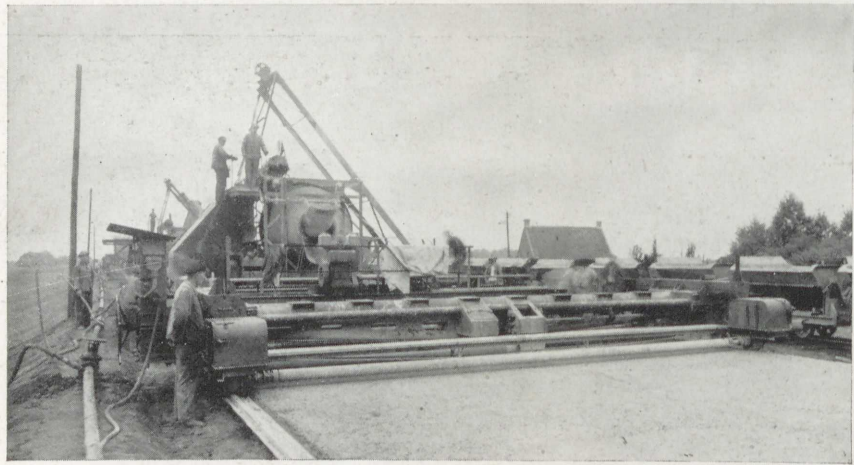


28. Dingler-Universalstraßenfertiger mit Vibrator

29. Sonthofen-Universalstamptmaschine mit Vibrator

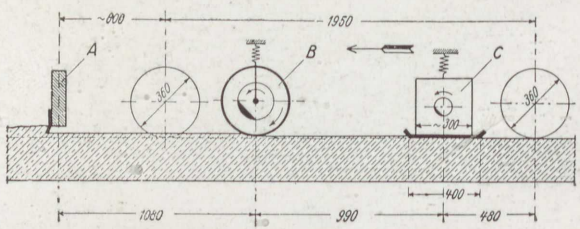


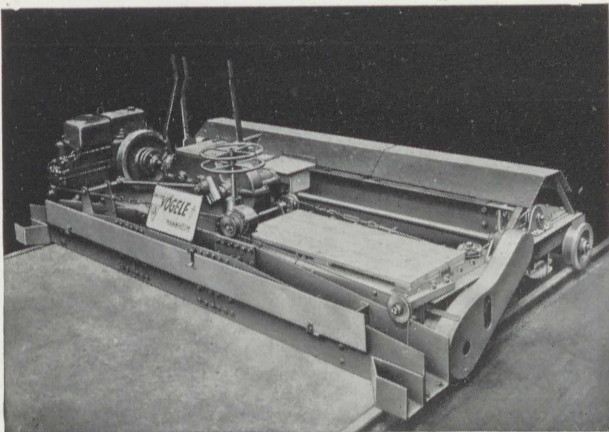
30. Vögele-Hochfrequenzverdichter



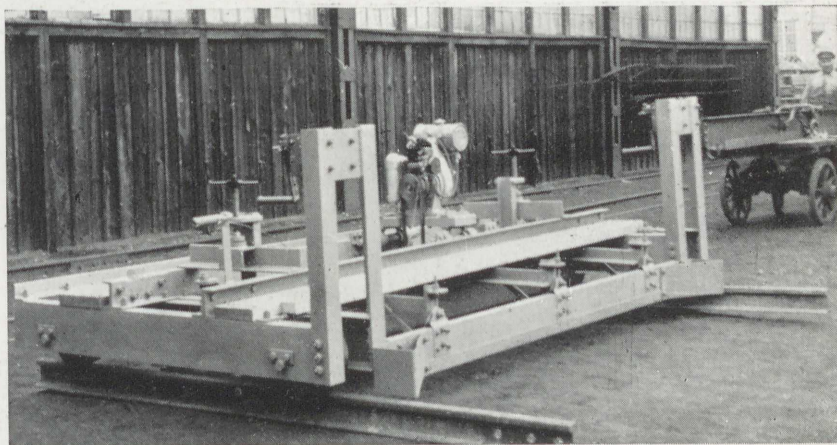
31. Müller-Schwingwalzenfertiger „Vibroplan“ (Scheid)

32. Thiele-Vibrationsfertiger (Schema)

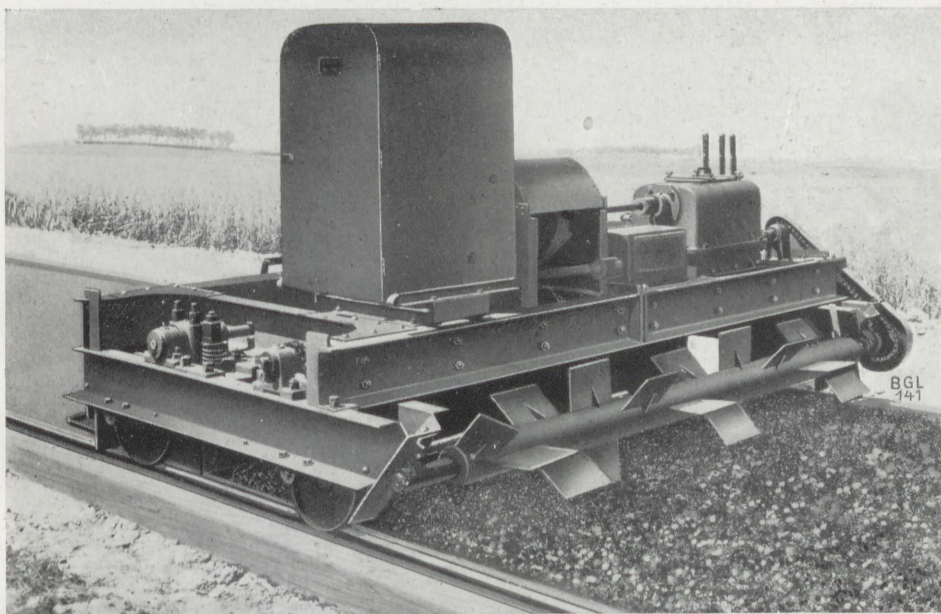




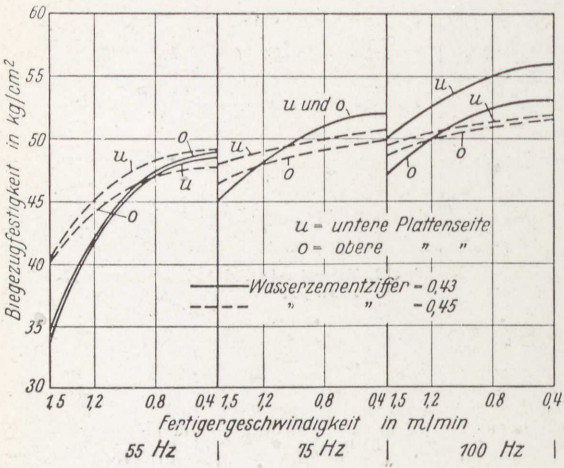
33. Vögele-Reichsstraßenrüttelfertiger



34. Leichter Frisch-Vibrations-bohlen-Fertiger



35. Vollautomatischer Vibrations-Straßenfertiger (Baumaschinenges. Leipzig)



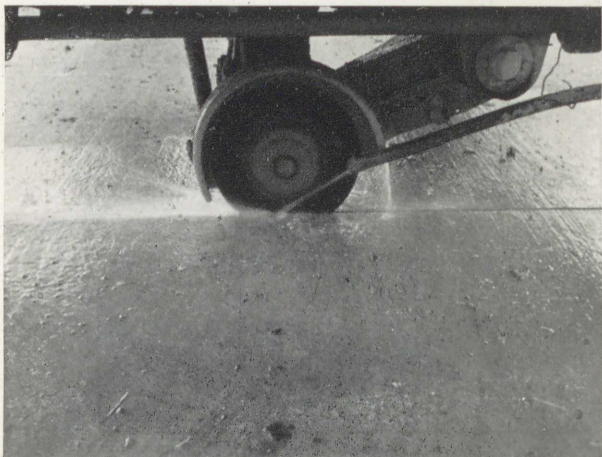
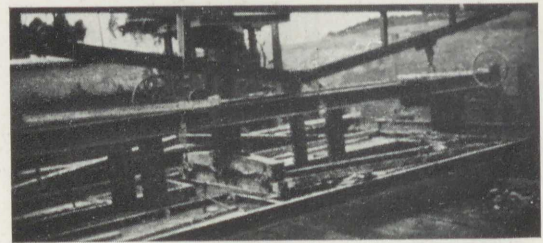
36. Einfluß der Vibration auf die Biegezugfestigkeit des Deckenbetons



37. Querfugenschneider Müller-Scheid



38. Vögele-Fugenschneider



39. Streichersche Fugensäge für erhärteten Beton

An neuen Konstruktionen bietet die letzte Entwicklung zwei interessante Lösungen der Verdichtungsarbeit, die für den Straßenunterbau von Bedeutung sind. Die eine sucht durch Weiterentwicklung des ältesten Verdichtungsgerätes, der Straßenwalze, eine möglichst gleichmäßige Verdichtung direkt zu erzielen, und zwar derart, daß zunächst nur die Hinterräder, im Lauf der weiteren Entwicklung auch das Vorderrad einer Straßenwalze mit sog. Gürtelradbandagen versehen werden. Die so von dem bekannten Straßenfachmann Dr. Koppisch, Nürnberg, entwickelte Gürtelradwalze verwendet als Grundkonstruktion in ihrer neuesten Ausführung die bewährte Bauart einer 12-t-Kaelble-Motor-dreiradwalze, die mit der Gürtelradeinrichtung ausgerüstet wird. Diese besteht im einzelnen aus Spezialstahlgußschuhen von 400×485 mm Ausmaß und 63 kg Stückgewicht, die auf den Radumfang aufgesetzt sind (Abb. 17). Die Schuhe üben bei einem Hinterachsdruck von 12 t einen spezifischen Bodendruck von rd. 3 kg/cm^2 aus. Bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 1,5 km/h und bei vierfacher Überdeckung der gefahrenen Spuren läßt sich je achtstündigen Arbeitstag eine Leistung von 2400 m^2 verdichteter Fläche erzielen, die sich bei geringerer Überdeckung entsprechend erhöht. Bereits im Jahre 1937 wurde das erste Modell der Gürtelradwalze bei Verdichtungsarbeiten der Kongreßhallen-Straße in Nürnberg versuchsweise eingesetzt. Weitere Verwendungen wiesen gute Ergebnisse auf; so wurde z. B. auf einer Reichsautobahnbaustelle bei Enns an der oberen Donau bei günstigem Schüttmaterial und 80 cm Schütthöhe eine Achtstundenleistung von über 3000 m^2 erreicht. Neuere interessante Versuche, die im vergangenen Jahr im Auftrage des Generalinspektors auf dem Avus-Zubringer als Vergleichsversuche über die Verdichtungswirkung verschiedener Geräte durchgeführt wurden und über die kürzlich berichtet wurde³⁾, haben gezeigt, daß die Gürtelradmaschine wirtschaftlich arbeitet und befriedigende Ergebnisse liefert. Ihre Entwicklung dürfte sicherlich auf Grund der genannten umfassenden Avus-Versuche noch weiter gefördert werden.

Die zweite Lösung ist eine Vereinigung zweier Geräte, die durchaus geeignet erscheint, den Stampfbagger als Verdichtungsgerät zu ersetzen und so das für die Löse- und Ladarbeit und die übrigen Arbeitsverrichtungen des Universalbaggers dringend benötigte Gerät von der Stampfarbeit freizustellen. Wie Abb. 18 zeigt, wurde der bekannte Hanomag-Schlepper der Planierraupe mit einer 2-t-Stampfeinrichtung an einem Kranausleger ausgerüstet⁴⁾, wodurch

3) Vgl. B. Rentsch: Teer u. Bitum. 37 (1939) H. 31, S. 343.

4) Hersteller: Härdrich-Duisburg.

das Verwendungsgebiet dieses erfolgreichen Gerätes erfreulich erweitert werden kann.

Schließlich sei der für die Abgleich- und Planierarbeit gern eingesetzte einfache Planumsfertiger, wie ihn die Dinglerwerke und Vögele bauen, erwähnt, der mit je einer Abgleich- und Stampfbohle Verdichtungs- und Planierarbeit vereinigt (Dingler-Stampfbohlenfertiger, Vögele-Mittelfrequenter Planumsstamper mit Schlagzahl von 300/Min.).

Um ein Anbacken der Betondecke an das Planum zu verhüten und ein Entziehen der Feuchtigkeit aus dem Beton mit Sicherheit auszuschließen, wird vor der Einbringung der Decke auf das fertiggestampfte Planum getränkte Pappe verlegt. Für diesen Arbeitsvorgang sind zur Erzielung möglichst gleichmäßiger Verlegung der Pappe maschinelle Papierverlegevorrichtungen entwickelt worden, die in einfachster Weise die Papierrollen auf Fahrgestellen mit kleinen Laufrädern abrollen lassen. So wird auch jedes Betreten des fertigen Planums verhindert.

b) Die Deckenbaugeräte

Die drei Arbeitsstufen des Herstellungsvorganges der Betondecke im Reichsautobahnbau: Umschlag der Baustoffe, Förderung der Baustoffe zur Verwendungsstelle und Vortrieb, der Mischung, Einbringung und Verteilung des Deckenbetons sowie die Fertigung und Nachbehandlung der Decke umfaßt, geben den Rahmen für die Baustelleneinrichtung und den Gerätepark. Für die typische Umschlageinrichtung mit der hochgestellten Siloanlage mit Einzelsilos für die verschiedenen Korngrößen der Zuschlagstoffe liefert die Baumaschinen-Industrie fabrikmäßig erstellte Silos mit voller Ausrüstung an Verschlüssen und gewichtsmäßigen Abmeßvorrichtungen.

Die Förderung erfolgt, wie beim Unterbau, auf Schmalspurgleis mittels Dampf- oder Diesellokomotiven auf 600 oder 900 mm-Spur und Muldenkippern, in Sonderfällen auch mit größeren Stahlkastenkippern in größeren Zugeinheiten mit Zugmaschinen bis zu 200 PS. Wie im vorigen Jahresbericht⁵⁾ kurz erwähnt, war die letzte Entwicklung bereits durch die amerikanischen Bauverfahren und ihre Fördermethoden — halbseitige Deckenherstellung und Förderung der Baustoffe in Lastkraftwagen — beeinflußt. Die vom Generalinspektor vorgesehenen Untersuchungen über diese Fragen konnten bisher nur zum Teil durchgeführt werden. Auf den Teil derselben, der die Fragen der halbseitigen Deckenherstellung betrifft, wird später noch näher einzugehen sein. Die Untersuchungen über die Transport-

⁵⁾ Betonstraßenbau in Deutschland, Ausgabe 1939.

fragen harren noch der Durchführung. Sie dürften für unsere Leistungssteigerungsbestrebungen von wesentlicher Bedeutung sein.

Im Rahmen der typischen Norm-Baustelleneinrichtung unserer Reichsautobahnen hat sich der B r ü c k e n - m i s c h e r bewährt, wie er entweder mit eingebautem Verteiler oder ohne diesen von den führenden Mischer-Firmen hergestellt wird (Abb. 19, 20). Eine Übersicht über die gebräuchlichsten Bauarten für 7,50 m Straßenbreite gibt Tab. 2.

Über die neuesten Mischeruntersuchungen⁶⁾, die im Auftrage des Generalinspektors vom Forschungsinstitut für Maschinenwesen beim Betrieb (Prof. Dr. Garbotz) gemeinsam mit dem Institut für die Materialprüfungen des Bauwesens (Prof. Graf) in den Jahren 1938/39 durchgeführt wurden, wurde im vorigen Jahr an dieser Stelle berichtet. Eine Reihe der maschinentechnischen Beanstandungen und Anregungen zu Verbesserungen hat inzwischen durch konstruktive Änderungen einzelner Geräte den Weg in die Praxis gefunden. Für die Leistungssteigerung sind die Ergebnisse der Untersuchungen zweifellos von wesentlicher Bedeutung. Eine kurze Zusammenfassung derselben wurde letzthin auch in der Fachpresse veröffentlicht⁷⁾. Als wichtigstes Ergebnis und als Auswertung dieser Untersuchungen wurden von Garbotz und Graf V o r s c h l ä g e z u L e i s t u n g s - u n d A u s f ü h r u n g s n o r m e n für Betonmischer ausgearbeitet, die gleichzeitig mit dem Bericht über die Versuche selbst veröffentlicht wurden⁶⁾. Sowohl die konstruktive Gestaltung der Mischer und ihre betriebliche Verwendung, wie die Normung der Leistung bei bestimmten Vorbedingungen (Kornzusammensetzung, Mischzeit, Spieldauer) und Abnahmeregeln sind in diesen „Vorschlägen“ erfaßt und eindeutig festgelegt. Im Berichtsjahr wurden dann auch die T y p i s i e r u n g s a n o r d n u n g e n für Betonmischmaschinen vom Bevollmächtigten für die Maschinenproduktion erlassen, die die Bauarten sämtlicher Mischer auf 7 Größen von 75, 150, 250, 500, 1000, 1500 und 3000 l festlegten und konstruktive Einzelheiten, wie Wasseranschlüsse, Winden, Wasserpumpen, Lagerbuchsen, Räder, Laufrollen und Bremsbeläge normten.

Für den Bau der B a n k e t t e der Reichsautobahn wird entweder ein besonderer Mischer eingesetzt oder der sta-

⁶⁾ F. Kaufmann u. D. Rößlein: Mischeruntersuchungen auf Reichsautobahnbaustellen. G. Garbotz u. O. Graf: Vorschläge zu Leistungs- und Ausführungsnormen für Betonmischer, Bd. 18 der Forschungsarbeiten aus dem Straßenwesen, Berlin 1939, Volk u. Reich Verlag.

⁷⁾ D. Rößlein in Betonstraße 14 (1939) H. 9, 10, S. 187, 209.

Tabelle 2

Übersicht über die gebräuchlichsten Brückenmischer für 7,50 m Straßenbreite

Hersteller	Typ	Gewicht kg	Antrieb PS	Mischerinhalt l	Ausbau mit/ohne eingebauten Verteiler
J. Vögele AG., Mannheim . . .	Freifall-Mischer	11 500	30	1250	ohne
Ibag, Neustadt/Haardt	Freifall-Mischer	14 400/14 400/14 900	20—35/25—45	1000/1250/1500	ohne
O. Kaiser, St. Ingbert/Pfalz . . .	Freifall-Mischer	11 200/13 000/15 800	25/25/30	1000/1250/1500	ohne
	Freifall-Mischer	12 000/13 800/15 500	25/30/38	1000/1250/1500	ohne
Gauhe, Gockel & Cie., Ober- lahnstein/Rhein	Freifall-Mischer	12 500/13 800	25/30	1000/1250	mit
	Freifall-Mischer	13 200/15 700/15 800	30/38/40—50	1000/1250/1500	ohne
	Zwangs-Mischer	13 400/15 500	30/38	1000/1250	mit
Hüttenwerk Sonthofen	Zwangs-Mischer	13 800/18 600/19 800	30/40/40—60	1000/1250/1500	mit
Alfelder Eisenwerk, Alfeld . . .	Zwangs-Mischer	16 000/17 500/20 000	30/45/45	1000/1250/1500	ohne
E. Linnhoff, Berlin	Zwangs-Mischer	16 500/16 500	50/50	1250/1500	ohne

tionär hergestellte Beton wird in Muldenkippern zur Verwendungsstelle gefahren. Als Sondermischer finden sich verschiedene Lösungen, bei denen gleichzeitig maschinelle Verteilung durch Bandabwurf oder Kübel vorgesehen ist. Ein typisches Sondergerät dieser Art ist der kompensiöse Raupen-Bankettmischer der Jos. Vögele A. G. Er ist mit einem Bandausleger ausgerüstet, dessen Länge es gestattet, beide Bankette zu bestreichen. Der Inhalt der Mischtrommel beträgt 500 l, ihr Durchmesser 1310 mm, der Kraftbedarf 20 PS, die Fahrgeschwindigkeit 12 m/min (Abb. 21). Überdies trägt das Gerät eine elektrische Kraftquelle für die Stromversorgung elektrischer Verdichtungsgeräte für die Bankettherstellung von 7,5 kW.

Abweichend von diesen Mischverfahren und Baustelleneinrichtungen beim Reichsautobahnbau gestaltet sich der Mischvorgang beim Reichs- und Landstraßenbau. Hier wird der Brückenmischer nur dann Verwendung finden, wenn es sich um Reichsstraßen-Neubauten handelt. Da bei den meisten Bauarten die Brückenmischer durch Verkürzen der Brückenlänge auf die geringere Straßenbreite umgebaut werden können, wird man bei Neubauten gern von den Annehmlichkeiten der Brückenmischer und den Vorteilen, die der bewährte Betonverteiler bietet, Gebrauch machen. Bei dem Ausbau des Landstraßennetzes, insbesondere dort, wo es sich nur um den Ausbau oder die Verbreiterung bestehender Straßen handelt, liegen die Verhältnisse anders. Hier wird sich zweifellos der halbseitige Ausbau durchsetzen. Der hierfür zur Verfügung stehende Gerätepark umfaßt vornehmlich die fahrbaren Straßenmischer mit Kübelausleger oder Förderbandverteiler. Zu den vorerwähnten Raupenmischerkonstruktionen, wie sie Vögele und auch Sonthofen als Bankettmischer herstellen, tritt der im Jahre 1938 von Otto Kaiser herausgebrachte Straßenmischer auf Raupen mit Bandverteilung (Abb. 22). Überdies werden auch die älteren Konstruktionen auf Rädern noch vielfach herangezogen werden können, ebenso wie sich die kleineren, leicht beweglichen fahrbaren Mischer auf Luftbereifung (Anhänge-Mischer O. Kaiser) für diese Zwecke verwenden lassen (Abb. 23).

Die Aufgabe der Betonverteilung übernimmt beim Reichsautobahnbau der bewährte Beton-Verteilerwagen mit Kübelinhalten von 1000 bis 1500 l, soweit die Verteilereinrichtung nicht mit dem Mischer vereinigt ist. Eine Übersicht über die gebräuchlichsten Typen dieser Verteiler gibt Tab. 3. Beim Reichs- und Landstraßenbau wird sich die Betonverteilung den verschiedenen Mischerarten anzupassen haben. Wird die Mischerbauart mit Ausfahrkübel oder Förderbandverteilung ver-

Tabelle 3
Übersicht über die gebräuchlichsten Verteilertypen für 7,5 m Straßenbreite

Hersteller	Gewicht kg	Antrieb PS	Kübelinhalt l
Dinglersche Maschinenfabrik, Zweibrücken .	4500/5000	8/10	1000/1250
Jos. Vögele AG., Mannheim	5000/5000	8—10, 8—10	1000/1250
Ibag, Neustadt/Haardt .	6240/6240/6800	10—12/10—12/10—14	1000/1250/1500
E. Linnhoff, Berlin . . .	8400/8400	12—15/12—15	1250/1500
Gauhe, Gockel & Cie., Oberlahnstein	4000/4500/4950	14/16/20	1000/1250/1500
Alfelder Eisenwerk, Alfeld	6300/6500/6800	15/15/15	1000/1250/1500

wendet, so bleibt für die restliche Verteilung des Deckenbetons eine gewisse Handarbeit zu leisten. Auch die Verwendung des Schräppverteilers ist möglich. Er ist ähnlich wie der oben erwähnte, absatzweise arbeitende Betonverteiler der RAB ausgeführt; das in Haufen auf dem Planum verteilte Mischgut wird durch den Schrapper wie benötigt verteilt und an die gewünschte Stelle geschoben. Der Kraftbedarf beträgt 8 bis 10 PS.

Eine interessante Neukonstruktion für den Reichsstraßenbau hat letzthin die Jos. Vögele A. G. entwickelt. Das Gerät stellt einen kombinierten Mischer und Verteiler dar. Auf einer Arbeitsbühne, die über die ganze Straßenbreite reicht, ist auf die Gesamtbreite ein Verteilertrichter eingebaut, so daß das Querfahren eines Kübels ganz vermieden wird. Unmittelbar über dem trichterförmigen Verteilerkasten ist ein normaler Jaeger-Mischer aufgebaut. Er ist als Kipp-trommelmischer mit Kübelaufzug ausgebildet und in der Lage, nach beiden Seiten den Beton auszukippen. Die Höhenlage des Mixers gestattet durch günstigen Böschungswinkel der Rutschen ein Bestreichen der gesamten Straßenbreite (Abb. 24). Für den Antrieb ist ein 6/8 PS-Motor eingebaut. Die Leistung des Misch-Verteilers beträgt 12 m³/h. Die Fortbewegung des Gerätes erfolgt von Hand auf 8 Lauf-rädern, von denen keines einen größeren Druck als 1000 kg ausübt, so daß die Forderung für den Reichsstraßenbau, nach der leichte Schalungsschienen verwendet werden sollen, berücksichtigt ist.

Ein anderes im Verlauf der letzten Entwicklung ausgebildetes kombiniertes Gerät zur Herstellung halbseitiger Betondecken, die Spezialstraßenbaumaschine nach dem System Garbotz-Sonthofen, wurde im letzten Jahresbericht hier bereits erwähnt. Kennzeichnend für dieses neue Gerät, das gleichfalls den Mischer und den Verteiler vereinigt, ist der hier erstmalig ausgeführte

Gedanke, einen Zwangsmischer, der sich über die ganze bzw. halbe Straßenbreite spannt, so tief zu setzen, daß erstens die Baustoffe ohne Aufzug zugeführt und zweitens der Beton ohne besonderen Verteiler und ohne entmischen- den Fall unmittelbar eingebaut wird. Die mit Lastwagen auf dem Planum angefahrenen Baustoffe werden über Hinterkipper zugeführt. Die Maschine mischt die Baustoffe, wiegt den Wasserzusatz ab, entleert das Mischgut auf der ganzen Breite direkt auf das Planum, verteilt es und streift den ver- teilten Beton in der gewünschten Höhe ab. Überdies ist eine Ausgleichs- und Vorverdichtungseinrichtung vorgesehen. Der breite Mischtrog ist in zwei Kammern zu je 500 l Inhalt getrennt. Entleerung, Verteilung und Vorverdichtung er- folgen gleichzeitig beim Verfahren der Maschine (Abb. 25). Die Leistung des Gerätes beträgt bei 60 Spielen/h, einer Deckenstärke von 20 cm und einer normalen Deckenbreite von 3,00 bis 3,75 m etwa 40 bis 50 lfm Betondecke. Die beachtliche Lösung vereinigt zweifellos ein einfaches, arbeit- sparendes Verfahren mit der Möglichkeit erheblicher Güte- und Leistungssteigerung.

Für die zentrale Herstellung des Betons und seine Anlieferung stehen die drei bekannten Fördermög- lichkeiten des Gleittransportes in Muldenkippern, des Last- wagentransportes in offenen Kübeln oder des Fertigbeton- transportes in Liefermischern zur Verfügung, wie sie seit Jahren — vorläufig fast ausschließlich für den Export — von Vögele gebaut werden (Abb. 26).

In diesem Zusammenhang sind die vorerwähnten im Auf- trage des Generalinspektors vom Forschungsinstitut für Maschinenwesen beim Baubetrieb letzthin durchgeführten vergleichenden Untersuchungen über die ganz- und halbseitige Herstellung von Betondecken be- merkenswert. Hier werden in technischer und wirtschaft- licher Hinsicht die Betriebsbedingungen der einzelnen Bau- weisen zergliedert, untersucht und einander gegenüberge- stellt, wobei 3 verschiedene Betriebsformen auf RAB- und Reichsstraßenbaustellen ausgewählt wurden, und zwar: eine RAB-Baustelle mit 7,50 m normaler voller Breite, eine RAB- Baustelle mit $2 \times 3,75$ m Breite mit Brückenmischer und eine Reichsstraßenbaustelle mit $2 \times 3,00$ m Breite mit orts- fester Misanlage und Betontransport in Muldenkippern, die beiden letzteren also in halbseitiger Bauweise. Der jetzt vorliegende umfassende Bericht über diese Deckenvergleichs- versuche⁸⁾ kommt zu folgenden Ergebnissen:

⁸⁾ B. v. Glisczynski: Vergleichende Untersuchungen über die ganz- und halbseitige Herstellung von Betonfahrbahndecken. For- schungsarbeiten aus dem Straßenwesen, Bd. 22, Berlin 1939.

Beim Reichsautobahnbau mit den schweren Brückenmischern und Fertigern ist die halbseitige Bauweise unwirtschaftlicher als die Herstellung in voller Straßenbreite. Der Personal- und Geräteaufwand für den Vortrieb ist nicht wesentlich geringer als beim Vollausbau, weist dabei jedoch eine um 40 % kleinere Leistung auf. Kosten und Leistung werden beim Transport durch dreimaliges Gleisrücken ungünstig beeinflusst. Dagegen würde eine Aufteilung der Fahrbahn in drei Streifen von je 3,00 m Breite unter Fortfall des Randstreifens bei Einsatz von auf Schalungsschienen laufenden Einbaugeräten dem Ausbau in voller Breite wirtschaftlich überlegen sein.

Beim Reichsstraßenbau ist das Bild ein anderes. Hier ist bei halbseitiger Deckenherstellung mit stationärer Mischanlage der Aufwand an Lohnstunden, Betriebsstoffen und Gerätevorhaltung bei einer guten mittleren Leistung sehr gering. Infolge der einfacheren Form der Bauausführung fallen wesentlich weniger kleinere Ausfälle an als bei der Herstellung in der ganzen Breite. Der besondere Vergleich des Personaleinsatzes der drei Deckenbaustellen zeigt deutlich die Überlegenheit der halbseitigen Reichsstraßenbauweise. Im allgemeinen ergab sich, daß ein großer Teil der Verlustzeiten auf die oft nicht ausreichenden organisatorischen Fähigkeiten der Bauleitungen zurückzuführen ist.

Wie schon die 1938 abgeschlossenen Leistungsuntersuchungen an 14 Betondeckenlosen⁹⁾ ergaben, ermöglicht die einschichtige Bauweise durch den Fortfall der gesonderten Einbringung und Verdichtung des Unterbetons Personal-, Geräte- und Zeitersparnisse, die sowohl leistungswie kostenmäßig von erheblicher Bedeutung sind¹⁰⁾.

Die Hauptaufgaben des Betondeckenbaues umfaßt die auf die Einbringung des Mischgutes folgende Arbeitsstufe der Fertigung. Für diesen Aufgabenkreis, dessen einzelne Arbeitsabschnitte die Abgleichung des verteilten Betons, seine bestmögliche, gleichmäßige Verdichtung und ein einwandfreier Deckenschluß zur planebenen Fläche darstellen, wurden in Deutschland die verschiedenen Straßenerfertiger entwickelt. Diese Entwicklung, die in den Jahren 1934 bis 1937 z. T. stürmische Formen annahm, dürfte eines der interessantesten Kapitel neuzeitlicher Straßenbautechnik umfassen. Sie ist in Fachschriften,

⁹⁾ Vgl. Garbotz-Klein: Die Leistungen beim Betonfahrbahndeckenbau auf den Reichsautobahnen. Forschungsarbeiten aus dem Straßenwesen, Bd. 8, Berlin 1938.

¹⁰⁾ Vgl. Betonstraßenbau in Deutschland. Ausgabe 1939 S. 25/27.

insbesondere auch in den vorliegenden Jahrbüchern über den „Betonstraßenbau in Deutschland“ ausführlich geschildert worden. Um einen Überblick über die für die künftige Arbeit zur Verfügung stehenden Fertigttypen zu geben, sind die Hauptbauarten in den Tab. 4 und 5 für den Reichsautobahndeckenbau bzw. für den Reichs- und Landstraßenbau zusammengestellt.

Zur Ergänzung der in den Tafeln gegebenen Konstruktions- und Betriebsdaten sei kurz folgendes erwähnt:

Im Wesentlichen stehen heute zwei große Gruppen von Fertigern zur Verfügung, die sich grundsätzlich in der Verdichtungsart unterscheiden: die eine sucht die Verdichtung durch die Wirkung stampfender Elemente zu erreichen, die andere verwendet zum gleichen Zweck das Vibrationsverfahren, d. h. hier die wirksame Oberflächentrüttlung. Während von den älteren Stampffertigern der normale Dingler-Bohlenfertiger die drei Arbeitselemente: Abstreifbohle, Stampfbohle und Glättbohle verwendet, weist der Stampf- und Hammerfertiger der Dingler-Werke, wie bekannt, die Auflösung der Stampfbohle in Einzelelemente auf, die aus 50 bis 60 kg schweren Stahlgußhämmern von rhombischer Grundfläche bestehen. Der Mittelfrequenz-Bohlenfertiger von Vögele, der erwähnte Bohlenfertiger von Dingler und der Thiele-Bohlenfertiger (Abb. 27) arbeiten mit einer über die Straßenbreite reichenden Stampfbohle, der neuere Ardeltfertiger sieht zwei abwechselnd schlagende Bohlen vor, die hintereinandergeschaltet, wie die übrigen genannten Bohlenfertiger quer zur Straßenrichtung arbeiten, während der Querstampffertiger von Sonthofen, wie schon der Name andeutet, erstmalig mit in der Straßenrichtung eingebauten, bei der Arbeit quer zu ihr bewegten Schlagbohlen stampft. Wie bereits im Vorjahre mitgeteilt, sind nunmehr zwei der erwähnten Stampffertiger — die Bauarten Dingler und Sonthofen — zur zusätzlichen Verwendung des Rüttelverfahrens übergegangen, indem sie als weiteres Arbeitselement Vibratoren vorsehen. Die neueste Ausführung des Dingerschen Stampfhammerfertigers, der „Universal-Fertiger“ (Abb. 28) zeigt auf diese Weise eine Vereinigung aller bisher bekannten Arbeitsverfahren: Die Abgleichbohle, die Hammerreihe, die Nachstampfbohle und den Voll-Vibrator. Alle Antriebselemente sind unabhängig voneinander einstellbar, können also je nach Bedarf einzeln oder gemeinsam eingesetzt werden. Für kleinere Arbeiten, z. B. die Verdichtung schwächerer Schichten, wird auch eine einfachere, entsprechend preiswertere Ausführung ohne Hammerreihe von Dingler gebaut.

Tabelle 4

Deutsche Fertiger-Bauarten

Nr.	Fertiger-Bauart	Hersteller	Abziehelement A	Stampelement B	
1	Stampffertiger	Bohlenfertiger	Dinglerwerke A. G., Zweibrücken	Bohle m. 140 waagerechten Doppelhüben/min von 40 mm Länge	Bohle mit rund 160 Schlägen/min von 60—70 mm Hubhöhe
2		Kombinierter Bohlen- und Hammerfertiger	Dinglerwerke A. G., Zweibrücken	Bohle m. 100 waagerechten Doppelhüben/min von 40 mm Länge	Stampfhämmer von 50—60 kg Gewicht m. 60 Schlägen/min bei rd. 170 mm Hubhöhe. Bohle w. ob.
3		Bohlenfertiger (System Thiele)	Gauhe, Gockel & Cie., Oberlahnstein	Bohle m. 18 waagerechten Doppelhüben/min von 45 mm Länge	Bohle mit rd. 150 Schlägen/min bei rund 80 mm Hubhöhe
4		Doppelbohlenfertiger	Ardelt-Werke, Eberswalde b. Berlin	Bohle m. 120 waagerechten Doppelhüben/min von 40 mm Länge	2 Stampfbohlen mit 120 Doppelschlägen/min bei rd. 60 mm Hubhöhe
5		Querstampf-Bohlenfertiger	Hüttenwerk Sonthofen	Bohle m. 60 waagerechten Doppelhüben/min von 10—120 mm einstellbarer Länge (gleichzeitig Vorverdichter)	2 querstampfende Bohlen im Stampferwagen, je 250 Schläge/min bei rund 180—200 mm Hubhöhe
6		Mittelfrequenzfertiger (System Schieferstein)	J. Vögele A. G., Mannheim	Bohle, gleichzeitig Vorverdichter mit 40 waagerechten Doppelhüben/min von 150 mm Länge	Mittelfrequenz-Schwingbohle mit 150—250 Schlägen/min bei rund 150 mm Hubhöhe
7	Vibrationsfertiger	Hochfrequenzfertiger (System Schieferstein)	J. Vögele A. G., Mannheim	Bohle, wie vor	—
8		Kombinierter Mittel- und Hochfrequenzfertiger	J. Vögele A. G., Mannheim	Abstreichbohle, wie vor. Gewicht 1200 bis 2000 kg	Mittelfrequenz-Schwingbohle, wie vor
9		Vibrationswalzenfertiger (System Müller)	W. & J. Scheid, Limburg/Lahn	—	—
10		Vibrationsfertiger (System Thiele)	Gauhe, Gockel & Cie., Oberlahnstein	Bohle m. 60 waagerechten Doppelhüben/min von rd. 50 mm Länge	—

für den RAB-Bau

Tabelle 4

Vibrations-element B	Glättelelement C oder D	Antrieb	Geschwindigkeiten		Gewicht kg
			Arbeits-fahrt m/min	Leer-fahrt m/min	
—	Vibrations-Schleifbalken mit 600 senkr. Schwingungen/min von 4 mm Höhe C	7 PS-Motor	2,25	9	5 000
Vibrator mit 3000 senkr. Schwingungen/min	wie vor (D)	10 PS-Motor 3—4-PS-Motor für Vibrator	1,85	1,85	10 750
—	Glättbohle mit 18 waagrecht. Doppelhüben/min von 90 mm Länge (C)	10—12 PS-Motor	1,6	24	5 600
—	—	10 PS-Motor	3,5	4	4 500
Vibrator mit 3000 Schwingungen/min	Schwingglättbohle m. waagrecht. Hub	18 PS-Motor (gleichzeitig für Drehstromgenerator zur Speisung des Antriebsmotors der Vibrat.-Bohle)	0,75	12	9 200
—	Glättbohle (gleichzeitig Schlichtabstreifer) m. 40 waagerechten Doppelhüben/min von 150 mm Länge (C)	15—18 PS-Motor	2—2,6	8—11	12 000
Hochfrequenz-Schwingbohle mit rd. 3600 senkrecht. Schwingung./min von 3—4 mm Höhe	Glättbohle, wie vor (C)	15—18 PS-Motor	1,4—14	1,4—14	12 000
wie vor	Glättbohle, wie vor	2 × 15 PS-Motor	2,5	12	rd. 14 000
2 Vibrationswalzen zum Abziehen, Verdichten und Glätten mit rund 3000 senkrechten Schwingungen/min bei 50 U/min der Walzen (A) 2 Fugenschneidscheiben mit den Walzen gekuppelt bei 50 U/min (B)	f. d. Walz.: 2 × 2 PS, f. d. Innen-Exzent.-Wellen: 2 × 8 PS, für den Fahrantrieb: 2 × 2 PS	2 oder 4	2 oder 4	2 oder 4	12 000
Vibrationswalze z. Vorverdichten u. Abziehen mit rd. 3200 senkrechten Schwingung./min bei 30 U/min der Walze	Vibrations- u. Glättbohle mit rund 3200 senkrechten Schwingung./min u. 60 waagrecht. Doppelhüben/min v. 25 mm Länge (C)	30 PS	2	16	9 000

Tabelle 5
Reichsstraßenfertiger

Fertiger Bauart	Hersteller	Abziehelement A	Verdichtungselement B	Glättelelement C	Antrieb PS	Geschwindigkeiten		Gewicht kg	Größe
						Arbeitsfahrt m/min	Leerfahrt m/min		
1. Reichsstraßen-Rüttelfertiger	J. Vögele AG, Mannheim	Abstreif-Vorverdichter	Hochfrequenz-Schwingverdichter (Schieferstein) mit 3000 Schwingungen/min	Abstreifer A auch für Deckenschluß	6 bis 8 14	1,4	14	2400	2 bis 3 m 3 bis 4,5 m 4,5 bis 6 m
2. Leichter Vibrations-Fertiger	H. Frisch, Augsburg	Vibratorbohle mit rd. 3000 Schwingungen/min	Vibrator- und Glättbohle mit 3600 Schwingungen/min		5	0,6	6	2000	3 bis 7,50 m
3. Handgesteuerter Rüttelfertiger	Baumaschinengesellschaft mbH, Leipzig	Abstreifbohle	Vibrierbohle mit 2 synchron gekoppelten Vibratoren mit 2800 Schwingungen/min	Abstreifbohle A auch für Glättung	2 3 5	0,6 bis 1,25	10	1100 1700 2600	1,50 bis 2,25 m 2,50 bis 3,75 m 4,00 bis 6,00 m
4. Vollautomatischer Rüttelfertiger	"	Schaufelwalze	wie vor	Besondere Glättbohle ohne Vibrator	5 10	1,5	16	4900 7500	2,50 bis 4,25 m 4,50 bis 6,00 m

5.—7. Außerdem die Fertiger unter:

1., 3., 10 aus Tabelle 4 mit entsprechend verringerten Breiten.

Der zweite Stampffertiger, der sich nunmehr auch zusätzlich der Vibration bedient, ist der Sonthofen-Querstampffertiger. Die oben erwähnte Querstampfkonstruktion, der Stampferwagen, ist beibehalten. Im übrigen sieht die jetzt als kombinierter Stampf-, Vibrations- und Glättbohlen-Fertiger ausgebaute „Universalstampfmaschine“ vorn die verstellbare Abstreifbohle, hinter der Stampfeinrichtung auf der Rückseite den Vibrator und in kurzem Abstand hinter der Vibrationsbohle eine schwere Glättbohle vor (Abb. 29). Eine eingehende Beschreibung dieser beiden mit zusätzlicher Vibration arbeitenden Fertiger wurde im vorigen Jahresbericht gegeben.

Für die neuere Entwicklung kennzeichnend sind die Hochfrequenzverdichtungsgeräte, d. h. die Rüttelfertiger. Den drei Hauptgeräten, dem Hochfrequenzschwingverdichter von Vögele (Abb. 30), dem Schwingwalzenfertiger (System Müller) von Scheid (Abb. 31) und dem Vibrationsfertiger (System Thiele) von Gauhe, Gockel (jetzt O. Kaiser) (Abb. 32), gemeinsam ist der mechanische Antrieb der Schwingungselemente. Während der Vögele-Hochfrequenz-Schwingverdichter eine schwere durchgehende Schwingbohle als verdichtendes Element einsetzt, sehen die beiden anderen Geräte als schwingende Elemente Walzen vor, und zwar der Müllersche Schwingwalzenfertiger (Fertiger Vibroplan von W. & J. Scheid gebaut) zwei Vibratorwalzen, die durch polumschaltbare Synchronmotoren angetrieben, sowohl in der Fahrtrichtung des Fertigers wie in entgegengesetzter Richtung umlaufen, der Thiele-Vibrator von Gauhe, Gockel & Cie. eine Schwingwalze, die jedoch hier nur zur Vorverdichtung und als Abziehelement eingesetzt wird, während die Hauptverdichtungsarbeit auch hier eine schwere Schwingbohle leistet. Letzthin wird auch der vollautomatische Rüttelfertiger der Baumaschinen-Gesellschaft, Leipzig, für die halbseitige Deckenherstellung der Reichsautobahndecke verwendet. Er arbeitet als reiner Vibrationsfertiger, dessen Schwingungserzeuger auf der Verdichtungsbohle angeordnet sind.

Die wichtigsten neueren Fertiger-Konstruktionen für den Reichs- und Landstraßenbau sind in Tab. 5 zusammengefaßt. Die neueste Ausführung des Vögele-Reichsstraßen-Rüttelfertigers ist, wie alle Vögele-Fertiger, nach den Schiefersteinschen Patenten, und zwar als Hochfrequenz-Schwingverdichter, ausgebildet. Das Gerät unterscheidet sich von den RAB-Fertigern grundsätzlich durch sein leichtes Gewicht, das nach vielen Versuchen und vergleichenden Studien für 3 m Straßenbreite auf 2400 kg herabgedrückt werden konnte. So ist die Verwendung leichter Schalungsschienen möglich; für den abzuwickelnden Verkehr ist bei der geringen Breite der

Geräte genügend Platz freigelassen. Der Fertiger besitzt nur 2 Arbeitselemente, den Abstreifer, der sowohl als Abstreifvorverdichter wie als Schlichtabstreifer arbeiten kann, und den Hochfrequenzschwingverdichter. Für den Deckenschluß und die völlige Ebenheit der Decke sorgt zugleich der vorn liegende Abstreifer, der diese Arbeit abschließend übernimmt (Abb. 33).

Der leichte Vibratorfertiger von Frisch und der Rüttelfertiger der Baumaschinen-Gesellschaft Leipzig sind weitere typische Vertreter der leichten Fertiger-Bauart für den Reichs- und Landstraßenbau. Auch diese beiden Geräte arbeiten als reine Rüttelfertiger mit Frequenzen von 3000 bzw. 2800 Schwingungen/min (Abb. 34 und 35).

Aus dem kurzen Überblick über die Fertigungsgeräte geht ohne weiteres hervor, daß sich im deutschen Betondeckenbau die Rüttelfertigung in den letzten Jahren durchgesetzt hat. Außerordentlich wünschenswert wäre es, wenn sich die kontinuierliche Fertigung, die sich nur mit diesem Verfahren erreichen läßt, anschließen würde. Eingehende Untersuchungen über diese Fragen wurden vom Forschungsinstitut für Maschinenwesen beim Baubetrieb letzthin durchgeführt und erbrachten, wie im Vorjahr bereits kurz erwähnt, aufschlußreiche Ergebnisse über die Zusammenhänge zwischen der Materialzusammensetzung des Betons, der Steife, den Frequenzen und dem Energieaufwand der Rüttelung sowie Vorschläge für die Weiterentwicklung der Fertiger. Der nunmehr vorliegende Bericht über diese Untersuchungen¹¹⁾, zu denen als Vibrationsfertiger im wesentlichen der Rüttelfertiger der Baumaschinen-Gesellschaft, Leipzig, herangezogen wurde, kommt zu folgenden Hauptergebnissen:

Die Biegezugfestigkeit des gerüttelten Deckenbetons nimmt innerhalb der gewählten Vortriebsgeschwindigkeit mit wachsenden Geschwindigkeiten ab. Entsprechend der Verringerung der Rüttelwirkung je Flächeneinheit werden mit niedrigen Frequenzen kleinere Biegezugfestigkeiten erzielt als mit hohen Frequenzen. Dagegen bewirken höhere W-Z-Faktoren nicht immer verminderte Biegezugfestigkeiten. Während höhere Wasser-Zement-Faktoren beim Arbeiten mit niedrigen Frequenzen und größeren Geschwindigkeiten größere Festigkeiten als die Mischungen mit niedrigen W-Z-Faktoren liefern, zeitigen die nasserer Gemische bei hohen Frequenzen und niedrigen Geschwindigkeiten kleinere Biegezugfestigkeiten, d. h. es empfiehlt sich bei unge-

¹¹⁾ R. Schade: Die maschinelle Fertigung des Betons im Straßenbau unter besonderer Berücksichtigung des Rüttelverfahrens. Berlin 1940. Zement-Verlag.

nügender Rüttelwirkung zur Erzielung hoher Festigkeiten ein nasserer, bei stärkerer Rüttelwirkung ein trockneres Mischgut zu verwenden. Den Einfluß der Vibration auf die Biegezugfestigkeit gibt Abb. 36 wieder. Die Tiefenwirkung steigt, wenn die Fertigergeschwindigkeit verkleinert bzw. die Frequenz erhöht wird. In gleicher Weise wirkt ein Arbeiten mit höherem Wasser-Zement-Faktor. Die Güte des Deckenschlusses wird von der Fertigergeschwindigkeit, der Frequenz und dem W-Z-Faktor beeinflusst. Kleine Geschwindigkeiten, hohe Frequenzen und höhere W-Z-Faktoren bewirken unter sonst gleichen Bedingungen ein starkes Ansammeln von Schlempe an der Oberfläche. Mit Erhöhung der Frequenz steigt die Wasserempfindlichkeit des Betons; vorheriges Abstampfen macht sich meist günstig bemerkbar, so daß die Wasserempfindlichkeit des Betons erheblich abnimmt. Hohe Frequenzen sowie große Fertigergeschwindigkeiten begünstigen leicht die Wellenbildung, insbesondere beim Arbeiten mit nassen Mischungen. Bei normalen Bedingungen ist völlige Ebenheit zu erreichen. Vergleichsversuche mit dem Stampf- fertiger zeitigten durchweg ein weniger günstiges Ergebnis in bezug auf die Wellenbildung. Selbst eine nachträgliche Bearbeitung mit dem Rüttelgerät konnte die entstandenen Wellen nicht einwandfrei beseitigen.

Je größer der Energieaufwand, desto stärker ist die erreichbare Verdichtung und desto höher die erreichbaren Festigkeiten. Die kritische Grenze der Bearbeitung liegt dort, wo ein weiteres Einwirken der Verdichtungselemente zur Erzielung höherer Festigkeiten unwirtschaftlich wird. Als wichtigste Folgerung der Untersuchungen ist festzustellen, daß eine kontinuierliche Fertigung von Betondecken durchaus möglich und sowohl im Interesse der Güte, der Zweckmäßigkeit, wie auch der Leistungssteigerung erstrebenswert ist. Sowohl für die Verdichtung von erdfeuchtem Beton wie für die Abgleichung von nasserem Beton ist hierbei unbedingt das Rüttelverfahren zu wählen. Als Schwingungszahl ist zweckmäßigerweise für die Vibrationsbohle 70 Hz (4200 Schwingungen/min) und für die Glättbohle 35 Hz zu wählen. Die Vortriebsgeschwindigkeit soll für erdfeuchten Beton möglichst 1 m/min, für Naßbeton 2 m/min nicht überschreiten. Für die kontinuierliche Fertigung sind schließlich unter Berücksichtigung der in den „Anweisungen“ geforderten Sieblinie und unter Verwendung von Split als Grobzuschlag bei einem Zementgehalt von 350 kg/m² Fertigbeton die Wasser-Zement-Faktoren bei Verdichtung von erdfeuchtem Beton zu 0,43 und beim Abgleichen von Naßbeton zu 0,49 zu wählen.

Für den Landstraßenbau bestehen neben den leichten Fertigergeräten auch die vielartigen Möglichkeiten der Verdichtung durch Kleingeräte, die mit Preßluft, Elektro- oder Vergaser-Motor-Antrieb durch Stampfen oder Rütteln in den verschiedensten Formen als Platten, Teller, Bohlen oder Schienen die Verdichtung des Deckenbetons durchführen. Selten sind diese Geräte jedoch auch zum Abgleichen und zur Herstellung des Deckenschlusses zu verwenden, so daß hierfür entweder handgeführte Schienen, Bohlen oder die oben erwähnten leichten Fertiger zusätzlich eingesetzt werden müssen.

Auch für die Herstellung der Fugen stehen maschinelle Hilfsmittel zur Verfügung. Zunächst seien zwei Hilfsgeräte genannt, die mit Fertigern kombiniert arbeiten: Der erwähnte Universal-Stampfer des Hüttenwerkes Sonthofen kann mit einer Vorrichtung zur Herstellung der Längsfugen verbunden werden. In der Mitte der Maschine werden zu diesem Zwecke mehrere Längsmesser aneindergereiht, mit deren Hilfe die Längsfugen als Scheinfugen in einer Breite von 10 bis 12 mm und in 7 cm Tiefe gleichzeitig mit der Deckenfertigung in einem Arbeitsgang hergestellt werden können. Auch eine Vorrichtung zur Herstellung der Quersfugen und zum Einlegen der Dübel ist vom Hüttenwerk Sonthofen letzthin entwickelt worden. Die Arbeitsweise dieser Geräte wurde im Jahresbericht 1939 eingehend beschrieben¹²⁾. Das zweite Fugenschneidgerät, das mit dem Fertiger kombiniert angewendet wird, ist der Müllersche Fugenschneider, der mit dem Walzenfertiger Vibroplan der Firma Scheid vereinigt ist und mit Hilfe einer Walze die Fugen in den frischen Beton einschneidet (Abb. 37). Ein Sondergerät stellt der bekannte, nach dem Rüttelverfahren arbeitende Vögele-Fugenschneider dar, bei dem ein Fugenschneider in hochfrequenten Schwingungen in den frischen Beton eingerüttelt wird (Abb. 38). Wie bei der Müllerschen Fugenschneidmaschine ist allerdings auch hier für die Anwendung des Gerätes die Vorbedingung, daß ein Beton bestimmter Konsistenz verwendet wird. Ein Gerät, das die Fugen in den erhärteten Beton einschneidet, ist die als Streichersche Fugensäge bekannte Maschine (Abb. 39). Sie trägt in kräftigem Portalgerüst eine Karborundumscheibe, die unter reichlichem Wasserzusatz die Fugen in den erhärteten Beton einsägt, wobei der Antrieb durch einen 25-PS-Dieselmotor geliefert wird. Die sonst in Deutschland und auch letzthin im Ausland viel verwendeten Fugenerstellungsverfahren nach Wieland und nach Moll bedürfen keiner besonderen maschinellen Einrichtung.

¹²⁾ Betonstraßenbau in Deutschland. Ausgabe 1939 S. 29/30.

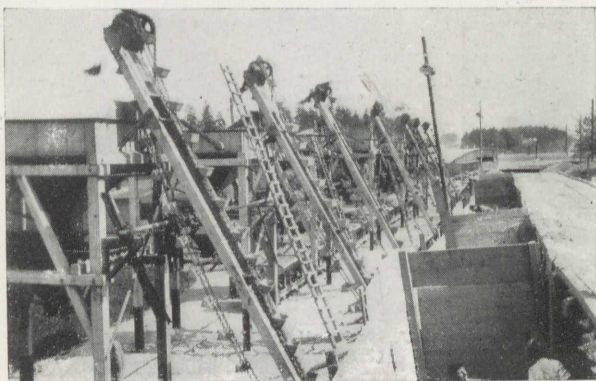
Von Baustellen der Reichsautobahn I^{*)}



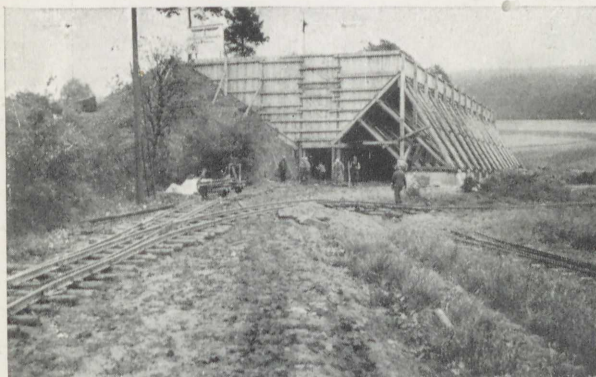
1. Umschlaganlage mit einem einzigen Greifer (Nachteil: Abhängigkeit von einem Gerät)



2. Beschicken der Silos durch Förderbänder

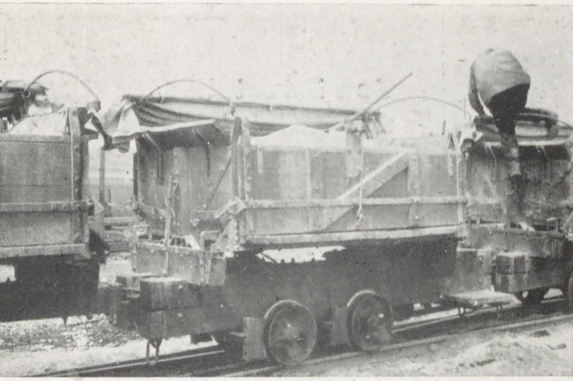


3. Beschicken der Silos durch Becherwerke



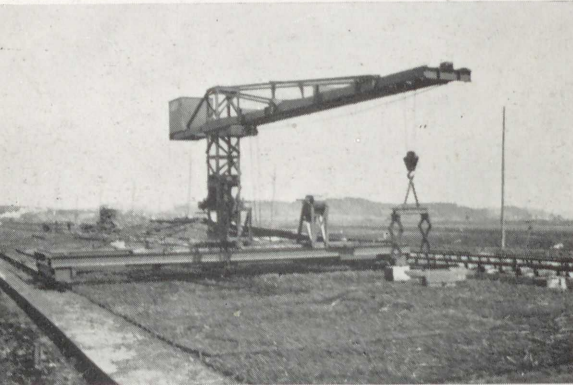
4. Geschickte Ausnutzung des Geländes zur direkten Beschickung der Silos

^{*)} Die Abbildungen der Tafeln XXI—XXIV sind dem Aufsatz von Dr. Schönberg: „Reiseeindrücke vom Bau der Fahrbahndecken auf den Reichsautobahnen“ („Betonstraße“ 1940, Heft 6, 7, 8) entnommen, der viele praktische Hinweise enthält

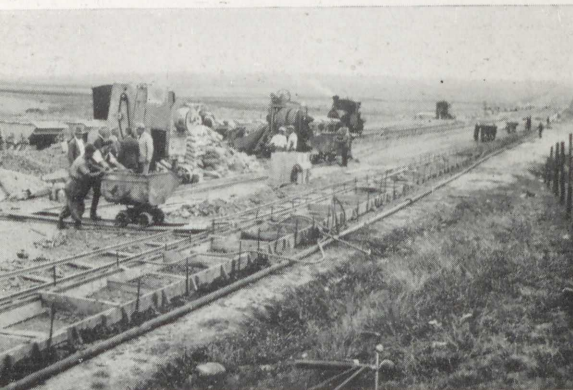


Von Baustellen der Reichsautobahnen II

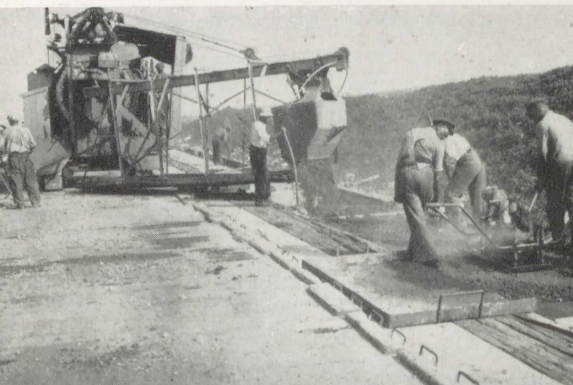
5. Zurückschlagbare Zeltbahnen
am Förderwagen



6. Verlegen der Laufschiene auf den
Betonrandstreifen mit Kran



7. Herstellen der Randstreifen
(Förderung von Hand)



8. Herstellen der Randstreifen
(Förderung durch Schwenkarm
am Mischer)

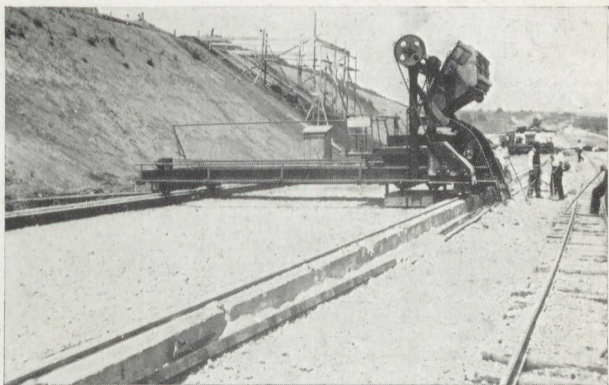


Von Baustellen der Reichsautobahnen III

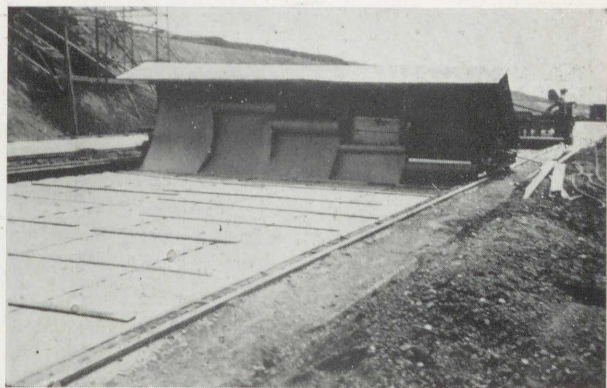
9. Schlußbearbeitung der Randstreifen mit Rüttelglättbohlen



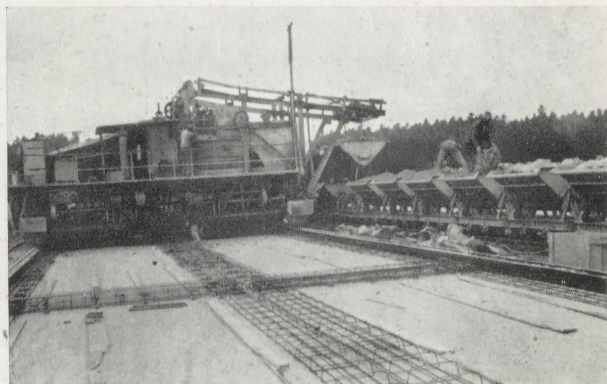
10. Einbringen der Sauberkeits- oder Frostschutzschicht durch Sandverteiler mit Kübelaufzug

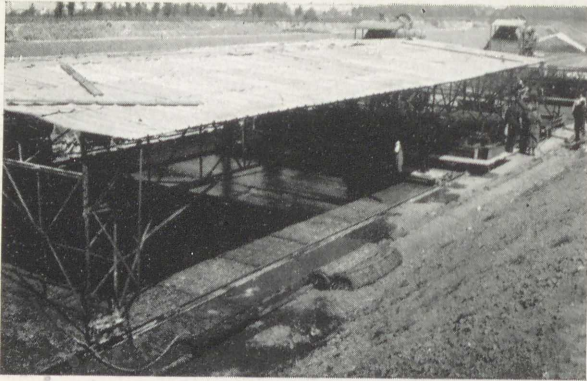


11. Verlegevorrichtung für das Abdeckpapier



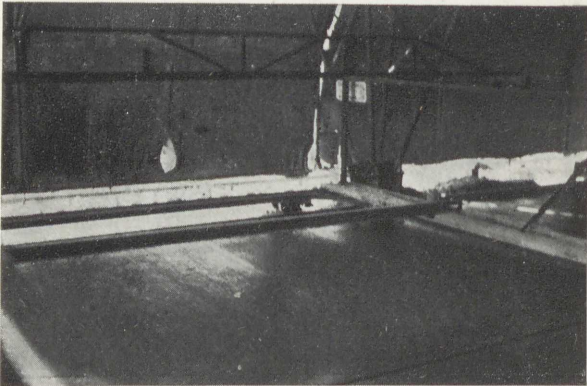
12. Beschickung der Mischmaschine durch abnehmbare Kippmulden



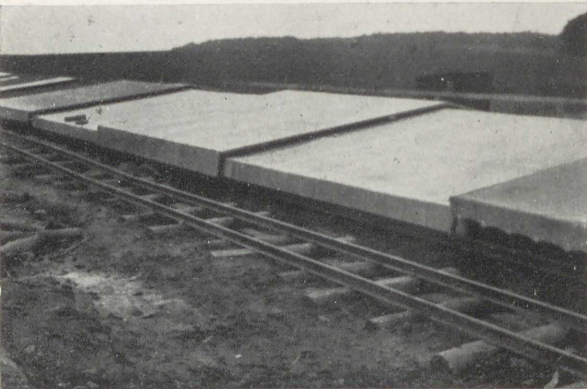


Von Baustellen der Reichsautobahnen IV

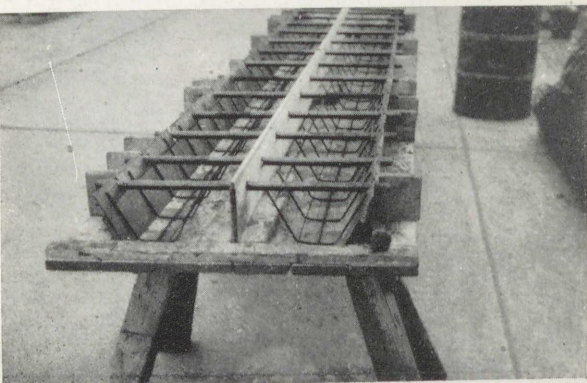
13. 25 bis 30 m langes fahrbares
Arbeitszelt für Fertiger und
Nacharbeiten an den Fugen



14. Im Arbeitszelt aufgehängtes
verfahrbares Richtscheit aus
Leichtmetall



15. Vorbildliche Schutzdächer
aus Segeltuch



16. Schablonentisch zum Zusammen-
bau der Verdübelungselemente

III. ZAHLENMÄSSIGE ENTWICKLUNG

Abb. 1 zeigt in graphischer Darstellung die zahlenmäßige Entwicklung des Betonstraßenbaues in Deutschland ohne Reichsautobahnen. Nachdem das Versuchsstadium überwunden war, nahm der Umfang der Betondeckenausführungen rasch zu und erreichte im Jahre 1928 mit einer Jahresausführung von 539 847 m² einen Höhepunkt. In den folgenden

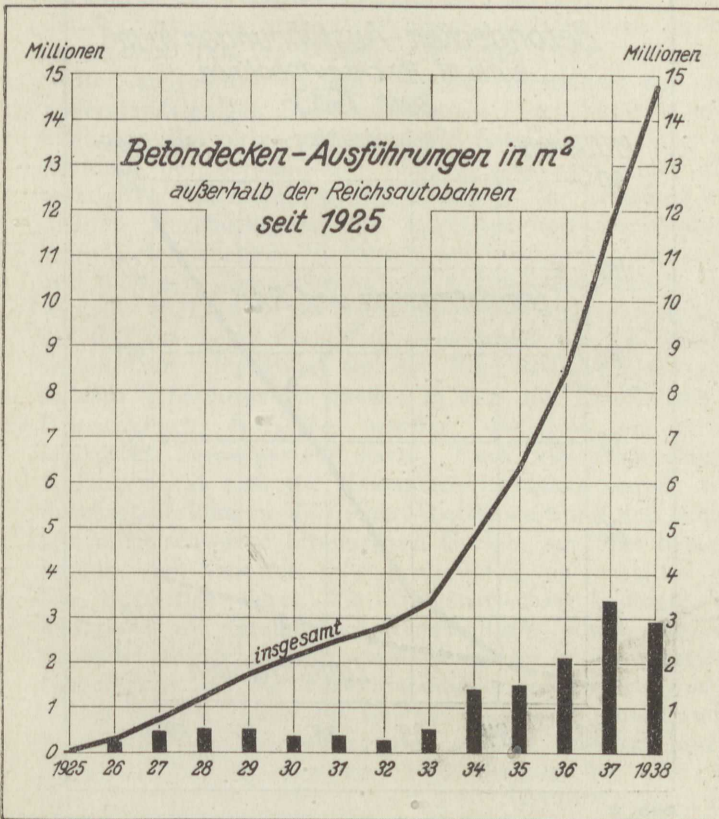


Abb. 1

Jahren sanken die Ausführungszahlen anfangs langsam, dann rascher ab und im Jahre 1932 wurden nur noch 287 735 m² ausgeführt. Diese Abwärtsbewegung war durch die zunehmende Verschlechterung der wirtschaftlichen Lage und die geringen für den Straßenbau zur Verfügung stehenden Mittel bedingt. Die Straßenbautätigkeit beschränkte sich im allgemeinen auf eine notdürftige Unterhaltung des bestehenden Straßennetzes und Erneuerung abgängiger Straßen-

decken. Bei den wenigen Neubausausführungen kam die Betondecke jedoch reichlich zur Verwendung. Die mit der Übernahme der Reichsführung durch Adolf Hitler einsetzende allgemeine Belebung des Wirtschaftslebens machte sich bereits 1933 im Betondeckenbau bemerkbar, wo der Umfang von 1928 fast wieder erreicht wurde. 1933 wurde auch mit dem Bau der Reichsauto-

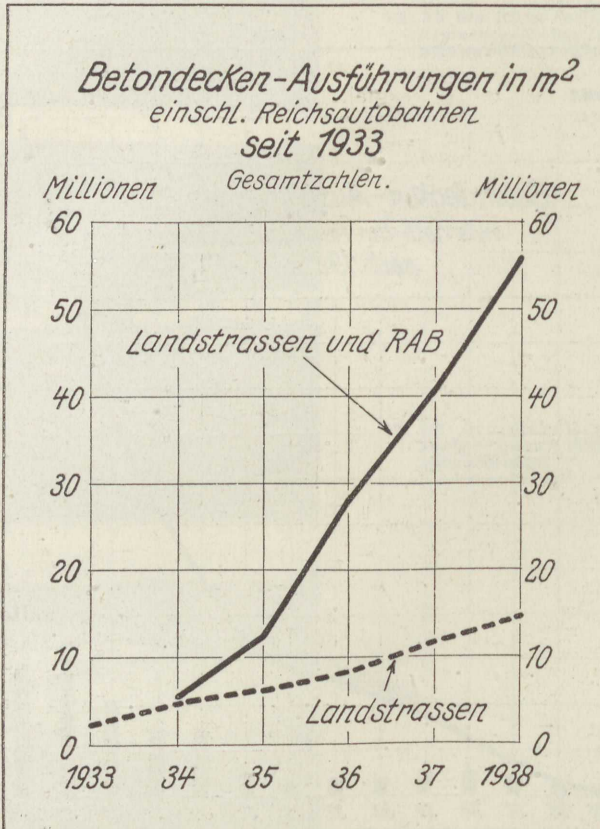


Abb. 2

bahnen begonnen, auf denen in den folgenden Jahren rd. 90 % aller Fahrbahndecken in Beton ausgeführt wurden. Auch im übrigen Straßenbau kam die Betondecke in immer größerem Umfange zur Anwendung. Abb. 2 gibt die Entwicklung seit 1933 wieder und zeigt zugleich, welch hohen Anteil die Betondecken auf den Reichsautobahnen an dem Gesamtumfang der Betondeckenausführungen in Deutschland besitzen. Von den bis Ende 1938 insgesamt ausgeführten 55 628 204 m² Betondecken liegen 40 835 990 m² auf den Reichsautobahnen.

B. ZEMENTSCHOTTERDECKEN¹⁾

Die Zementschotterdecke entstand wie auch die Makadambauweise mit bituminösen Bindemitteln, aus dem Bedürfnis, alte sogenannte „wassergebundene“ Schotterdecken durch Aufbringen einer festen Deckschicht gegen die Einwirkungen des Verkehrs, insbesondere die saugende Wirkung der Gummireifen, widerstandsfähiger und zugleich staubfrei zu machen. Die Tragfähigkeit der alten Decke sollte dabei weiter ausgenutzt werden, und die Herstellung der neuen widerstandsfähigen Deckschicht nach Möglichkeit in einem ähnlichen Bauverfahren wie die Schotterdecke unter Verwendung der vorhandenen Walzen, also nach einer abgewandelten Makadambauweise, erfolgen. Zur Erzielung einer dichten Durchdringung des Schotters mit Zementmörtel wurden verschiedene Verfahren mit trockenem, plastischem und flüssigem Zementmörtel mit wechselndem Erfolg angewendet. 1932 waren die Versuche soweit abgeschlossen, daß die STUFA (jetzt Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen) ein „Merkblatt für den Bau von Zementschotterstraßen“²⁾ herausgeben konnte, in dem die Einzelheiten des Bauverfahrens festgelegt wurden, das sich am zweckmäßigsten herausgestellt hatte. Nach vielversprechenden Anfängen hat sich die Zementschotterdecke jedoch nicht durchsetzen können, da sie den Wettbewerb mit den leichten und mittelschweren bituminösen Decken nur dort bestehen konnte, wo Schotter sehr preisgünstig zu erhalten war. Die derzeitige durch die Kriegswirtschaft bedingte Verknappung an bituminösen Bindemitteln sowie die vorliegenden dringenden Straßenbauaufgaben in den deutschen Ostgebieten, wo die Verkehrsbedingungen andere sind als in den übrigen Teilen des Reiches, hat die Aufmerksamkeit erneut auf diese Deckenbauweise gelenkt, und der Generalinspektor für das deutsche Straßenwesen hat „Richtlinien für den Bau und die Instandhaltung von Zementschotterdecken (R Zementschotterdecken)“³⁾ sowie „Technische Vorschriften für die Ausführung von Zementschotterdecken auf Landstraßen (Zusatz zu den TV Beton)“³⁾ herausgegeben, die sich an das alte „Merkblatt“ anlehnen. Das Wesentliche aus diesen Vorschriften ist nachstehend zusammengefaßt wiedergegeben:

¹⁾ S. a. Betonstraßenbau in Deutschland 1934, 1935, 1936, wo ausführlich auf diese Bauweise eingegangen ist.

²⁾ S. Betonstraßenbau in Deutschland 1934.

³⁾ Zu beziehen durch: Otto Drewitz, Berlin SW 61.

Die Decken eignen sich bei 10 cm Dicke nur für leichten und bei 12 cm Dicke für leichten bis mittelschweren Verkehr als Fahrbahndecken bei Steigungen unter 10 %. Der Schotter und Splitt aus Naturstein muß die in DIN DVM 2100, Teil 2, vorgeschriebenen Güteeigenschaften besitzen. Der Sand (0,0 bis höchstens 7 mm) muß aus gesundem, wetterbeständigem Stein bestehen und soll etwa 20—30 % Körnung 0—1 mm enthalten. Der Zementgehalt des Mörtels muß mindestens 450 kg/m^3 in fertigem Zustand enthalten und muß eine Druckfestigkeit von 400 kg/cm^2 (Probewürfel 20 cm Kantenlänge) und eine Biegezugfestigkeit von 40 kg/cm^2 (Probekörper $70 \times 50 \times 10$) nach 28 Tagen besitzen. Der Wassergehalt ist auf ein Mindestmaß zu beschränken und so zu bemessen, daß der Mörtel so weich-plastisch bleibt, daß er in alle Hohlräume des Schottergerüsts eindringt und die Fugen der Oberfläche verschließt. Bei fehlender Randeinfassung sind starke Seitenschalungen (Holzbalken oder Eisen) zu verlegen. Auf dem Unterbau ist die erste Schotterschicht, Körnung 45/65 in einer Schütthöhe von 5—7 cm aufzubringen und nach leichtem Annässen mit einer 6—9 t schweren Walze (Tandem-Walze vorzuziehen) leicht abzuwalzen. Alsdann wird eine Zementmörtelschicht in der Dicke aufgebracht, daß die Hohlräume der unter und über ihr liegenden Schotterschichten in der fertig verdichteten Decke vollkommen ausgefüllt sind (im allgemeinen $\frac{1}{3}$ der losen Schotterschüttung). Auf die Mörtelschicht ist sofort eine zweite vorher außerhalb der Fahrbahn gut angehäufte Schotterschicht, Körnung 35/55, aufzubringen. Der gesamte Auftrag wird dann solange mit einer 6—9 t schweren Walze abgewalzt, bis der Zementmörtel an die Oberfläche tritt und die Decke festliegt. Der Zementmörtel bzw. seine Schlämme muß unter der Walzung mit Besen fest eingekehrt werden. Stellen, die Steinnester mit zu wenig Zementmörtel aufweisen, sind während der Walzung mit gußfähigem dünnplastischem Zementmörtel (mindestens 600 kg/m^3), gegebenenfalls unter Beimischung oder nachträglichem Einstreuen von Splitt der Körnung 5/12 mit Schaufeln abzustreuen. Grundsätzlich muß die Decke vor dem Abbinden des Zementmörtels fertig gewalzt sein. Es ist ratsam, in Abständen von 15 m Raumquerfugen und außerdem zwischen der Decke und etwaigen festen Randeinfassungen Raumlängsfugen von etwa 10 mm Breite vorzusehen.

Die Zementschotterdecke kann nur dann befriedigende Ergebnisse liefern, wenn sie am richtigen Platz vorgesehen, sorgfältig gebaut und sachgemäß unterhalten wird. Insbesondere ist das Vorhandensein eines einwandfrei tragfähigen und gleichmäßig verdichteten Unterbaues und Untergrundes Vorbedingung.

C. SONSTIGE STRASSENBAUWEISEN MIT ZEMENT

Neben der Betonstraße und der Zementschotterstraße haben sich eine Reihe von Bauweisen unter der Verwendung von Zement und Beton entwickelt, die sämtlich mehr oder weniger die Vorteile der Betondecke, nämlich große Starrheit, dadurch große Druckverteilung und bleibende Ebenheit, besitzen. In der Ausgabe 1936 dieses Jahrbuches sind diese Bauweisen, und zwar:

Fugenverguß von Pflaster mit Zementmörtel

Pflaster in Beton und Betonmosaik

Die Concrelithbauweise

Betonblockpflaster

Die Klinkerbetonstraße

Pflastersteine aus Beton

Die Betonpacklage

ausführlich behandelt, so daß im einzelnen darauf zurückverwiesen werden kann.

Für den Fugenverguß mit Zementmörtel, der bei den meisten gepflasterten Strecken der Reichsautobahnen zur Anwendung kommt, sind Vorschriften für die Ausführung in der „Anweisung für den Bau von Pflasterdecken“ enthalten, die im Auszug auch in „Betonstraßenbau in Deutschland“ 1939 abgedruckt sind.

Eine „Bauanleitung für die Herstellung einer Concrelithdecke (Pflaster in Beton)“ findet sich in der Ausgabe 1938. Diese Bauweise, bei der großformatige Steine (wenig zugerichtete Rohsteine oder abgängige Pflastersteine) in Beton versetzt und mit Zementmörtel unter Splittzusatz vergossen werden, ist dort besonders wirtschaftlich, wo Steinmaterial zur Verfügung steht. Besonders in Nordwestdeutschland gewinnt diese Bauweise zunehmend an Umfang.

D. BETONUNTERBAU

Die Eigenschaft der bleibenden Ebenheit, der die Betonfahrbahndecke ihren großen Aufschwung in erster Linie verdankt, hat dazu geführt, den Betonunterbau in steigendem Maße für bituminöse Decken und Pflasterdecken einzuführen. Der Betonunterbau bewirkt eine ähnlich gute Lastverteilung wie die Betondecke und verhindert dadurch bei anderen Deckenarten die Bildung von Unebenheiten und Wellen, die sich aus Untergrundbewegungen bei Vorhandensein eines nicht starren Unterbaues ergeben.

Außerdem erleichtert die ebene Oberfläche des Betonunterbaues die Herstellung einer eben bleibenden Verschleißschicht, selbst wenn diese sich unter dem Verkehr noch verdichtet. Bei bituminösen Decken ist das Aufbringen des Belages, bei Pflasterdecken des Sandbettes in gleichmäßiger Dicke Vorbedingung für das Ebenbleiben.

Für die Ausführung von Betonunterbau auf Landstraßen hat der Generalinspektor für das deutsche Straßenwesen „Technische Vorschriften für die Ausführung des Deckenunterbaues auf Landstraßen (TVU)“ (Vorläufige Fassung)¹⁾ und „Richtlinien für die Ausführung des Deckenunterbaues auf Landstraßen (RUL)“ (Vorläufige Fassung)¹⁾ herausgegeben. Die „RUL“ enthält ausführliche Richtlinien mit Erläuterungen und Begründungen, während die „TVU“ die zwingenden Vorschriften zusammenfaßt. In der „RUL“ heißt es: „Der Betonunterbau gewährleistet die beste Lastverteilung und eignet sich daher besonders für schlechteren, ungleichmäßigen Untergrund. Mit Rücksicht auf die außerordentliche Bedeutung einer festen Deckenunterlage sollte er überhaupt möglichst da herangezogen werden, wo seine Verwendung wirtschaftlich tragbar ist.“

Für die Ausführung von Betonunterbau auf Reichsautobahnen sind in der „Anweisung für den Bau von bituminösen Fahrbahndecken“ und der „Anweisung für den Bau von Pflasterdecken“ eingehende Vorschriften über die Herstellung des Betonunterbaues gegeben¹⁾.

¹⁾ Ausführliche Auszüge der maßgebenden Bestimmungen aus diesen Vorschriften sind in „Betonstraßenbau in Deutschland“ 1939 enthalten.

E. BODENVERFESTIGUNG MIT ZEMENT

Unbefestigte Wege besitzen vielfach in nicht zu trockenem und nicht zu feuchtem Zustande eine gute Tragfähigkeit und Oberflächenbeschaffenheit. In ausgetrocknetem Zustande jedoch zeigen sie meist Risse und Staubeentwicklung, während bei lang andauernder nasser Witterung gewöhnlich ein Aufweichen eintritt. Eine nähere Untersuchung ergibt, daß die auf solchen Wegen anstehenden Böden meist aus einer Mischung von Sand und Ton bestehen. In Amerika, dessen ausgedehntes Straßennetz nur zu einem geringen Bruchteil feste Decken besitzt, während der Rest aus Erdstraßen besteht, die wegen seiner Ausdehnung und seiner geringen Verkehrsbelastung das Aufbringen einer hochwertigen Straßendecke nicht wirtschaftlich ist, ist man dieser Erscheinung nachgegangen. Durch eingehende Untersuchungen hat man festgestellt, welche Bodenmischungen sich besonders günstig verhalten und welcher Tongehalt und welcher Kornaufbau der gröberen Zuschläge besonders günstig ist, um auch bei trockenerer und nasserer Witterung eine standfeste Straßendecke zu ergeben. Man hat hieraus Verfahren entwickelt, durch Mischen des anstehenden Bodens mit tonigen oder sandigen Böden standfeste Fahrbahnen zu erzielen oder wie es heißt, den anstehenden Boden zu „stabilisieren“. Da Sand-Ton-Mischungen bei einem gewissen Feuchtigkeitsgehalt die besten Eigenschaften aufweisen, setzt man vielfach hygroskopische Salze wie Kochsalz oder Chlorkalzium zu. Es zeigte sich jedoch, daß eine solche mechanische Stabilisierung nur möglich ist, wenn geeignete Böden in nicht zu weiter Entfernung vorhanden sind. Weite Gegenden, wo nur feinteilreiche Böden anstehen, schalten für dies Verfahren aus. Um auch solche Böden standfest zu machen, mischte man sie mit Bitumen oder Teer und erzielte damit gute Ergebnisse, wenn der Gehalt an tonigen Bestandteilen gering war. Bei höherem Tongehalt versagte jedoch auch dies Verfahren.

Versuche, die Böden mit Zement zu verfestigen, ergaben, daß sich hiermit auch Böden mit höherem Tongehalt verfestigen lassen, und daß ein gewisser Tongehalt entgegen den Regeln der Betontechnik sogar günstig ist. Allerdings sind die erzielten Festigkeiten nicht mit den üblichen Betonfestigkeiten zu vergleichen. Das Verfahren der Bodenverfestigung mit Zement ist dann weiter ausgebaut worden und man hat gewisse verhältnismäßig weitgefaßte Grenzen der Bodenzusammensetzung festgestellt, bei denen die Anwendung von Zement zur Verfestigung wirtschaftlich möglich ist. Manchmal genügt schon ein Zementzusatz von 5 %, um befriedigende

Ergebnisse zu erzielen, meist ist jedoch ein höherer Zusatz erforderlich. Es gibt jedoch auch Böden, bei denen eine Verfestigung mit Zement nicht möglich ist.

Die Herstellung der Verfestigung geschieht in Amerika im allgemeinen durch Einmischen des Zementes in den anstehenden vorher gründlich zerkleinerten Boden unter Einsatz von Scheibeneggen, Federzahneggen, Planierraupen und ähnlichen Geräten unter Zugabe von Wasser. Das Gemisch wird mit Schafffußwalzen und anschließend glatten Walzen verdichtet. Auch Maschinen, die den zerkleinerten Boden aufnehmen, mit Zement und Wasser mischen und wieder ausbreiten, sind entwickelt.

Die mit Zement verfestigten Straßen erhalten in Amerika meist einen Schutz durch eine Oberflächenbehandlung mit Bitumen. Vielfach wird das Verfahren auch zur Herstellung des Unterbaues für bituminöse Decken verwandt. Auch quellende oder frostgefährliche Böden unter Betondecken hat man mit Erfolg mit Zement verfestigt.

In Deutschland mit seinem hochwertigen Straßennetz fanden die verschiedenen Verfahren der Bodenverfestigung zunächst wenig Beachtung, da man für sie kein Anwendungsgebiet sah. In den letzten Jahren hat man jedoch systematische Versuche damit angestellt, um die Eignung für bestimmte Verwendungszwecke zu erproben, und die Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen hat eine besondere Untergruppe zum Studium dieser Fragen eingesetzt. Die Eignung von Zement zur Verfestigung von Böden hat sich auch hier bestätigt, wenn sich auch zeigte, daß die amerikanischen Baugrundsätze und Erfahrungen nicht ohne weiteres auf deutsche Verhältnisse zu übertragen sind. Viele Fragen sind noch zu untersuchen, denn die Art der sich bei der Verfestigung abspielenden chemischen und physikalischen Vorgänge ist wenig geklärt. Immerhin hat sich bei den in verschiedensten Gegenden ausgeführten Versuchsstrecken ergeben, daß bei der Mehrzahl der in Deutschland vorkommenden Bodenarten eine Verfestigung mit Zement möglich ist.

Die Verfestigung mit Zement dürfte für den ersten Ausbau und später als Unterbau für geringbelastete Straßen in den deutschen Ostgebieten und in Kolonien eine große Zukunft haben. Auch für Radwege stellt sie ein einfaches und billiges Bauverfahren dar. Auch Versuche, durch Verfestigung des Untergrundes mit Zement unter den Fugen von Betonstraßen die Dübel dort entbehrlich zu machen, wo mit Frosthebungen und Untergrundsetzungen nicht zu rechnen ist, sind angestellt (s. S. 16). Die deutsche Baumaschinenindustrie und einzelne Baufirmen haben bereits eine Reihe von brauchbaren Geräten für die Bodenverfestigung mit Zement geschaffen und sind dabei mit Erfolg andere Wege gegangen als die Amerikaner.

Anhang

MERKBLATT FÜR BETONSTRASSEN

Ausgabe 1940

**Herausgegeben von der Arbeitsgruppe Betonstraßen
der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen**

Erster Teil

Merkblatt für die Bauausführung

Vorbemerkung

Betonstraßen sind Straßen, deren Fahrbahndecke aus Zementbeton besteht. Der Beton bildet zugleich die Fahr- und Tragschicht.

Zur Ausführung einwandfreier Betonstraßen gehören Kenntnisse der neuzeitlichen Grundsätze des Betonbaues im allgemeinen und der neuesten Erfahrungen des Betonstraßenbaues im besonderen, ferner der Einsatz gut geschulter und erfahrener Leute. Betonstraßen sollten deshalb nur solche Unternehmer ausführen, die diese Voraussetzungen erfüllen.

Gleichmäßigkeit des Betons und Ebenheit der Fahrfläche sind neben den auf die Beanspruchung abgestimmten Festigkeiten und Querschnittsabmessungen die wesentlichen Voraussetzungen für die Haltbarkeit der Betonfahrbahndecken. Unter diesen Gesichtspunkten sind die Baustoffe auszuwählen und zusammenzusetzen und der Beton zu verarbeiten und nachzubehandeln.

Das vorliegende Merkblatt soll, aufbauend auf den Erfahrungen beim Bau der Betonfahrbahndecken der Reichsautobahnen, Richtlinien geben für die zweckmäßige Ausführung von Betondecken im übrigen Straßenbau mit seinen zum Teil anderen Bedingungen und Voraussetzungen.

Außerdem gelten sinngemäß die folgenden allgemeinen Bestimmungen:

- a) Deutsche Normen für Portlandzement, Eisenportland- und Hochofenzement 1932¹⁾;
- b) Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton 1932, Teil A, C und D 2;

¹⁾ Zementverlag, Berlin-Charlottenburg.

- c) Vorläufiges Merkblatt für die Beschaffenheit von Hochfenschlacke als Straßenbaustoff. Ausgabe März 1939²⁾;
- d) Vorschriften für die Prüfung von natürlichen Gesteinen im Straßenbau³⁾.

Entsprechend den Verkehrsbeanspruchungen sind folgende Straßengruppen berücksichtigt:

- Gruppe 1: Stark beanspruchte Straßen mit Durchgangsverkehr, besonders Reichsstraßen,
- Gruppe 2: Straßen mit mittlerem Verkehr,
- Gruppe 3: Wohn- und Siedlungsstraßen ohne Durchgangsverkehr, Parkplätze und Einstellhöfe mit Lastwagenverkehr,
- Gruppe 4: Parkplätze und Einstellhöfe ohne Lastwagenverkehr.

A. Bauliche Gestaltung

1. **Ebenheit und Längsgefälle.** Die Oberfläche der Fahrbahndecke ist möglichst eben herzustellen. In der Fahrbahnlängsrichtung sind bei Straßen der Gruppe 1 und 2 Unebenheiten von mehr als 4 mm innerhalb einer Meßstrecke von 4 m Länge unzulässig. Zulässige Abweichungen von der vollkommenen Ebenheit dürfen nur in allmählichem Übergang auftreten. An den Fugen darf der Höhenunterschied der Plattenränder 2 mm nicht überschreiten.

Im Hinblick auf den raschen Abfluß des Niederschlagswassers soll das Längsgefälle von Betonstraßen, die mit Bordsteinen eingefast sind, nicht weniger als 1 : 200 betragen.

2. **Quergefälle.** Das Quergefälle soll zwischen 1 : 100 und 1 : 40 betragen, wobei das geringere Quergefälle für Straßen mit stärkerem Längsgefälle, das größere Quergefälle für Straßen, die starker Verschmutzung ausgesetzt sind, zu wählen ist.

3. **Ein- und zweischichtige Bauweise.** Die Betondecke kann zweischichtig oder einschichtig ausgeführt werden.

Die zweischichtige Bauweise ist dadurch gekennzeichnet, daß die Decke aus einer mindestens 5 cm dicken verschleißfesten Oberschicht (Oberbeton) und einer mindestens 10 cm dicken Unterschicht (Unterbeton) aus anders zusammengesetztem Beton, der also nicht verschleißfest zu sein braucht, besteht; die einschichtige Bauweise dadurch, daß die ganze Decke aus einheitlichem Beton besteht, der in seiner Zusammensetzung dem Oberbeton zweischichtiger Decken entsprechen muß.

²⁾ Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Berlin NW 7, Unter den Linden 40.

³⁾ DIN DVM 2100 bis 2108.

Die zweischichtige Bauweise ermöglicht Ersparnisse an verschleißfestem Hartgestein und an Zement. Je kleiner der Unterschied in den Eigenschaften des Betons beider Schichten ist, desto geringer sind die inneren Spannungen und deren ungünstige Auswirkung auf die Tragfähigkeit und den Bestand der Decke. Deshalb soll für beide Schichten der gleiche Zement (dieselbe Zementmarke) und möglichst die gleiche Betonsteife verwendet werden.

Je nach der Deckendicke und den verwendeten Verdichtungsgeräten wird der Beton im allgemeinen nicht nur bei der zweischichtigen, sondern auch bei der einschichtigen Bauweise in mehreren Lagen eingebracht und verdichtet. Dabei ist streng darauf zu achten, daß die verschiedenen Lagen frisch auf frisch verarbeitet werden.

4. Deckendicke. Die Betondecke erhält über den ganzen Querschnitt dieselbe Dicke.

Die erforderliche Dicke hängt von der Betonfestigkeit, der Tragfähigkeit des Untergrundes beziehungsweise Unterbaues und der Verkehrsbeanspruchung ab. Für die Verkehrsbeanspruchung sind maßgebend: die Verkehrsdichte, der Achsdruck, die Geschwindigkeit, die Art der Bereifung (eisen- oder gummibereifter Verkehr).

Die Mindestdicke soll auf festem, gleichmäßig tragfähigem Untergrund betragen:

Straßengruppe	Mindestdicke
1. Stark beanspruchte Straßen mit Durchgangsverkehr, besonders Reichsstraßen	22 cm
2. Straßen mit mittlerem Verkehr	20 cm
3. Wohn- und Siedlungsstraßen ohne Durchgangsverkehr; Parkplätze und Einstellhöfe mit Lastwagenverkehr	20 cm
4. Parkplätze und Einstellhöfe ohne Lastwagenverkehr	15 cm

Muß die Decke mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des Untergrundes eine größere Dicke erhalten, so soll daß Maß von 25 cm nicht überschritten werden. Im übrigen kann die Tragfähigkeit der Decke durch Steigerung der Betonfestigkeit erhöht werden. Auf vorhandenem unnachgiebigem Unterbau kann die Mindestdicke der Betondecke für die Straßengruppe 1 15 cm, bei den übrigen Gruppen 12 cm betragen unter der Voraussetzung, daß einschichtig gearbeitet wird.

5. Eiseneinlagen sollen im allgemeinen dort angeordnet werden, wo infolge ungleichmäßiger Bodenbeschaffenheit erhöhte Rißgefahr besteht, wie zum Beispiel über Bauwerkshinterfüllungen, auf höheren Dämmen oder auf unzuverlässigem Untergrund.

Eiseneinlagen sollen vor allem das Öffnen von Rissen verhindern. Deshalb ist es zweckmäßig, für die Eiseneinlagen Stahl von hoher Streckgrenze zu verwenden und sie mindestens 5 cm und höchstens 7 cm unter der Deckenoberfläche kreuzweise zu verlegen.

Zur Lastübertragung an den Querfugen dienen Dübel, zur Verhinderung des Auseinanderwanderns der Platten an den Längsfugen Ankereisen, beide außerdem zur Sicherung gleicher Höhenlage benachbarter Plattenränder. Dübel und Ankereisen müssen angeordnet werden, wenn nach der Beschaffenheit des Bodens trotz sorgfältiger Vorbereitung des Untergrundes mit ungleichmäßigen Setzungen benachbarter Platten oder ungleichmäßigen Hebungen durch Frost zu rechnen ist.

6. Fugen. Zur Verhütung schädlicher Auswirkungen von Längenänderungen durch Schwinden, Quellen und wechselnde Temperaturen wird die Betondecke durch Fugen unterteilt.

Zu unterscheiden sind Fugen, die die Ausdehnung der benachbarten Betonflächen ermöglichen (Raumfugen) und solche Fugen, die lediglich eine Unterteilung der Fahrbahnfläche bewirken und damit das Entstehen unregelmäßiger Risse verhüten sollen (Preßfugen, Scheinfugen).

a) Querfugen. Querfugen sind stets anzuordnen, und zwar rechtwinklig zur Straßenachse. Ihr Abstand soll im allgemeinen 6 bis 15 m betragen. Bei Plattendicken von 15 cm und weniger soll der Querfugenabstand 10 m nicht überschreiten.

Innerhalb dieser Grenzen wird der Fugenabstand größer gewählt: in Gegenden mit mildem, ausgeglichenem Klima oder im luftfeuchten Seeklima, auf gleichmäßig tragfähigem Untergrund bei vorwiegend gummibereitem Verkehr. In Krümmungen mit einem Halbmesser unter 1000 m empfiehlt es sich stets, den Fugenabstand zu verringern. Grundsätzlich sind Querfugen beim Wechsel der Tragfähigkeit des Untergrundes anzuordnen, so zum Beispiel am Übergang von gewachsenem zu aufgeschüttetem Boden und in der Flucht von Widerlagerrückflächen.

Ein Wechsel in der Länge der aufeinanderfolgenden Deckenplatten zwecks Vermeidung von Fahrzeugschwingungen ist nicht erforderlich.

b) Längsfugen. Die Breite des ungeteilten Fahrbahnstreifens soll 4,5 m nicht überschreiten. Bei einseitiger Querneigung und gleichmäßiger Deckendicke ist eine größere Breite des ungeteilten Streifens, jedoch nicht über 6 m, zulässig. Unter diesem Gesichtspunkt sind größere Fahrbahnbreiten durch Längsfugen aufzuteilen.

Die freie Beweglichkeit der Fahrbahnplatte darf durch Bordsteine und feste Einbauten (Sinkkästen, Einsteigschächte und so weiter) nicht behindert werden. Deshalb sind Einbauten einschließlich ihres Unterbaues und Bordsteine von der Betondecke durch Raumfugen zu trennen. Bei der Fugenteilung ist auf die Lage der Einbauten Rücksicht zu nehmen, damit keine Zwickel zwischen Fugen und Einbauten entstehen, die leicht abbrechen.

Auf Plätzen und Straßenkreuzungen sind die Fugen so anzuordnen, daß das Aussehen der Betonfläche befriedigt. Zwickel und spitzauslaufende Plattenteile sind mit Rücksicht auf die Bruchgefahr, Felder mit längeren konkaven Begrenzungen mit Rücksicht auf die Behinderung der freien Beweglichkeit, zu vermeiden. Die Fläche des einzelnen Feldes soll 30 m², seine größte Länge 8 m nicht überschreiten.

7. Untergrund und Planum. Der Untergrund muß entsprechend den allgemeinen Regeln des Straßenbaues frostsicher und gut entwässert sein, damit Frosthebungen oder Änderungen in der Tragfähigkeit der Bodenschichten ausgeschlossen bleiben. Ist der Untergrund absaugend, also wasserdurchlässig, so muß er vor dem Aufbringen des Betons gehörig angeätzt werden, damit dem frischen Beton nicht das Wasser entzogen wird. Auf leicht aufweichenden, bindigen Böden muß als Sauberkeitsschicht eine Lage gemischtkörnigen, genügend Feinbestandteile enthaltenden Sandes in genügender Dicke aufgebracht werden, so daß der weiche Boden sich nicht durchdrückt.

Die Betondecke muß sich unter dem Einfluß des Schwindens, Quellens und der Temperatur auf dem Untergrund möglichst frei bewegen können. Zur Vermeidung der Reibung der Betondecke auf dem Untergrund soll die Deckenunterfläche möglichst eben sein. Dazu empfiehlt es sich, vor der Deckenherstellung eine Papierlage auf das fertige Planum aufzubringen.

Wird die Betondecke auf vorhandenem Unterbau verlegt, so muß dieser ebenfalls so vorbereitet werden, daß sich die Decke möglichst ungehindert bewegen kann. Alte Straßendecken sind deshalb durch Ausgleichen mit Magerbeton, Pflasterdecken gegebenenfalls auch durch Umpflastern, unter Umständen in Zementmörtel, entsprechend dem Profil der Betondecke, einzuebnen. Etwa erforderliche Verbreiterungen des vorhandenen Unterbaues sind zur besseren Lastverteilung auf den durch den Verkehr noch nicht verdichteten Untergrund zweckmäßig als Betonunterbau auszuführen. Das Anbinden der Betondecke an den Unterbau wird verhindert durch eine Papierzwischenlage, durch bituminöse Oberflächenanstriche des Unterbaues oder dergleichen.

B. Baustoffe

1. Zement. Verwendet werden darf nur Zement, der den Deutschen Normen für Zement entspricht und auf der Verpackung ein kreisförmiges Warenzeichen mit der Inschrift „Normen-Überwachung“ trägt.

Zu bevorzugen sind langsam bindende Zemente, die neben ausreichender Druckfestigkeit hohe Biegezugfestigkeit und geringe Schwindneigung besitzen und unter diesen wieder solche, die eine gute Verarbeitbarkeit des Betons ergeben. In der Regel ist gewöhnlicher Zement (Handelszement) zu verwenden. Hochwertiger Zement soll nur verwendet werden, wenn mit Rücksicht auf die Abkürzung der Verkehrssperre (vergleiche D 11) oder auf bevorstehenden Frost der Beton schnell erhärten muß.

Der in der Ursprungspackung anzuliefernde Zement muß auf der Baustelle gegen Nässe geschützt werden. Er muß auf einem hochliegenden, gegen aufsteigende Feuchtigkeit geschützten Boden lagern. Der Zement soll nicht früher als 3 Tage und nicht später als 1 Monat nach der Anlieferung verarbeitet werden. Entscheidend für seine Verarbeitbarkeit bleibt, daß durch die Lagerung keine festen Knollen entstanden sind. Die ältesten Lieferungen sind stets zuerst einzubauen.

Ebenso wie Ober- und Unterbeton mit Zement derselben Marke hergestellt werden sollen, soll auch innerhalb eines Feldes die Zementmarke nicht gewechselt werden.

2. Zuschlagstoffe. Als Zuschlagstoffe kommen nur gesunde, natürliche oder künstliche Gesteine (zum Beispiel Hochofenstüchschlacke⁴⁾) in natürlicher Körnung oder zerkleinert in Frage. Sie werden je nach der Körnung wie folgt bezeichnet:

Rückstand auf dem Sieb	Durch- gang durch das Sieb	Natürliches Vorkommen	Zerkleinerte Stoffe
mit mm Lochdurchmesser			
—	1	Betonfeinsand	Betonfeinsand
1	3	} Betongrobsand	} Beton- sand
3	7		
7	30	Betonfeinkies	Betonspilt
30	70	Betongrobkies	Betonsteinschlag

Betonkiessand ist das Gemenge von Betonsand und Betonkies.

⁴⁾ Hochofenschlacke muß dem „Vorläufigen Merkblatt für die Beschaffenheit von Hochofenschlacke als Straßenbaustoff“ vom März 1939 der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Berlin NW 7, Unter den Linden 40, entsprechen.

Brechsand ist für Straßenbeton weniger geeignet und sollte deshalb nur ausnahmsweise bei Mangel an Natursand und nur in Korngrößen über 3 mm verwendet werden.

Im Oberbeton (Verschleißschicht) darf neben dem Sand nur Gestein verwendet werden, das große Druckfestigkeit (mindestens 1500 kg/cm²) und hohen Abnutz widerstand (Abnutzung nach DIN DVM 2108 höchstens 0,2 cm) aufweist und wetterbeständig ist. Der Splitt muß möglichst gedrungene Kornform besitzen, da flache und langsplittige Körner den Beton sperrig machen. Die Bruchflächen sollen rauh sein. Besonders geeignete Gesteine sind: Granit, Basalt, Diabas, Quarzporphyr, Felsquarzit, Grauwacke und Gesteine ähnlicher Eigenschaften.

Für den Unterbeton darf neben dem Sand auch Kies und Splitt oder Steinschlag aus Sedimentgestein verwendet werden, falls die Druckfestigkeit des Gesteins mindestens 800 kg/cm² beträgt.

Falls es technisch und wirtschaftlich vertretbar ist, sollen für den Unterbeton dieselben Zuschlagstoffe verwendet werden wie für den Oberbeton (einschichtige Bauweise).

Die Zuschlagstoffe dürfen keine Bestandteile enthalten, die das Erhärten des Zementes oder die Festigkeit oder Wetterbeständigkeit des Betons beeinträchtigen oder die Eiseninlagen angreifen können. Als schädliche Stoffe kommen in Betracht:

- a) Lehm, Ton und ähnliche pulverförmige Beimischungen, wie sie im natürlichen Vorkommen und im Steinmehl vorhanden sein können. Sie wirken besonders schädlich, wenn sie die Körner umhüllen und daran festhaften. Sind sie in geringen Mengen im Sande fein verteilt, so schaden sie in der Regel nicht. Sie sollten jedoch nicht mehr als 2 % des Gesamtzuschlaggewichtes ausmachen. Derart verunreinigte Zuschläge können meist durch Waschen verbessert werden.
- b) Organische Stoffe, wie Pflanzenreste, Torf, Humus, Sinkstoffe aus Abwässern aller Art.
- c) Kohlen-, besonders Braunkohlenteile, vor allem im Oberbeton.
- d) Glasige, schaumige und großblasige Stücke in der Hochofenstückschlacke (vergleiche Fußnote ¹).

Die Auswahl aller Zuschlagstoffe ist nach eingehender Besichtigung der Gewinnungsstelle und Vornahme der etwa erforderlichen Stoffprüfungen zu treffen. Die Zuschlagstoffe sind auf der Baustelle bei der Anlieferung zu prüfen und abzunehmen.

Die Zuschlagstoffe sind, getrennt nach Körnungen, auf einer sauberen Unterlage oder in Bunkern zu lagern und gegen Verschmutzung und Vermischung zu schützen.

3. Wasser. Als Anmachwasser eignen sich alle in der Natur vorkommenden Wässer, soweit sie nicht stark verunreinigt sind. Als stark verunreinigt gelten Wässer auch bei klarem Aussehen, wenn sie reich an betonschädlichen chemischen Bestandteilen sind (zum Beispiel Fabrikabwässer).

4. Eisen. Für die Eiseneinlagen in den Fahrbahnplatten ist Stahl von hoher Streckgrenze ($\geq 3600 \text{ kg/cm}^2$) und mindestens 10 % Bruchdehnung zu verwenden. Es empfiehlt sich, die Eisen kreuzweise zu verlegen und die Maschenweite möglichst klein zu wählen. Die Eisenmenge soll mindestens 2 kg/m^2 betragen. Für die Dübel und Anker in Quer- und Längsfugen genügt Stahl von Handelsgüte (St 00.12). Fertig angelieferte Matten dürfen nicht gerollt sein. Die Eisen sind so zu lagern und zu befördern, daß sie nicht verschmutzen oder sich verbiegen.

5. Papierunterlage. Das vor dem Deckeneinbau auf dem Planum verlegte Papier muß so stark und steif sein, daß es bei windigem und feuchtem Wetter keine Falten bildet. Dazu ist im allgemeinen ein Gewicht von 150 bis 180 g/m^2 erforderlich. Das Papier muß unmittelbar nach zweistündiger Wasserlagerung einem Berstdruck von mindestens $0,20 \text{ kg/cm}^2$ auf einer kreisrunden Prüffläche von 100 cm^2 standhalten.

6. Fugenfüllstoffe. Feste Fugeneinlagen, wie sie bei Raumbfugen in den unteren Teil der Fuge eingesetzt werden, müssen die Ausdehnung der Betonplatten zulassen. Sie dürfen bei der Betonverdichtung nicht zerschlagen werden, nicht wasserlöslich sein und das Wasser aus dem frischen Beton nicht absaugen. Sie müssen sich bei 50 kg/cm^2 Druckbeanspruchung mindestens auf die Hälfte ihrer ursprünglichen Dicke zusammendrücken lassen. Sie sollen in den Querbefugen auf die Breite des ungeteilten Fahrbahnstreifens nach Möglichkeit ungestoßen durchgehen. Bewährt haben sich vollkantige, astarme, gerade Bretter aus weichem Holz.

Der obere Teil des Fugenspalts von Raumbfugen sowie alle Schein- und Preßfugen sind auf eine Tiefe von mindestens 4 cm mit Vergußmasse zu füllen, die die Fuge dauernd gegen Eindringen von Wasser oder Schmutz und die Fugenkanten gegen Verkehrsangriffe schützen soll. Für die Vergußmasse ist mit Rücksicht auf die Änderung der Fugenweiten infolge der Ausdehnung und Zusammenziehung der Betonplatten Nachgiebigkeit und gutes Haften am Beton erforderlich. Es sollen nur Fugenvergußmassen verwendet werden, die für den Bau der Reichsautobahnen zugelassen sind. Vor dem Einfüllen der Vergußmasse müssen die trockenen, gut gereinigten Fugenwandungen einen Voranstrich erhalten, für

den nur dünnflüssige, streichfertig gelieferte Aufstrichmittel geeignet sind. Ein solcher Anstrich erübrigt sich, wenn bereits bei der Fugenherstellung die Fugenwandungen einen bleibenden Bitumenüberzug erhalten. Ist der freie Fugenspalt tiefer als 4 cm, so kann sein unterer Teil mit bituminiertem Sand der Körnung 0/3 mm ausgefüllt werden.

C. Aufbau und Zubereitung des Betons

1. **Aufbau des Betons.** Grundlegend für den Aufbau des Betons ist, daß die verlangten Festigkeiten zuverlässig erreicht werden. Die zweckmäßigste Zusammensetzung des Betons muß durch Eignungsprüfungen ermittelt werden. Bevor deren Ergebnisse nicht vorliegen, darf nicht betoniert werden. Bei der Eignungsprüfung ist besonders die Verarbeitbarkeit des frischen Betons unter Berücksichtigung der am Bau vorhandenen Verdichtungsgeräte zu werten. Der Beton soll weder zu naß noch zu trocken sein. Von dem einmal festgesetzten Betonaufbau soll nur mit Zustimmung der Bauleitung abgewichen werden.

a) **Festigkeiten.** Der Beton muß im Alter von 28 Tagen, an Probewürfeln bzw. Probebalken ermittelt, folgende **Mindestfestigkeiten** aufweisen:

Straßengruppe		Druckfestigkeit kg/cm ²	Biegezugfestigkeit kg/cm ²
Gruppe 1: Stark beanspruchte Straßen mit Durchgangsverkehr, besonders Reichsstraßen	im Ober- und Unterbeton	370	45
Gruppe 2: Straßen mit mittlerem Verkehr	im Oberbeton od. bei einschichtiger Bauweise im Unterbeton . .	300 250	35 30
Gruppe 3: Wohn- und Siedlungsstraßen ohne Durchgangsverkehr; Parkplätze und Einstellhöfe mit Lastwagenverkehr	im Oberbeton od. bei einschichtiger Bauweise im Unterbeton . .	250 200	30 25
Gruppe 4: Parkplätze und Einstellhöfe ohne Lastwagenverkehr			

Im Alter von sieben Tagen müssen bei Handelszement mindestens 70 %, bei hochwertigem Zement mindestens 80 % dieser Werte erreicht werden.

b) **Zementgehalt.** Der Zementgehalt in 1 m³ fertigem Beton muß mindestens betragen:

Straßengruppe	Im Oberbeton und bei einschichtiger Bauweise kg/m ³	Im Unterbeton kg/m ³
Gruppe 1: Stark beanspruchte Straßen mit Durchgangsverkehr, besonders Reichsstraßen	350	300
Gruppe 2: Straßen mit mittlerem Verkehr	350	270
Gruppe 3: Wohn- und Siedlungsstraßen ohne Durchgangsverkehr, Parkplätze und Einstellhöfe mit Lastwagenverkehr	350	250
Gruppe 4: Parkplätze und Einstellhöfe ohne Lastwagenverkehr		

Maßgebend für den Zementgehalt ist in allen Fällen, daß die geforderten Festigkeiten erreicht werden, jedoch dürfen die oben angegebenen Mindestmengen nicht unterschritten werden. Erfahrungsgemäß ist es erforderlich, den Zementgehalt gegenüber den Mindestmengen zu erhöhen, wenn die Sieblinien der Zuschlagstoffe oberhalb des schraffierten Bereichs der Abbildungen 1 und 2 liegen oder wenn bei kühlem Wetter betoniert wird und zu erwarten ist, daß die Lufttemperatur in den ersten drei Tagen unter 8° bleibt. Der Zementgehalt sollte jedoch 400 kg/m³ nicht überschreiten.

c) Wassergehalt. Der Wasserzusatz für den Oberbeton muß so bemessen werden, daß mit der gewählten Verdichtungsweise der Beton ein dichtes Gefüge erhält, die Decke gut geschlossen wird und eine profilgerechte Oberfläche entsteht. An der Oberfläche darf sich keine stärkere Mörtel- oder gar Wasserschicht bilden. Zu hoher oder zu geringer Wassergehalt beeinflusst die Festigkeit ungünstig.

Für die Bemessung des Wasserzusatzes für den Unterbeton ist maßgebend, daß der Beton mit der gewählten Verarbeitungsweise in voller Schichthöhe gut verdichtet wird. Er muß nach Beendigung der Verdichtungsarbeit geschlossen erscheinen und schwach beweglich sein. Keinesfalls darf der Unterbeton zu trocken verarbeitet werden.

d) Kornzusammensetzung der Zuschlagstoffe. Die Körnung (Kornzusammensetzung) der Zuschlagstoffe beeinflusst in hohem Grade die Güte des Betons. Sie ist für die angelieferten Stoffe durch Siebversuche festzustellen und für das gesamte Zuschlagstoffgemenge sowie den Sandanteil (Körnung 0 bis 7 mm) gesondert als Sieblinie aufzutragen. Zur Bewertung dienen die Grenzsieblinien der Abbildungen 1 und 2, zwischen denen die Sieblinien in allen Fällen liegen müssen.

Die Sieblinie des gesamten Zuschlagstoffgemenges soll bei einschichtiger Bauweise, ferner bei zweischichtiger Bauweise stets für den Oberbeton und bei Straßen der Gruppe 1 auch für den Unterbeton in dem

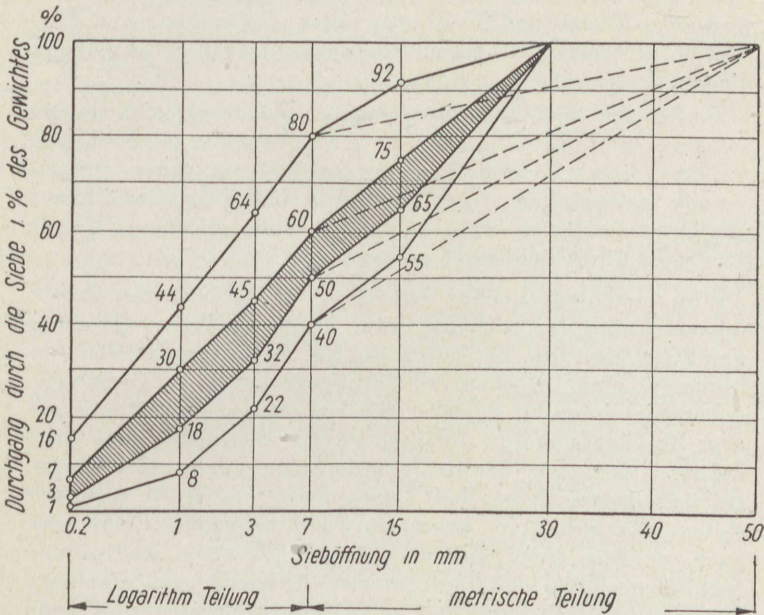


Abb. 1. Sieblinien für das gesamte Zuschlagstoffgemenge

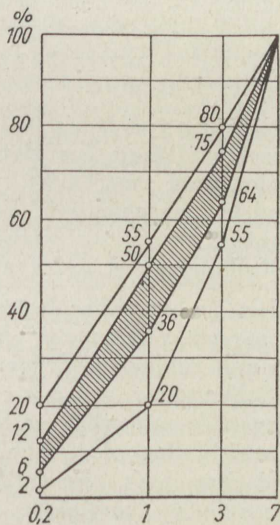


Abb. 2. Sieblinie für die Körnung bis 7 mm (Sandanteil)

schraffierten Bereich der Abbildung 1 liegen. Sie kann unter diesem Bereich liegen, wenn festgestellt wird, daß der Beton mit den verwendeten Maschinen und Geräten und der angewendeten Arbeitsleistung zuverlässig und gut verdichtet wird. Für den Unterbeton von Straßen der Gruppen 2 bis 4, und zwar Wohn- und Siedlungsstraßen, Parkplätzen und Einstellhöfen, darf die Sieblinie über dem schraffierten Bereich liegen.

Außer der Sieblinie des gesamten Zuschlagstoffgemenges ist stets auch die Sieblinie des Anteils der Körnung unter 7 mm (des Sandanteils) am gesamten Gemenge festzustellen. Zur Bewertung dieser Sieblinie dienen die Grenzsieblinien der Abbildung 2, wobei dieselben Regeln wie oben für Abbildung 1 gelten.

Von ausschlaggebender Bedeutung für die Güte des Betons ist der Anteil der Körnung unter 7 mm am Gesamtgemenge der Zuschlagstoffe, der durch die auf der 7-mm-Linie in Abbildung 1 eingetragenen Zahlen abgegrenzt wird. Gemenge, deren Sieblinien im schraffierten Bereich liegen, ergeben mit dem für Straßenbeton üblichen Arbeitsaufwand gute Festigkeiten. Gemenge, deren Sieblinien unter dem schraffierten Bereich liegen, liefern bei Verwendung von Splitt sperrigen Beton, der erhöhten Arbeitsaufwand erfordert, dann aber auch größere Festigkeiten erlangt. Derartig tiefliegende Sieblinien eignen sich vorzugsweise für Kiesbeton. Gemenge mit Sieblinien oberhalb des schraffierten Bereiches ergeben kleinere Festigkeiten. In der Körnung 0 bis 7 mm kommt es besonders auf das Verhältnis von Feinsand zu Grobsand an, das durch die Zahlen auf der 1-mm-Linie der Abbildung 2 gekennzeichnet wird. Bezüglich des Sandes gelten hinsichtlich der Sieblinien dieselben Erwägungen wie oben für das Gesamtgemenge der Zuschlagstoffe.

Der Anteil der Körnung von 0 bis 0,2 mm ist ausschlaggebend für die Geschmeidigkeit des Betons und die Erzielung einer geschlossenen Oberfläche. Hierauf ist daher beim Oberbeton und bei einschichtiger Bauweise besonders zu achten. Geeignete Zusätze zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit sind Kalksteinmehl und Traß.

Das Größtmaß der groben Zuschlagstoffe soll für den Oberbeton im allgemeinen nicht mehr als 30 mm betragen, für den Unterbeton und bei einschichtiger Bauweise richtet es sich nach der Schichtdicke mit der oberen Grenze von 50 mm. Für Zuschlagstoffe mit größerer Körnung als 30 mm verlaufen die Grenzsieblinien der Abbildung 1 zwischen dem 7-mm-Sieb und dem Sieb, durch das das Größtkorn begrenzt wird, geradlinig (vergleiche die gestrichelten Linien in Abbildung 1 für ein Größtkorn von 50 mm).

Um die Gleichmäßigkeit der Kornzusammensetzung des Zuschlagstoffgemenges zu gewährleisten, sind für Straßen der Gruppe 1 die Zuschlagstoffe mindestens nach den Körnungen 0 bis 3 mm, 3 bis 7 mm, 7 bis 15 mm und über 15 mm getrennt abzumessen. Für die übrigen Straßen genügt eine Unterteilung bei 7 und 15 mm. Die Körnung 7 bis 15 mm kann ganz oder teilweise durch die Körnung über 15 mm ersetzt werden, sofern Geräte verwendet werden, mit denen Beton derartiger Kornzusammensetzung ausreichend verdichtet werden kann.

2. Zubereitung des Betons

a) Zumessen des Zementes, der Zuschlagstoffe und des Wassers. Das Mischungsverhältnis des Zementes, der Zuschlagstoffe und des Wassers muß stets nach Gewicht festgelegt werden, weil nur so die Zusammensetzung des Betons eindeutig bestimmt ist. Der Zement ist stets nach Gewicht zuzugeben. Zur Vereinfachung empfiehlt es sich daher, die Zementmenge für die einzelnen Mischerfüllungen auf volle Sack (zu je 50 kg) abzustimmen. Ist das mit Rücksicht auf das Fassungsvermögen der Mischmaschine nicht möglich, so müssen Teilbeträge von 50 kg abgewogen werden.

Die größte Gleichmäßigkeit des Betongemenges wird erreicht, wenn auch die Zuschlagstoffe, besonders aber der Sand, nach Gewicht zugemessen werden. Bei Straßen der Gruppen 1 und 2 muß deshalb der Sand zugewogen werden. Dagegen genügt es, die festgelegten Gewichtsmengen gröberer Zuschlagstoffe (über 7 mm) aus geeichten Meßgefäßen nach Raummaß zuzugeben. Eine Zugabe des Sandes nach Raummaß ist nur für Straßen der Gruppen 3 und 4 zulässig. Die Eichmarke der Meßgefäße wird durch Einwiegen der Zuschlagstoffe bei mittlerem Feuchtigkeitsgehalt bestimmt. Für jede getrennt angelieferte Körnung sind besondere Meßgefäße zu verwenden.

An der Zumeßanlage sind auf einer Tafel die Mengenteile der einzelnen Zuschlagstoffe (Trockengewicht) und des Zementes sowohl für jede Mischung wie auch für den Kubikmeter fertigen Betons anzugeben.

Streuverluste sind möglichst zu vermeiden. Die Förder- und Meßgefäße sind in sauberem Zustand zu erhalten, damit keine abgebundenen Zementteile darin zurückbleiben.

Die Zugabe des Wassers an der Mischmaschine ist unter Berücksichtigung der Eigenfeuchtigkeit der Zuschlagstoffe und der Witterung so zu bemessen, daß der Beton die geforderte Steife erhält. Sie kann deshalb nur innerhalb gewisser Grenzen festgelegt werden. Diese Grenzen sollen nur mit Zustimmung der Bauleitung überschritten werden.

Als Anhalt für die Bemessung der Wasserzugabe dient die bei den Eignungsprüfungen als zweckmäßig festgelegte Gesamtwassermenge, vermindert um die Eigenfeuchtigkeit der Zuschlagstoffe.

b) **Mischen des Betons.** Der Beton muß in Maschinen gemischt werden. Je nach der Bauart des Mixers genügt im allgemeinen eine Mischdauer von $1\frac{1}{2}$ Minuten. Eine kürzere Mischdauer als $1\frac{1}{2}$ Minuten ist unzulässig. Als Mischdauer gilt nur die Zeit, während der das gesamte Gemenge einschließlich Wasser durchgemischt wird. Die Mischmaschinen dürfen nicht überfüllt und nicht wesentlich unterfüllt werden. Die Mischer müssen von geübten Leuten bedient werden, die den Wasserzusatz in den festgesetzten Grenzen den Änderungen des Feuchtigkeitsgehaltes und der Witterung so anpassen, daß die Steife des Betons gleichmäßig bleibt.

Vor längeren Betriebspausen sind die Mischtrommeln und die Wasserzulaufrohre sorgfältig zu reinigen, damit kein abgebundener Beton in die Mischungen gelangt oder der Wasserzulauf behindert wird. Die Mischmaschinen müssen zwecks Einhaltung der höchstzulässigen Betonverarbeitungszeiten so groß sein, daß sie in einer Stunde mindestens den Beton für 8 lfd. m Fahrbahndecke liefern können.

Die Mischmaschinen müssen so beschaffen sein, daß der Beton innerhalb der Mischdauer gründlich und gleichmäßig durchgemischt wird. Zur genauen Innehaltung der festgesetzten Mischzeit sollen sie eine Zeitmeßeinrichtung besitzen. Sie sollen außerdem mit einer Wassermessvorrichtung ausgestattet sein, durch die die Wassermenge mit einer Genauigkeit von $\pm 2\%$ zugemessen wird. Die Zeit- und Wassermesser müssen auch bei schrägstehender Mischmaschine einwandfrei arbeiten. Die von den Mischmaschinenlieferwerken angegebene Umdrehungszahl muß stets innegehalten werden. Überprüfungen sind in regelmäßigen Abständen vorzunehmen.

D. Herstellung der Decke

1. **Allgemeines.** Die Betondecke kann in der vollen Breite oder in Streifen, die sich durch die Längsfugen ergeben, eingebaut werden. Die Einrichtungen für die Aufbereitung, Herstellung und den Einbau des Betons und die Förderanlagen aller Art müssen aufeinander abgestimmt und so leistungsfähig sein, daß der Beton einschließlich der Fugenherstellung mit Sicherheit noch vor Beginn des Abbindens fertig verarbeitet ist. Soweit nicht besondere Vorkehrungen gegen die Gefahr des Entmischens des Betons getroffen sind, sollen längere Förderwege für den gemischten

Beton vermieden werden. Am zweckmäßigsten ist deshalb das Mischen des Betons an der Einbaustelle.

Für den Fall von Betriebsstörungen beim Einbau des Betons sind Geräte vorzuhalten, die sofort aushilfsweise eingesetzt werden können.

Die Baustoffe werden zweckmäßig nur an einer Stelle gelagert, weil dadurch die Überwachung und das ordnungsmäßige Zumessen erleichtert werden und sich meist auch für die Anfuhr Vorteile ergeben. Die Vorräte sind so zu bemessen, daß auch bei Störungen in der Anlieferung keine Stockungen im Baubetrieb entstehen.

Längs der Baustrecke ist eine Wasserleitung mit zahlreichen Anschlußstellen zu verlegen, die in der Lage ist, auch bei heißem Wetter und schnellem Arbeitsfortschritt ausreichende Wassermengen für das Anfeuchten des Planums, zum Mischen des Betons und zum Feuchthalten der fertigen Decke zu liefern.

2. Schalung. Der Beton wird zwischen Seitenschalungen eingebaut, die nicht seitlich ausweichen dürfen. Da die Schalung gleichzeitig als Lehre für die Höhenlage der Fahrbahndecke dient, muß sie genau nach dem Höhenplan verlegt und gegen Verdrücken in senkrechter Richtung vollkommen gesichert werden. Abgesehen von genügender Eigensteifigkeit der Schalung sind hierzu unter Umständen Betonlängsschwellen als Unterlage erforderlich. Als Schalung eignen sich Holz, Eisen und Beton. Damit der einzubauende Deckenbeton nicht an der Schalung anbindet, sind Holz- und Eisenschalungen gut einzuölen, Betonschalungen mit doppeltem bituminösem Anstrich zu versehen oder durch eine Pappzwischenlage abzutrennen. Die Schalungen müssen in ihrer ganzen Länge satt aufliegen und erforderlichenfalls unterstopft werden. Schalungen aus Holz sind wegen der Möglichkeit des Verziehens am wenigsten geeignet.

Laufen die Maschinen für das Verdichten und Fertigen der Betondecke auf Schienen, so hängt von deren Steifigkeit und unverrückbarer Lage die planmäßige Höhenlage und Ebenheit der Fahrbahnfläche ab. Für die Befestigung und Unterstützung der Schienen gelten deshalb dieselben Grundsätze wie für die Schalung. Die Schienen sollen mit der Schalung fest verbunden sein. Werden bei Herstellung der Decken in Streifen Laufschiene auf bereits erhärteten Deckenstreifen verlegt, so sollen diese bei warmer Witterung mindestens 7 Tage, bei vorherrschend kühler Witterung mindestens 12 Tage alt sein.

Die Laufflächen der Schalungen oder Schienen müssen besonders im Arbeitsbereich der Verdichtungsmaschinen sorgfältig saubergehalten werden.

Die Schalungen dürfen in der warmen Jahreszeit frühestens 18 Stunden, bei vorherrschend kühler Witterung frühestens 36 Stunden nach Beendigung des Betonierens entfernt werden. Maßgebend für die Schalungsfristen ist, daß die Betonkanten beim Ausschalen nicht beschädigt werden.

3. **Planum.** Unmittelbar vor dem Einbau der Decke ist das Planum profilgemäß mit einer Genauigkeit von ± 1 cm einzuebnen und gleichmäßig zu verdichten. Hierzu dienen Planumsfertiger, durch Preßluft oder elektrisch angetriebene Verdichtungsgeräte, Explosionsrammen oder dergleichen. Die Auswahl ist im Einvernehmen mit dem Bauherrn zu treffen. Zwecks bester Verdichtung ist das Planum je nach seiner Beschaffenheit mehr oder weniger stark anzunässen, wobei jedoch jede übermäßige Durchfeuchtung, namentlich auf bindigen Böden, unbedingt zu vermeiden ist. Auf gefrorenem Untergrund darf kein Beton aufgebracht werden.

4. **Einbringen des Betons und der Eisenlagen.** Der Beton ist alsbald nach dem Mischen und ohne Unterbrechung zu verarbeiten. Beim Einbau der Decke sind unabhängig von der Art der verwendeten Geräte stets folgende Arbeitsgänge innezuhalten:

Der Beton ist in einzelnen Lagen einzubringen, mit einer Lehre unter Berücksichtigung des Einstampfmaßes profilgemäß abzugleichen. Jede Lage ist für sich zu verdichten, soweit nicht erwiesen ist, daß die Leistung der eingesetzten Verdichtungsgeräte ausreicht, mehrere Lagen gleichzeitig zu verdichten. Die einzelnen Lagen sind frisch auf frisch einzubringen. Die untere Lage ist unmittelbar vor dem Aufbringen der oberen aufzurauen. Vor dem Einbau des Oberbetons ist die Höhenlage des Unterbetons nachzuprüfen, damit der Oberbeton die vorgeschriebene Dicke erhält. Der Beton der oberen Lage muß, vom Beginn des Einbringens der unteren Lage an gerechnet, bei warmem und trockenem Wetter innerhalb von zwei, bei kühlem und feuchtem Wetter innerhalb von drei Stunden (einschließlich der Nacharbeiten an den Fugen) vollständig verarbeitet sein, damit Störungen des Abbindevorganges vermieden werden. Bei einlagiger Bauweise ist sinngemäß zu verfahren. Innerhalb eines Feldes darf die Arbeit nicht unterbrochen werden. Arbeitspausen müssen deshalb mit der Fertigstellung eines Feldes zusammenfallen, nötigenfalls ist die Feldlänge einzuschränken. Über Papierunterlagen ist der Beton in Richtung der Überlappung zu verteilen, damit er nicht unter das Papier dringt. Jede Verschmutzung des Betons durch Betreten, durch abgebundene Betonreste, Ölflecke und so weiter ist peinlich zu vermeiden.

Gleichmäßige Verdichtung des Betons bei ebener Oberfläche wird nur erzielt, wenn der Beton vorher ohne jede

Entmischung in gleichmäßiger Schütthöhe und gleichmäßig locker verteilt ist.

Soweit Eiseneinlagen über die Fläche verteilt eingebaut werden, sind sie als fertige Matten bei zweischichtiger Bauweise auf den Unterbeton, bei einschichtiger Bauweise 5 bis 7 cm unter der Oberfläche zu verlegen. Die Matten müssen eben und satt aufliegen, damit sie beim Verdichten der oberen Betonlage nicht federn. Sie müssen sich an den Stoßstellen um rund 20 cm, mindestens jedoch um eine Maschenweite überdecken.

Werden zusätzliche untere Eiseneinlagen zum Beispiel über frisch verfüllten Rohrgräben angeordnet, so sind sie mindestens 3 cm über der Deckenunterfläche zu verlegen. Der Unterbeton muß dann mindestens 270 kg/m^3 Zement enthalten und zwecks sicherer Umhüllung der Eiseneinlagen weicher verarbeitet werden.

5. Verdichten des Betons und Fertigstellen der Decke. Jede Betonlage muß auf der ganzen Fläche gleichmäßig und möglichst gut verdichtet werden. Die größte Zuverlässigkeit wird erzielt mit Maschinen, die gleichmäßig über die ganze Breite des zu betonierenden Fahrbahnstreifens einschließlich der Ränder wirken und deren Arbeitsfortschritt zwangsläufig geregelt ist. Solche Maschinen sollen deshalb im allgemeinen für Straßen der Gruppe 1 und Landstraßen der Gruppe 2 verwendet werden. Nach der Verdichtungsleistung der eingesetzten Maschinen sind die Schütthöhe der Betonlagen und der Arbeitsfortschritt festzusetzen. Werden für Straßen mit untergeordneter Bedeutung zum Verdichten des Betons Kleingeräte (Rüttelplatten, Elektrostampfer, Preßluftstamper, Handstampfer und dergleichen) eingesetzt, so soll die Schütthöhe jeder Betonlage nach der Verdichtungswirkung des verwendeten Geräts entsprechend bemessen werden. Die Schütthöhe soll keinesfalls 15 cm überschreiten. Auf gute Verdichtung der Deckenränder ist besonders zu achten.

Zum Fertigstellen der Decke sind in allen Fällen nur Geräte zu gebrauchen, die über den ganzen Fahrbahnstreifen oder von Schalung zu Schalung wirken (Bohlenfertiger, Rüttelfertiger, Handstampfbohlen). Es ist unzulässig, den Deckenschluß durch Aufbringen von Mörtel oder Wasser herbeizuführen. Kleinere Nacharbeiten können mit Reibebrettern vorgenommen werden. Zweckmäßig wird die Decke zum Schluß mit einem breiten Besen senkrecht zur Straßenachse abgezogen.

Die Ebenheit der Decke ist sofort nach dem Herstellen des Deckenschlusses mit Hilfe eines Richtscheites zu prüfen. Unebenheiten sind sofort auszugleichen und der betreffende Deckenabschnitt ist nochmals zu überarbeiten.

6. Herstellen der Fugen. Beim Herstellen der Fugen ist so zu verfahren, daß der Beton auch an den Fugenkanten die gleiche Beschaffenheit besitzt und dieselbe Festigkeit erlangt wie in der Fahrbahndecke. Die Ebenheit der Decke muß auch an den Fugen voll gewahrt bleiben. Der Einbau der Decke soll deshalb an den Fugen nicht unterbrochen werden.

Querfugen werden vorwiegend als Raumfugen ausgebildet; auch Längsfugen müssen in Krümmungen mit weniger als 600 m Halbmesser als Raumfugen hergestellt werden. Die Breite des Fugenspalt es richtet sich nach den bei dem gewählten Fugenabstand und den gegebenen klimatischen Verhältnissen zu erwartenden Längenänderungen der Betonplatten. Die Querfugen sollen mindestens 12 mm breit sein und bei gemischtem Verkehr nicht breiter als 16 mm sein. Die Ausdehnungsmöglichkeit der Platten ist erfahrungsgemäß gesichert, wenn die Fugenspaltbreite in Millimeter etwa der Feldlänge in Meter entspricht. Während des Einbaues des Betons werden die Raumfugen im oberen, etwa 5 cm tiefen Teil durch vorläufige, im unteren Teil durch bleibende Einlagen gebildet. Herstellungsverfahren, bei denen die vorläufigen Fugeneinlagen im oberen Teil erst nach dem Erhärten des Betons entfernt werden, verdienen den Vorzug vor solchen, bei denen diese Einlagen aus dem frischen Beton gezogen werden müssen, da mit dem letzteren Verfahren leicht Störungen des frischen Betons verbunden sind.

Zwischen je zwei Querfugen, die als Raumfugen ausgebildet sind, können eine oder zwei Querfugen als Scheinfugen ausgeführt werden. In diesem Falle darf der Fugenabstand höchstens 10 m betragen. Scheinfugen entstehen durch Einkerbungen der Betondecke von oben auf eine Tiefe von mindestens 5 cm. Der Kerbspalt wird durch vorläufige Einlagen gebildet oder eingeschlagen oder mit Rüttelgeräten eingeschnitten. Seine Breite soll mindestens 8 mm betragen. Längsfugen können, soweit sie nicht als Raumfugen hergestellt werden, auch als Scheinfugen oder aber als Preßfugen ausgebildet werden. Preßfugen werden angewandt, wenn die durch Längsfugen getrennten Fahrbahnstreifen nacheinander hergestellt werden. Der bereits erhärtete Beton erhält einen Anstrich, der das Anbinden des frischen Betons verhindert. Oben wird ein Fugenspalt mit denselben Abmessungen wie bei Scheinfugen ausgespart.

Die Kanten aller Fugen sind abzurunden (Halbmesser 5 bis 10 mm). Sämtliche Nacharbeiten an den Fugenkanten müssen unbedingt vor Beginn des Abbindens des Betons beendet sein. Als bald nach der Entfernung der vorläufigen Fugeneinlagen müssen die offenen Fugen bis zu ihrer Verfüllung gegen

Eindringen von Fremdkörpern und Verschmutzung gesichert werden.

7. Füllen der Fugen. Ehe die Fugen gefüllt werden, erhalten die Fugenwandungen einen Voranstrich (vergleiche B 6). Vorbedingung ist dabei, daß der Fugenspalt in voller Tiefe offen und frei von Fremdkörpern und Betonbrücken ist und daß die Fugenwandungen trocken, schmutz- und staubfrei sind. Erst wenn der Voranstrich völlig trocken ist, darf die Vergußmasse eingefüllt werden.

Die fertig angelieferte Vergußmasse ist in einem fahrbaren Kessel unter ständigem Rühren aufzuschmelzen und bis zur restlosen Entleerung des Schmelzkessels weiter durchzurühren. Die Temperatur der geschmolzenen Masse ist mit geschützten Thermometern zu überwachen und darf 180 °C nicht übersteigen.

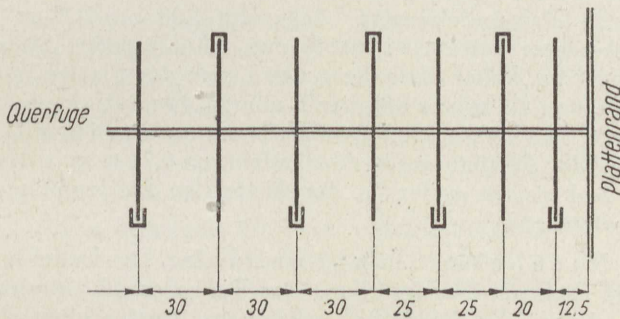


Abb. 3. Anordnung der Dübel in Raumquerfugen

Die Vergußmasse ist entweder von Hand in zwei Lagen mittels ungelöteter Ausgußgefäße mit schmalen, am Boden angesetztem Auslauf oder mit Fugenvergüßgeräten unter Druck in den Fugenraum einzubringen. Die Fugen sind satt bis zur Deckenoberfläche zu verfüllen, wobei überstehende Vergußmassen zu entfernen sind.

8. Einbau der Dübel und Ankereisen. Die Dübel müssen eine Längsbewegung der Platten erlauben. Sie sind daher genau in Neigung und Längsrichtung der Fahrbahn einzubauen. Ihre Lage in der Mitte der Plattendicke muß vor Einbringen des Betons so gesichert werden, daß sie sich während der Herstellung der Decke nicht verschieben. Als Dübel sind Rundeisen zu verwenden. Je nach der Deckendicke soll ihr Durchmesser 18 bis 22 mm und ihre Länge 60 bis 70 cm betragen. Der Dübelabstand soll 30 cm betragen. Nach den Plattenrändern zu soll der Dübelabstand entsprechend Abbildung 3 (Grundriß) verringert werden.

Einige Tage vor dem Einbau ist die eine Dübelhälfte einschließlich des später im Fugenspalt liegenden Teiles mit einer dünnen Isolierschicht (zum Beispiel Bitumen) zu versehen, so daß sie nach dem Einbetonieren in der Längsrichtung beweglich bleibt, während die nicht isolierte Dübelhälfte fest einbetoniert wird. Auf das Ende jeder angestrichenen Dübelhälfte ist eine Hülse zu stecken, die einen Dehnungsraum von 2 cm freiläßt, der durch Ausfüllen mit Kork, Sägespänen oder dergleichen erhalten werden muß. Die Lochweite in den Fugeneinlagen muß genau dem Durchmesser der Dübel entsprechen. Die Querscheinfugen werden sinngemäß in gleicher Weise wie die Querraumfugen verdübelt, nur mit der Abänderung, daß die Aufsteckhülsen wegbleiben und der Durchmesser der Rundeisendübel je nach Plattendicke 16 bis 18 mm beträgt.

Die Ankerreisen, die ohne Endhaken bleiben, erhalten je nach Plattendicke eine Länge von 1,00 bis 1,20 m. Ihr Durchmesser beträgt 14 bis 16 mm. Auf geraden Strecken werden die Anker über die ganze Länge der Platten im Abstände von 1,5 m verteilt. In Krümmungen mit einem Halbmesser von 600 m und weniger sind sie nur im mittleren Drittel der Platten und in Abständen von 0,75 m zu verlegen. Die Ankereisen sollen in der Mitte der Plattendicke eingebaut werden.

9. Nachbehandlung der Decke. Der Beton bedarf sofort nach der Fertigstellung der Decke sorgfältiger Nachbehandlung. Er ist gegen vorzeitiges Austrocknen durch Sonnenbestrahlung und Wind, gegen Auswaschen durch Regen und gegen Frost zu schützen. Bis der Beton abgebunden hat und so weit erhärtet ist, daß seine Oberfläche durch aufgelegte Abdeckstoffe nicht mehr beeinträchtigt wird (bei warmer Witterung etwa fünf Stunden, bei kalter Witterung mindestens acht Stunden lang), ist er mit Schutzdächern zu überdecken. Die Schutzdächer sollen möglichst niedrig und zur Verhinderung der Wärmespeicherung hellfarbig eingedeckt sein. Zur Einschränkung der Luftbewegung unter den Schutzdächern sollen durch Überdeckung an den Stößen, durch Abschluß an den Giebelwänden und durch mindestens alle 30 m eingebaute Trennwände allseits geschlossene Räume gebildet werden. Besonders empfohlen werden etwa 5 bis 10 cm über der Fahrbahn unter die Schutzdächer eingezogene Zwischendecken, die zum Beispiel aus Jutegewebe, Stroh oder Holz bestehen können. Damit der Beton unter den Schutzdächern nicht trocken liegt, ist er nötigenfalls während des Verschiebens der Dächer gleichmäßig und vorsichtig mit Wasser zu besprengen. Da am Anfang der Schutzstrecke noch Nacharbeiten an den Fugen

ausgeführt werden, sollen dort statt der niedrigen Schutzdächer Arbeitszelte vorgesehen werden.

Als Abdeckstoffe für den erhärteten Beton im Anschluß an die Schutzdächer kommen in Betracht: Stoffgewebe, Stroh, Schilfrohmatten, leicht bindiger Sand und so weiter, die während zehn Tagen auf der Decke zu belassen und feucht zu halten sind. Nach Entfernen der Abdeckstoffe ist die Decke noch weitere fünf Tage durch Besprengen feucht zu halten. Die Nachbehandlungsabschnitte sind deutlich zu kennzeichnen.

10. Betonieren bei niedrigen Temperaturen. Muß bei niedrigen Temperaturen betoniert werden, so empfiehlt es sich, den Zementgehalt zu erhöhen (vergleiche C 1 b). Auf gefrorenen Untergrund darf kein Beton aufgebracht, gefrorene Zuschlagstoffe dürfen nicht verarbeitet werden.

Ist die Außentemperatur auf 0° gesunken, so darf nur in Ausnahmefällen betoniert werden. Der frische Beton ist besonders sorgfältig vor Kälte zu schützen. Alle Maßnahmen sind so zu treffen, daß die Temperatur des Betons in den ersten drei Tagen seiner Erhärtung nicht unter $+2^{\circ}$ C sinkt. Zum Schutz gegen Abkühlung ist eine Abdeckung mit Strohmatten besonders zu empfehlen.

Muß ausnahmsweise bei Frost betoniert werden, so sollen Anmachewasser und Zuschlagstoffe vorgewärmt werden. Chemische Zusätze sind zu vermeiden. Im übrigen gelten sinngemäß die oben angeführten Maßnahmen.

11. Sperrfrist bis zur Verkehrsübergabe. Die Strecke darf dem Verkehr einschließlich Bauverkehr in der warmen Jahreszeit erst drei Wochen nach Beendigung des Betonierens übergeben werden. Ist zur Abkürzung der Sperrzeit hochwertiger Zement verarbeitet worden, so kann die Strecke frühestens nach zehn Tagen freigegeben werden. In der kalten Jahreszeit ist die Sperrzeit zu verlängern. In Zweifelsfällen ist der Erhärtungsfortschritt an Probekörpern festzustellen, die ebenso wie der Straßenbeton sofort nach der Einlieferung von der Baustelle zu prüfen sind. Die Biegezugfestigkeit dieser Probekörper soll mindestens 80 % der unter C 1 a geforderten Festigkeiten betragen. Die Sperrfristen gelten nicht für leichte gummibereifte Sprengwagen, mit denen die Strecke bereits nach Entfernen der Abdeckstoffe befahren werden darf.

Vor der Verkehrsübergabe müssen die Fugen ordnungsmäßig gefüllt sein.

12. Bautagebuch. Über den Gang der Bauarbeiten ist ein Tagebuch zu führen, aus dem hervorgeht:

Bauliche Gestaltung (Deckendicke, Fugenanordnung, Eiseneinlagen, Dübel, Ankereisen und so weiter),
Verwendete Baustoffe und Betonzusammensetzung,
Einbauverhältnisse (Witterung, Temperatur, Einbauzeiten und so weiter),
Nachbehandlung (Art und Dauer),
Ausgeführte Untersuchungen (Prüfungen des Zements, der Zuschlagstoffe, der Betonzusammensetzung, der Betonfestigkeiten und so weiter).

Im übrigen sind im Bautagebuch alle sonstigen Vorkommnisse und Maßnahmen, die für den Bau und Bestand der Betonstraßen wesentlich erscheinen, einzutragen.

Zweiter Teil

Merkblatt für die Unterhaltung

Vorbemerkung

Der Gebrauchswert der Betonstraße bleibt am längsten erhalten und der Unterhaltungsaufwand wird am geringsten, wenn alle Mängel und Schäden möglichst frühzeitig behoben werden. Dies ist auch für den Verkehr am günstigsten. Die Betonstraße muß deshalb regelmäßig beobachtet und unterhalten werden.

Zu den Unterhaltungsarbeiten rechnen die Pflege der Fugen und Risse, die Ausbesserung schadhafter Stellen im Beton und alle Maßnahmen zur Erhaltung der Ebenheit der Fahrbahn bei Bewegungen des Untergrundes. Die Unterhaltungsarbeiten dürfen auch bei geringerem Umfang nur sachkundigen Arbeitskräften übertragen werden. Die Regeln des Teiles I für die Ausführung von Betonstraßen sind dabei sinngemäß zu beachten.

A. Pflege der Fugen

Schäden an Fugen werden am wirkungsvollsten dadurch vermieden, daß die Fugenfüllung in Ordnung gehalten wird. Die Fugen müssen stets so gefüllt sein, daß kein Wasser durch die Fuge in den Untergrund dringen kann, daß die Fugenkanten gegen Angriffe des Verkehrs ausreichend geschützt sind, namentlich unter eisenerreiftem Verkehr, und die Ausdehnungsmöglichkeit der Platten gesichert ist. Im Frühjahr nach Eintritt warmer Witterung und der dadurch meist bedingten Verengung des Fugenspaltes sollen überstehende

Füllmassen beseitigt werden, im Herbst nach Eintritt kalter Witterung und Erweiterung des Fugenspaltes muß fehlende Vergußmasse nachgefüllt werden. Zeigen sich Mängel der alten Vergußmasse, zum Beispiel Versprödung infolge Überhitzung, oder ist die Ausdehnung der Betonplatten durch in die Vergußmasse eingedrungene Fremdkörper, zum Beispiel Sand, behindert, so ist die alte Füllung bis auf mindestens 3 cm Tiefe zu ersetzen. Etwa eingedrungene feste Körper sind zu entfernen und die Hohlräume mit neuer Vergußmasse auszufüllen.

Besonders zu beachten: Gefahr der Überhitzung der Vergußmasse, da meist nur kleine Mengen erwärmt werden! (Holzfeuer, Wasserbad!) Fugenränder sorgfältig säubern, gegebenenfalls mit neuem Voranstrich versehen! Arbeiten nur bei trockenem Wetter ausführen!

B. Pflege der Risse

Sind außer den Rissen keine weiteren Mängel der Betondecke entstanden, wie Absacken einzelner Plattenteile, Loslösen des Oberbetons vom Unterbeton, Stauchungen an den Fugen und dergleichen, so genügt die sachgemäße Pflege der Risse. Die Pflege der Risse ist auch dann als vorläufige Maßnahme durchzuführen, wenn weitergehende Ausbesserungsarbeiten erforderlich sind, um den Dauerbestand der Decke zu sichern.

Ausschlaggebend für die Behandlung der Risse sind die Bereifung der verkehrenden Fahrzeuge und die Gefährdung des Untergrunds durch eindringendes Tageswasser. Unter gummibereittem Verkehr und auf wasserdurchlässigem Untergrund können enge Risse unbehandelt bleiben. Auf wassergefährdeten Böden sind alle Risse zu dichten. Hierzu können bituminöse Spachtelmassen, dünnflüssiges Bitumen oder Bitumenemulsionen verwendet werden. Risse in Betonflächen mit mattenartigen Stahleinlagen, die das Öffnen der Risse verhindern, können mit Paraffinlösungen gedichtet werden. In Betonstraßen mit eisenbereitem Verkehr ist für die Behandlung der Risse die Rücksicht auf den Kantenschutz maßgebend. Enge Risse, in die Füllmassen nicht eindringen, sind wiederholt mit Kaltasphalt anzustreichen, der abgesandet wird. Breitere Risse sind mit dünnflüssiger bituminöser Füllmasse zu vergießen, nachdem sie vorher gründlich von losen Stoffen und Schmutz gesäubert und soweit erforderlich auf 5 mm Breite und 2 bis 3 cm Tiefe aufgestemmt sind.

C. Ausbesserung schadhafter Stellen im Beton

Schadhafte Stellen im Beton sind grundsätzlich mit Beton auszubessern. Kleinere Fehlstellen können vorübergehend mit einer Mischung von Kaltasphalt und Splitt ausgebessert werden. Das Aufbringen dünner Mörtelschichten ist zwecklos.

Soweit der Unterbeton einwandfrei ist, sollen Ausbesserungen auf den Oberbeton beschränkt bleiben, der stets in voller Dicke zu erneuern ist. Bei einschichtiger Bauweise wird auf mindestens 7 cm Tiefe ausgestemmt. Sind Eisen vorhanden, so ist bis 2 cm unter die Eiseneinlage auszustemmen. Das Ausbessern kleinerer Teilflächen (Schlaglöcher) führt nur zum Erfolg, wenn der umgebende Beton einwandfrei ist, andernfalls empfiehlt es sich, das gesamte Deckenfeld, oder mindestens den Oberbeton des Feldes auszuwechseln. Auch die Erneuerung eines Feldabschnittes unter Einschaltung einer neuen Fuge kommt in Frage. Sind die Fugenränder so beschädigt, daß sie durch die Vergußmasse nicht mehr ausreichend geschützt werden, so ist dort der Oberbeton, bei einschichtigen Decken die oberen 7 cm, auf mindestens 30 cm Breite zu erneuern und die Fugenkante mit der vorgeschriebenen Ausrundung wiederherzustellen.

Für die Erneuerung der Decke in voller Dicke gelten sinngemäß die Richtlinien des Teiles I. Bei der Ausbesserung des Oberbetons ist folgendes zu beachten: Die Flickstelle ist mit scharfen senkrechten Rändern auszustemmen. Wird der Rand ausgesägt, so ist die Schnittfläche nachträglich aufzurauen. Beim Ausstemmen des Oberbetons ist darauf zu achten, daß der Unterbeton nicht beschädigt wird. Die ausgestemmt Vertiefungen und freigelegten Betonflächen sind gründlich zu reinigen und vor dem Einbau des neuen Betons mindestens vier Stunden zu nassen, bis der alte Beton mit Wasser gesättigt ist. Vor dem Einbringen des frischen Betons muß das nicht aufgesogene Wasser restlos entfernt werden. Auf die Anschlußflächen des alten Betons wird dicker Zementbrei (etwa 0,35 Liter Wasser auf 1 kg Zement) eingebürstet. Unmittelbar danach wird der frische Oberbeton in zwei Lagen eingebracht und jede Lage durch gründliches Stampfen, besonders auch an den Rändern, verdichtet. Nach einer Pause von etwa einer halben Stunde muß die Flickstelle nochmals nachgestampft werden. Sodann ist die Oberfläche mit einem hölzernen Reibebrett zu bearbeiten, bis eine dichte Oberfläche und ein ebener Anschluß an die übrige Decke erreicht ist. Der für die Ausbesserung verwandte Beton soll möglichst mit den gleichen Zuschlagstoffen und der gleichen Kornzusammensetzung hergestellt werden wie der ursprüngliche Beton. Sein

Zementgehalt soll dagegen um etwa 10 % höher sein. Der Wassergehalt soll so bemessen werden, daß der Beton mit beendeten Stampfen eine geschlossene Oberfläche erhält und bei kleinen Flickstellen deutlich schwitzt, bei größeren deutlich beweglich ist. Etwa vorhandene Eiseneinlagen sind mit weichem Beton zu umgeben. Für die zu Ausbesserungsarbeiten erforderlichen meist nur geringen Betonmengen ist Handmischung zulässig. Zement und Zuschlagstoffe sind abzuwiegen oder mit nach den abgewogenen Stoffmengen geeichten Meßgefäßen abzumessen. (Siehe Teil I, Abschnitt C 2 a.) Zunächst sind die Betonzuschläge mit dem Zement trocken mindestens 3mal zu mischen, bis ein gleichfarbiges Gemenge entsteht; dann ist das Wasser allmählich mit einer Brause zuzusetzen und hierauf das Ganze noch so lange zu mischen, bis man eine gleichmäßige Betonmasse erhält. Es soll nicht mehr Beton gemischt werden als sofort verarbeitet werden kann.

Die ausgebesserten Stellen sind zunächst mit feuchten Tüchern, nach dem Erstarren mit leicht bindigem Feinsand zu bedecken, gehörig feucht zu halten und bis zur ausreichenden Erhärtung dem Verkehr zu entziehen. Zur Abkürzung der Sperrfrist kann es zweckmäßig sein, hochwertigen Zement zu verwenden. Ausbesserungsarbeiten sollten nicht bei heißem, sonnigem Wetter ausgeführt werden.

D. Maßnahmen zur Erhaltung der Ebenheit der Betondecke

Die Ebenheit der Fahrbahn ist nicht nur für die glatte und gefahrlose Abwicklung des Verkehrs, sondern auch für den Bestand der Betondecke von Bedeutung. Unebenheiten entstehen durch ungleichmäßige Setzungen des Untergrundes oder durch Frosthebungen. Die Ursache ist festzustellen, und die Mängel des Untergrundes sind nach den allgemeinen üblichen Regeln des Straßenbaues zu beheben.

In der Betondecke können Absätze an den Fugen bis 5 mm durch Abschleifen oder Schärrieren beseitigt werden. Etwa entstandene Hohlräume unter den Platten sind durch Unterpressen von Sand oder flüssigen Mörtelmischungen auszufüllen. Stärker abgesunkene Platten werden angehoben, ausgerichtet und dann in gleicher Weise unterpreßt. Bei der Auswahl der Füllstoffe ist auf die Bodenbeschaffenheit des Planums Rücksicht zu nehmen. Auf Böden, deren Rauminhalt durch Wasser verändert wird, dürfen die Platten nur mit trockenem Sand unterpreßt werden. Wird Zement- oder Kalkmörtel unterpreßt, so sollen die gehobenen Platten 3 Tage für den Verkehr gesperrt bleiben.

Merkblatt für die Prüfungen beim Bau

A. Übersicht über die Prüfungen

Die Eigenschaften des Betons und der übrigen Baustoffe für Betonstraßen müssen vor und während der Bauausführung durch Prüfungen überwacht werden.

Im einzelnen kommen für den Unternehmer folgende Prüfungen in Frage:

1. **Zement:**
 - a) Ermittlung des Erstarrungsbeginns.
 - b) Prüfung der Raumbeständigkeit.
2. **Zuschlagstoffe:**
 - a) Prüfung nur durch Einsichtnahme in die vom Lieferer vorzulegenden Zeugnisse über Festigkeit, Witterungsbeständigkeit und Abnutzwiderstand (nur für Oberbeton) des Zuschlaggesteins (vgl. Teil I, B 2).
 - b) Beurteilung der Kornform und Gesteinsbeschaffenheit der angelieferten Zuschlagstoffe nach Augenschein (vgl. Teil I, B 2).
 - c) Prüfung der Kornzusammensetzung durch Siebversuche (vgl. Teil I, C 1 d).
 - d) Prüfung auf Reinheit durch den Absitzversuch (vgl. Teil I, B 2).
 - e) Prüfung auf Humingehalt (vgl. Teil I, B 2).
3. **Beton:**
 - a) Ermittlung der Druckfestigkeit an Probewürfeln (vgl. Teil I, C 1a).
 - b) Ermittlung der Biegezugfestigkeit an Probebalken (vgl. Teil I, C 1a).
 - c) Nachprüfung der Kornzusammensetzung des Frischbetons.
 - d) Ermittlung des Raumgewichts des verdichteten Betons.
4. **Anmachwasser:**

Feststellung des Ursprungs des Anmachwassers und erforderlichenfalls Prüfung der Eignung durch sachkundige Stellen (vgl. Teil I, B 3).
5. **Unterlagspapier:**

Prüfung nur durch Einsichtnahme in die vom Lieferer vorzulegenden Zeugnisse über Gewicht und Berstdruck des Papiers (vgl. Teil I, B 5).
6. **Fugenfüllstoff:**

Prüfung nur durch Einsichtnahme in die vom Lieferer vorzulegende Zulassung für die RAB (vgl. Teil I, B 6).

B. Umfang der Prüfungen

Vor der Bauausführung sind als Eignungsprüfung durchzuführen: Bei Straßen sämtlicher Gruppen Prüfung der Zuschlagstoffe nach 2 und des Betons nach 3a, b und d. Auf die Eignungsprüfung des Betons kann für die Straßen-
gruppen 2, 3 und 4 verzichtet werden, wenn für Beton derselben Zusammensetzung und der gleichen Zementmarke und Steife ausreichende Ergebnisse früherer Prüfungen vorliegen.

Bei der Eignungsprüfung muß die Festigkeit der Probekörper die im Teil I, Abschnitt C 1a geforderten Mindestfestigkeiten um mindestens 10 % überschreiten. Zur Durchführung der Eignungsprüfung des Betons gehören besondere Erfahrungen. Es empfiehlt sich deshalb, hiermit sachkundige Stellen zu betreiben.

Während der Bauausführung sind für alle Straßen-
gruppen als Güteprüfungen durchzuführen:

Prüfung einer jeden Wagenladung Zement nach 1a und b. Nur geprüfter Zement darf verarbeitet werden. Prüfung der angelieferten Zuschlagstoffe laufend nach 2b; bei Baubeginn, ferner nach Herstellung von je 300 m Straßendecke nach 2c und d. Die Prüfung nach 2c und d ist außerdem vorzunehmen, sobald sie bei der Beurteilung nach 2b ratsam erscheint.

Prüfung des Betons bei Beginn der Bauausführung und nach Herstellung von je 300 m Straßendecke nach 3a bis d. Soweit zur Bestimmung der Sperrfristen, namentlich während der kühlen Jahreszeit, erforderlich, Erhärtungsprüfung des Betons aus der letzten Tagesleistung nach 3b, wobei die Probekörper im Freien an der Baustelle zu lagern sind.

C. Beschreibung der Prüfverfahren

1. Prüfung des Zementes

Als Probekörper werden 2 Kuchen aus je 100 g Zement und 23 bis 30 g Wasser hergestellt. Zement und Wasser sind 3 Minuten lang unter Kneten zu mischen, bis sie einen steifen, knollenfreien Brei ergeben. Die Masse wird dann als Klumpen auf die Mitte einer leicht geölten Glasplatte gebracht und durch Rütteln zum Kuchen von 8 bis 10 cm Durchmesser ausgebreitet. Der Wasserzusatz ist richtig gewählt, wenn sich der Brei erst bei mehrmaligem Rütteln der Glasplatte langsam ausbreitet. Jeder Kuchen ist genau zu kennzeichnen.

Die Prüfungen sind in Räumen vorzunehmen, die frei von Zugluft sind und eine Temperatur von 15 bis 20° haben. Auch Zement, Wasser und Geräte müssen diese Temperatur haben (Wasser anwärmen!).

a) Feststellung des Erstarrungsbeginns

Der für diese Untersuchung bestimmte Kuchen wird während der Prüfung mit einem Teller oder einer Schale zugedeckt, um vorzeitiges Austrocknen des Breies zu vermeiden. Die Untersuchung wird entweder nach dem Fingernagelversuch oder dem Bleistifthülsenversuch durchgeführt.

Fingernagelversuch. Durch wiederholten leichten Druck mit dem Fingernagel wird das Fortschreiten des Erstarrens des Zementbreies beobachtet. Der Zement gilt als abgebunden, sobald kein merklicher Eindruck mehr auf der Oberfläche hinterbleibt. Liegt dieser Zeitpunkt mehr als 3 Stunden nach dem Anmachen des Kuchens, so kann angenommen werden, daß der Zement normalbindend ist, das heißt frühestens 1 Stunde nach dem Anmachen zu erstarran beginnt.



Abb. 4. Querschnitt des normengemäßen Kuchens

$\frac{1}{2}$ natürl. Größe

Bleistifthülsenversuch. In den Kuchen wird wiederholt etwa 1,5 cm vom Rande entfernt eine Bleistift-hülse mit 3 bis 4 mm Durchmesser oder ein Eisenstab mit 4 mm Durchmesser senkrecht bis auf die Glasplatte gedrückt. Der Erstarrungsbeginn ist durch Bildung eines Kantenrisses gekennzeichnet, der zumeist vom Rande aus in Richtung der Druckstelle verläuft. Entsteht ein solcher Kantenriß nicht vor Ablauf 1 Stunde nach dem Anmachen, so ist der Zement normalbindend.

b) Raumbeständigkeitsversuch (Kochversuch)

Der für den Kochversuch bestimmte Kuchen muß sofort nach Herstellung in einen Kasten mit dicht schließendem Deckel auf einen Rost über Wasser gelegt werden. Die Wassertemperatur soll etwa 15 bis 20° betragen. Nach 24 Stunden wird der Kuchen vorsichtig von der Glasplatte abgenommen und mit der ebenen Seite nach oben auf einen Rost (zum Beispiel aus gelochtem Zinkblech) in ein Gefäß mit kaltem Wasser gelegt. Das Wasser soll in etwa 15 Minuten zum Sieden gebracht werden und muß während des anschließenden zweistündigen Kochens den Kuchen völlig bedecken. Der Zement ist nicht zu beanstanden, wenn der Kuchen nach dem Kochen noch scharfkantig, rissefrei und nicht gekrümmt ist. Zeigt der Kuchen radial verlaufende Kantenrisse, netzförmige Risse und Verkrümmungen, so darf der Zement nicht verwendet werden.

2. Prüfung der Zuschlagstoffe

a) Beurteilung der Kornform und Gesteinsbeschaffenheit nach Augenschein

Jede Wagenladung ist nach Augenschein zu prüfen. Die Kornform (gedrungen, flach, rundlich), die Oberflächenbeschaffenheit der Einzelteile (rauh, glatt und so weiter) und der Zustand sowie die Farbe des Gesteins (Verwitterung, Gleichmäßigkeit und so weiter) sind zu prüfen und mit dem Muster des Lieferers, das deshalb aufzubewahren ist, zu vergleichen. Zur genauen Beurteilung solcher Zuschlagstoffe, die nach dem Augenschein zu Beanstandungen Anlaß geben, sind Einzelproben an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Höhenlagen zu entnehmen und zu einer Durchschnittsprobe gut durchzumischen. Diese Probe wird genauer untersucht. Auf Ungleichförmigkeiten innerhalb einer Wagenladung sowie auf Anteile an verwitterten Gesteinen und Verschmutzungen ist besonders zu achten.

b) Prüfung der Kornzusammensetzung durch Siebversuch

Für den Siebversuch werden bei Körnungen bis 7 mm 3000 g, bei Körnungen über 7 mm 5000 g benutzt. Werden die Zuschlagstoffe getrennt nach Korngruppen angeliefert und abgemessen, so ist nachzuprüfen, ob der Kornaufbau der verschiedenen Korngruppen den bei der Eignungsprüfung festgelegten Sollwerten entspricht. Dazu sind von jeder Lieferung an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Höhenlagen Proben der Zuschlagstoffe zu entnehmen und nach gutem Durchmischen hieraus die für den Siebversuch erforderlichen Mengen abzutrennen. Abweichungen bis zu 5% von den Sollwerten sind zulässig. Hat zum Beispiel bei der Eignungsprüfung ein Sand von 0/3 mm folgende Anteile ergeben:

0/0,2	0/1	0/3	0/7 mm
10	50	95	100 %

so müssen bei den späteren Prüfungen auf der Baustelle die Anteile in folgenden Grenzen liegen:

5—15	45—55	90—100	95—100 %
------	-------	--------	----------

Weichen die Ergebnisse der Siebung so weit von den Sollwerten der Eignungsprüfung ab, daß die Kornzusammensetzung des Gesamtgemenges der Zuschlagstoffe nicht mehr in den geforderten Grenzen bleibt, so ist der Mengenanteil der einzelnen Korngruppen entsprechend zu ändern.

Auch die Kornzusammensetzung des gesamten Zuschlagstoffgemenges ist durch Sieben zu prüfen und mit den Sieblinien des Teiles I zu vergleichen. Zur Ermittlung der Korn-

zusammensetzung der gesamten Zuschlagstoffe dient ein Siebsatz mit den Sieben von 0,2, 1, 3, 7, 15 und 30 mm Sieböffnung.

Das trocken abgewogene und in die übereinandergesetzten Siebe eingeschüttete Siebgut wird so lange gesiebt, bis nahezu nichts mehr durchfällt. Dies wird für jedes Sieb über einer Papierunterlage nachgeprüft. Der Rückstand auf den einzelnen Sieben und auf dem Boden des Siebsatzes wird gewogen. Hierbei wird folgendermaßen vorgegangen: Zu dem zuerst auf dem größten (obersten) Sieb durch Wiegen ermittelten Rückstand wird jeweils der auf dem nächstfolgenden Sieb vorhandene zugewogen. Hierdurch erhält man nacheinander die Gewichte des Gesamtrückstandes über den einzelnen Sieben. Sie werden in Prozent der Gesamtsiebmenge umgerechnet (30 beziehungsweise 50 g = 1%). Die so in Prozent ausgedrückten Gesamtrückstände über den einzelnen Sieben werden von 100 abgezogen. Damit erhält man den Durchgang durch die einzelnen Siebe in Prozent. Diese Werte dienen zum Auftragen der Sieblinie. — Die Siebung ist ungültig und zu wiederholen, wenn beim Sieben vom gesamten Siebgut mehr als 1% verlorengegangen ist.

Das nachstehende Beispiel dient zur näheren Erläuterung:

Siebmenge 5000 g

Sieböffnung mm	Gesamtrückstand über den Sieben		Durchgang durch die Siebe
	g	%	%
1	2	3	4
30	0,0	0,0	100
15	1538	31	69
7	2260	45	55
3	3018	60	40
1	3790	76	24
0,2	4734	95	5
0	4971	100	

Verlust 29 g, also weniger als 1%.

Die Werte aus Spalte 4 werden als Sieblinie aufgetragen, und die so gefundene Sieblinie wird mit der geforderten Sieblinie verglichen.

c) Prüfung auf abschlämbbare Bestandteile durch Absitzversuch

Auf der Baustelle wird der Gehalt an abschlämbbaren Bestandteilen durch den Absitzversuch ermittelt. Man gibt in ein 1000-cm³-Meßglas 500 g des zu untersuchenden Zuschlagstoffes, füllt das Glas dreiviertel mit Wasser auf und schüttelt kräftig durch. Die abschlämbbaren Schwebestoffe setzen sich erst im Verlauf von mehreren Stunden langsam nieder und bilden eine deutlich erkennbare Schlämmschicht.

Mißt man die Dicke x der Schlämschicht in cm und ist d der lichte Durchmesser des Glaszylinders in cm, so ist der Rauminhalt der Schlämschicht in cm^3

$$J = \frac{\pi d^2}{4} \cdot x$$

Da die abgesetzten Schlammstoffe ein Raumgewicht von ungefähr 1 haben, so ist J gleichzeitig auch das Gewicht G in g der abschlämmbaren Bestandteile, das dann in v. H. des Zuschlagstoffgewichts umgerechnet wird. Ergeben sich mehr als 3%, so ist eine Durchschnittsprobe zur genaueren Untersuchung an eine Prüfanstalt einzureichen.

d) Prüfung auf organische, humusartige Bestandteile

Man nimmt eine verschließbare Glasflasche von etwa einem halben Liter Inhalt und füllt sie zu zwei Drittel mit Zuschlagstoff. Sodann wird die Flasche mit 3prozentiger Natronlauge vollgefüllt. Die Flasche wird fest verschlossen, gut geschüttelt und bleibt 24 Stunden stehen. Sind organische, humusartige Stoffe vorhanden, so wird die Natronlauge braun gefärbt, und zwar um so mehr, je größer der Humingehalt der Zuschlagstoffprobe ist. Je nach dem Farbwert der Flüssigkeit lautet das Urteil:

- hellgelb bis wasserhell . . Zuschlagstoff gut;
- gelb bis braungelb Zuschlagstoff brauchbar, aber Festigkeitsverminderung zu erwarten;
- braun bis dunkelbraun . . Zuschlagstoff im allgemeinen unbrauchbar.

Jedenfalls sollte bei dunkleren Farbtönen der Zuschlagstoff nicht zum Betonieren verwendet werden, bevor nicht durch Festigkeitsversuche erwiesen ist, daß die erzielbare Festigkeit noch ausreichend ist.

3. Prüfung des Betons

a) Prüfung der Druckfestigkeit

Für die Prüfung auf Druckfestigkeit sind 3 Probewürfel mit 20 cm Kantenlänge erforderlich, die in eisernen Formen hergestellt werden müssen.

Der Beton ist in Schichten von 12 cm einzubringen. Jede Schicht ist zunächst zu ebnen. An den Wandungen muß man am besten mit einem Spachtel hinunterstoßen, um Hohlräume oder Nester zu vermeiden. Jede Schicht ist für sich gut zu stampfen. Der 12 kg schwere Stampfer soll dabei 15 cm frei herabfallen. Bei Würfeln von 20 cm Kantenlänge kommen auf jede der 4 Stampfstellen 3 Schläge. Die einzelnen Stampfstellen sind der Reihe nach zweimal zu

stampfen, so daß jede Schicht 24 Schläge erhält. Die Oberfläche der ersten Schicht ist aufzurauchen, ehe die zweite eingebracht wird, damit sich beide gut verbinden. Nach dem Stampfen wird der Aufsatzrahmen abgenommen und der überstehende Beton mit einem stählernen Lineal bündig mit den Formrändern so abgezogen, daß die Oberfläche eben und möglichst glatt wird.

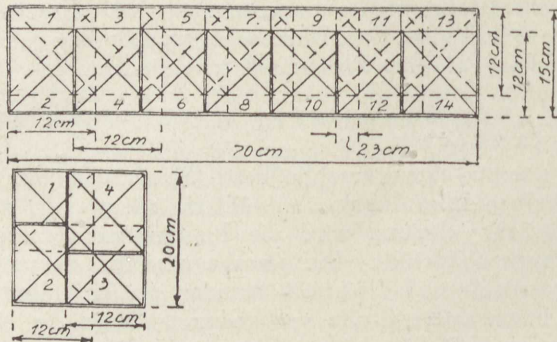


Abb. 5. Stampfen der Würfel und Balken

Jeder Würfel ist deutlich und dauerhaft zu kennzeichnen. Die Würfel sind nach der Herstellung in einen geschlossenen, vor Zugluft geschützten Raum mit einer Lufttemperatur von $+12^{\circ}$ bis $+25^{\circ}$ zu bringen und dort bis zur Prüfung oder zum Versand zu lagern. Nach genügender Erhärtung, in der Regel frühestens nach 24 Stunden, werden die Würfel vorsichtig entformt und auf einem Lattenrost gelagert.

Die Würfel werden bis zum siebenten Tag mit Tüchern bedeckt, die dauernd feucht zu halten sind. Werden die Würfel vor dem siebenten Tag versandt, so sind sie in feuchtem Sägemehl zu verpacken.

b) Prüfung der Biegezugfestigkeit

Zur Prüfung auf Biegezugfestigkeit dienen Balken mit 70 cm Länge, 15 cm Breite und 10 cm Höhe. Für die Güteprüfung werden 3 Balken benötigt. Soll die Erhärtungsprüfung durchgeführt werden, so sind weitere 4 bis 6 Balken herzustellen.

Für die Balken können eiserne Formen oder hölzerne aus dicken gehobelten Brettern verwendet werden. Sie müssen den Balken genau die vorgeschriebene Form geben. Hölzerne Formen sind vor dem Füllen gut anzunässen. Der Beton ist in die Form in einer Lage einzubringen und sinngemäß ebenso zu verdichten wie bei den Würfeln (vgl. Abb. 5). Sobald er etwas angezogen hat, ist seine Oberfläche eben und bündig mit den Formrändern abzuziehen. 24 Stunden

nach der Herstellung sind die Seitenwände auszuschalen; die Balken bleiben dann noch weitere 24 Stunden auf der Grundplatte der Form liegen.

Die für die Güteprüfung bestimmten Balken sind nach der Herstellung ebenso zu lagern und feucht zu halten wie die Würfel. Dabei müssen die Latten des Rostes, auf dem die Balken lagern, so eng liegen, daß die Balken keine größere Biegebeanspruchung erfahren. Die für die Erhärtungsprüfung bestimmten Balken werden neben der Straße im Freien gelagert. Sie sind während der ersten 7 Tage ebenfalls mit feuchten Tüchern zu bedecken.

Müssen die Balken zur Prüfung versandt werden, so sind sie so zu verpacken, daß sie unterwegs nicht auf Biegung beansprucht werden. Von den für die Erhärtungsprüfung bestimmten Balken sind jeweils 2 Stück gleichzeitig zu prüfen. Fällt die erste Prüfung unbefriedigend aus, so ist ein weiteres Paar zu einem späteren Zeitpunkt zu prüfen.

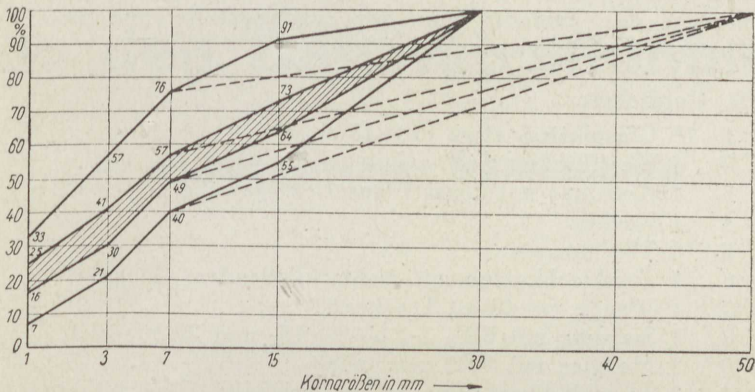


Abb. 6. Sieblinien für das Zuschlagstoffgemenge über 0,2 mm Korngröße (nur gültig für Prüfungen des Frischbetons)

c) Nachprüfung der Kornzusammensetzung des frischen Betons

Es werden etwa 5 kg frisch gemischten Betons als Durchschnittsprobe entnommen. Der Beton wird auf einem 0,2-mm-Sieb abgeschlämmt, das heißt vom Bindemittel und der Körnung unter 0,2 mm befreit. Der Siebrückstand wird getrocknet und gewogen und seine Kornzusammensetzung in der unter 2b beschriebenen Weise festgestellt. Die dabei erhaltenen Sieblinien sind mit den Grenzsieblinien der Abb. 6 zu vergleichen. Ihre Lage innerhalb der durch die Grenzlinien abgetrennten Bereiche muß der Lage der für den Bau festgelegten Sieblinie des Zuschlagstoffes zu den Bereichen der Abb. 1 des Teiles I entsprechen. Bei er-

heblichen Abweichungen ist die Kornzusammensetzung der angelieferten Zuschlagstoffe und ihr Mischungsverhältnis nachzuprüfen.

d) Ermittlung des Raumgewichts des verdichteten Betons

Erforderlich sind dazu 3 Probewürfel von 20 cm Kantenlänge. (Die für die Prüfung 4a bestimmten Würfel können verwendet werden.) Bestimmt wird das Gewicht in kg des verdichteten Betons (Gesamtgewicht der gefüllten Formen abzüglich Leergewicht der Form). Die drei Formen enthalten zusammen 24 Liter Beton, so daß das Raumgewicht des Betons in kg je m³ gleich dem $\frac{1000}{24}$ fachen des gefundenen Betongewichts ist.

Größere Abweichungen des ermittelten Raumgewichts von dem bei der Eignungsprüfung festgestellten lassen auf Fehler in der Zusammensetzung des Betons schließen. In diesem Falle sind deshalb alle einzelnen Vorgänge beim Abmessen des Zements und der Zuschlagstoffe und beim Mischen des Betons nachzuprüfen.

D. Geräteliste

1. 10 Glasplatten, etwa 15 × 15 cm
2. 1 Bleistifthülse
3. 1 Kochtopf mit Einsatz aus Drahtgewebe
4. 1 Kocher
5. 1 Thermometer
6. 1 Zinkblechkasten mit dichtschießendem Deckel
7. 1 Waage mit 10 kg Tragkraft
8. 1 Siebsatz mit 0,2-, 1-, 3-, 7-, 15- und 30-mm-Sieb
9. 1 Meßglas mit 1000 cm³ Inhalt
10. 1 verschließbare Flasche aus farblosem Glas mit etwa einem halben Liter Inhalt
11. Ätznatron (NaOH)
12. 3 eiserne Würfelformen für Würfel mit 20 cm Kantenlänge
13. 1 Aufsatzkasten dazu
14. 1 eiserner Stampfer dazu
15. 3 Balkenformen für Balken 70 × 15 × 10
16. 1 Dezimalwaage mit Gewichtssatz.

Die Abbildungen stellen zur Verfügung:

Lichtbildarchiv der Direktion der Reichsautobahnen (Tafeln I—IV), Forschungsinstitut für Maschinenwesen beim Baubetrieb an der Technischen Hochschule Berlin bzw. die Herstellerfirmen (Tafeln IX—XX), der Generalinspektor für das deutsche Straßenwesen (Tafeln XXI—XXIV). Die übrigen Abbildungen entstammen den Archiven der Fachgruppe Zement-Industrie, des Zementverlages und des Bauverlages Rudolf Schirmer.



Firmenverzeichnis
für den Betonstraßenbau
in alphabetischer Reihenfolge

BAEUMER & LOESCH

Ingenieurbauten — Oppeln

BETONSTRASSENBAU

LUDWIG BAUER, STUTTGART

Eisenbeton-, Hoch- und Tiefbau

Betonstraßenbau



Baugesellschaft Lehnert

Kommandit-Gesellschaft

Dresden A 24 · Bautzen · Cottbus

Neuzeitlicher Straßenbau · Betonstraßen



Baumaschinen - Gesellschaft m. b. H.

Geschäftsführer: Georg Breuer

Leipzig N 22, Poetenweg 41/Z, Tel. 52 178

Betonmischer

Straßenfertiger

BAU-STAHLGeweBE G. m. b. H.

Düsseldorf, Jägerhofstr. 23, Ruf 36446

(Siehe Anzeige auf Seite 105)

BAU-VERLAG RUDOLF SCHIRMER BERLIN W15, KURFÜRSTENDAMM 67, FERNSPR. 31 71 11

Verlag der Zeitschriften:

Monatsschrift „**DIE BETONSTRASSE**“

Wochenschrift „**ZEMENT**“

Halbmonatsschrift „**BETONSTEIN-ZEITUNG**“

des offiziellen Organs der Wirtschaftsgruppe Steine
und Erden „**DER BAU-KURIER**“

Siehe Anzeige auf Seite 112

Straßenbaumaschinen Komplette Einrichtungen vom Planum bis zur fertigen Decke
Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke A. G.
 Zweigniederlassung Hüttenwerk Sonthofen, Sonthofen/Bayer. Allgäu

Feldbahnmaterial

zu Kauf und Miete

Wagen / Schienen / Gleise / Weichen / Drehscheiben
 Dampf- und Diesel-Lokomotiven / Bagger / Ersatzteile

BISCHOFF K.-G., FRANKFURT a. M.

Filialen: Berlin, Dresden, Halle (S.), Karlsruhe, Köln, Saarbrücken, Stuttgart
 Fabrik: Hanau a. M.

Fugenkitt für Betonfugen „SEDRAKITT“
 sowie Vorstreichöble nach Vorschrift der Reichsautobahn.

Schutzanstriche „SEDRAPIX“
 und Dichtungsbahnen für Beton und Eisen nach A. I. B.-Vorschrift der Reichsbahn.

Heißasphalte / Kaltasphalte

CHEMISCHE FABRIK BIEBRICH, vorm. Seck & Dr. Alt, GmbH., Wiesbaden-Biebrich



18 65

Dyckerhoff & Widmann K. G.

Berlin-Wilmersdorf

Mecklenburgische Str. 57

(Siehe Anzeige auf Seite 102)



Strohmatte

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

Erste Württembergische Strohindustrie Adolf Thum,
 Inh. Carl Feurer Brackenheim (Württbg.)



**Mannschafts-
 Geräte-
 Büro-**

liefert in jeder Größe

P. ETZEL, Fahrzeugbau, Aschaffenburg

Wagen

**Streichfertige Farben für Markierungszwecke
 aller Art, Zementfarben, Versteinerungsfarben**

Farbenwerke Wunsiedel (Bayr. Ostmark)

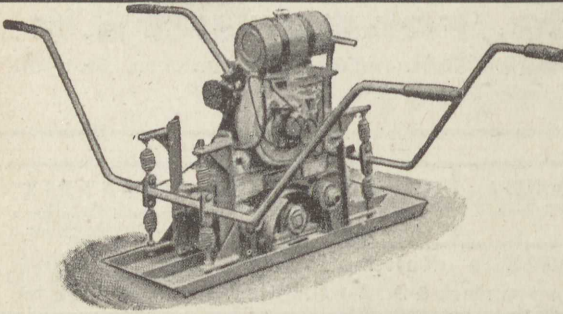
Spezialschwarz für Betondurchfärbung, ohne betonschädigende oder festigkeitsmindernde Eigenschaften, hohes Färbevermögen
Farbwerke W. A. Hospelt G. m. b. H., Köln - Ehrenfeld

FARBWERKE FRANZ RASQUIN

Aktiengesellschaft

KÖLN-MÜLHEIM

(Siehe Anzeige auf Seite 103)



**Zum Verdichten und Glätten
von Betondecken für Straßen
und Hallen:**

Rotations-Vibratoren

„System Frisch“, ges. gesch.

Vibrationsplatte „Cisaris“

Vibrationsschiene „Cisaria“

Vibrier-Straßenfertiger

„Sa-Woe“

**HEINRICH FRISCH
AUGSBURG II**

Rudolf Geisel, Mannheim,
Transportanlagen aller Art, fahrbare und
staf. Bandförderer, Becherwerke, Rollenbahnen

Fritz Götz, ehem. Georg Götz Söhne
MILTENBERG * MAINFRANKEN
Flußbaggerei, Mainsand- und Kieswerk (Siehe Anzeige
auf Seite 116)

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

Josef Hebel * Bauunternehmung
Hochbau * MEMMINGEN * Tiefbau

Th. u. O. HESSIG, BETON- UND
EISENBETONBAU

Betonstraßenbau. Ausführung von Reichsautobahn-Fahrbahndecken

KARLSRUHE i. B., Hirschstr. 40

Gegründet 1878

Fernspr. 105

(Siehe Anzeige auf Seite 113)

Kaller & Stachnik

Eisenbetonbau, Beuthen O/S.

Ausführung von Betonfahrbahndecken

J. KENGELBACH

TIEF-, HOCH-, STRASSENBAU

Gegr. 1882 FORCHHEIM/OBERFR. Tel. 24

**Kies- und Sandbaggerei
Rheinstrom G. m. b. H., Krefeld-Gellep**

Post Uerdingen · Fernruf Krefeld 402 79

Alle Sorten Kies und Sand. Spezialkiese für Reichsautobahnen

Josef Klug, Bauunternehmung für Hoch- und Tiefbau

Regensburg, Budapester Str. 11/13, Telefon-Sammelnummer: 4411

Heinrich Köhler

BERLIN / WIEN

Steglitz, Wulffstraße 15

I, Hohenstauffengasse 7

Straßen- und Tiefbau / Betonstraßenbau

(Siehe Anzeige auf Seite 110)

Kreuz & Loesch G. m. b. H.

Ingenieurbauten — Breslau

Betonstraßenbau

B a u u n t e r n e h m u n g

Aug. Lindemann K.-G. Köln
und Zweigstelle Berlin

Tief- und Straßenbau

Speziell **Betonstraßenbau**

Straßenbau-Papiere

Reichsautobahn-Papiere, Betonfugeneisten vom Lager und auf Anfertigung

Bitumenpapiere und Bitumenpappe in Rollen und Bogen / Teerpapiere
Asphaltpapiere für Isolierungen jeder Art / Ölpapiere / Paraffinpapiere
Wachspapiere in vielen Sorten / Holzfaserplatten / Isolierplatten

O T T O L O E W E

Vertreter einschlägiger Fabriken / Behörden-Lieferant
Berlin - Niederschönhausen, Grabbeallee 30, Fernruf 48 05 29

Drahtseile in hochwertiger Qualität
und **Tru-Lay-Drahtseile**
als Spezialität liefert

Mech. Draht-u. Hanfseilfabrik Georg und Wilhelm Dietrich
Liebenwalde bei Berlin **Gegründet 1828** **Fernsprecher 224**

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 und Planierpflüge

Rheinische Kies- und Sandbaggerei Ubstadt
ALBERT KÄLBERER, WIESLOCH
Tel. Werk Ubstadt: Bruchsal Nr. 2818 :: Tel. Wiesloch Nr. 11
Kies und Sand in allen Körnungen

Gustav Schuffelhauer, Steinmetzmeister
Straßen- und Tiefbau
Berlin W 30, Viktoria-Luise-Platz 6 ^{Tel :} 25 02 62

REGULUS-BETONMISCHER, kontinuierlich arbeitend
G. Anton Seelemann & Söhne
Baumaschinenfabrik, Neustadt/Orla (Thür.)



Igas-Fugenkitt

hochwertige, langjährig bewährte Fugenfüllmasse
Igol-Vorstreichmasse
Igol-Bitumenanstrich

Flicksika

Sika G. m. b. H., Chemische Fabrik, Durmersheim / Baden
Fernruf: Durmersheim Nr. 14



Fahrbare
FÖRDERBÄNDER * SELBSTAUFLADER
WILHELM STÖHR OFFENBACH a. M. SPEZIALFABRIK FÜR TRANSPORTANLAGEN

Herm. Streubel Straßenbau G. m. b. H.
Berlin NW 40, Spenerstraße 21
Sammel-Nummer 35 60 15 — (Siehe Anzeige auf Seite 101)

Neuzeitliche Bau- und Straßenbaumaschinen

zum Mischen — Verteilen — Verdichten

in den neuesten Bauarten für
neuzeitliche Straßenbautechnik



Joseph Vögele A.-G. • Mannheim
Maschinenfabrik

Fernruf: 45241

Draht-Anschrift: Bahnfabrik

Kapag

Dehnungsfugeneinlagen

in fertigen Zuschnitten

TH. VOLSTORF

Gegr. 1830. Abt. Isolier- und Bauplatten

BERLIN C 2

Grünstr. 16

Sammel-Nummer 513678

Betoneisen-Biege- und Schneidemaschinen

FUTURA

A. Wagenbach & Cie., W.-Eiberfeld

KARL WITTE, BARBY a. E.

Ingenieurbaunternehmung K.-G.

Betonstraßenbau seit 1926



ZEMENTVERLAG

Verlag und Vertrieb

zement- und betontechnischer Fachliteratur

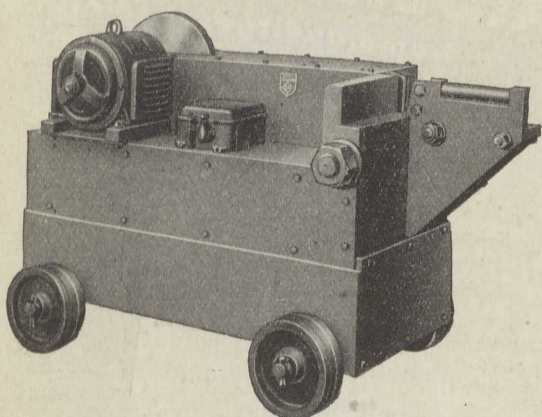
Berlin-Charlottenburg 2, Knesebeckstr. 30 Fernspr.: 914357

(Siehe Anzeigen auf den Seiten 111, 114, 118 u. 120)

Anzeigen:



Hochleistungs- Baumaschinen



„Simplex“ Betoneisen- schere

für jeden Antrieb ver-
wendbar

wird in 4 Größen von
32 bis 60 mm herge-
stellt

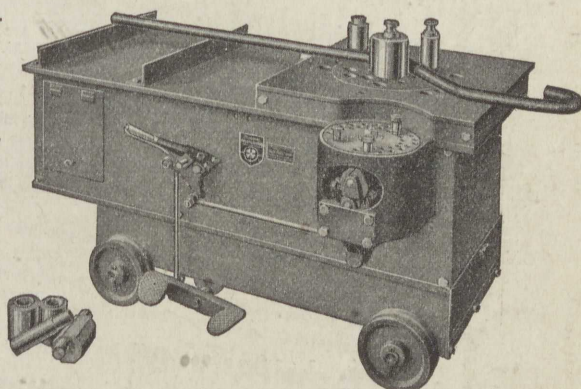
Kräftige Bauart!

Betoneisenbiegemaschine „Perfekt“

für Einfach- und Doppel-
aufbiegungen

Für
Spezialaufbiegungen be-
sondere Vorrichtungen

Hohe Leistung!



Paul Ferd. Peddinghaus
Gevelsberg in Westfalen



MASCHINENFABRIK OTTO KAISER

Kommanditgesellschaft
St. Ingbert • Oberlahnstein-Rh.

Wir stellen her

in neuzeitlicher Konstruktion
zur Erfüllung höchster Ansprüche
bei Verwendung nur besten Materials
unter Einsatz gewissenhafter Facharbeit:

Betonmischer in allen gangbaren Größen deutscher Industrie-Normen • für kleinere, mittlere und Groß-Baustellen • mit Benzin-, Diesel- und Elektro-Antrieb mit und ohne Hochbauwinde • fahrbar und stationär

Zwangsmischer für Beton und bituminöse Stoffe

Trogmörtelmischer

Kernsandmischer für Gießereien

Straßen-Betoniermaschinen
für modernen und schnellen Straßenbau

Stampf-Fertiger

für Planum, Unter- und Oberbeton, verstellbar und für alle Straßenbreiten

Krane

Elektrische Dreimotoren-Turmdrehkrane bis 25 m Ausladung • Drehkrane für Diesel- und Elektro-Antrieb mit und ohne Greifer • Laufkrane für Hand- und Elektro-Antrieb

Betonpumpen

für 10, 15 und 20 cbm stündliche Förderleistung

Winden

fahrbare u. stationäre Zahnrad- u. Derrick-Winden • leistungsfähig in Zugkraft und Hubgeschwindigkeit • mit Riemenscheiben-, Benzin-, Diesel- oder Elektro-Antrieb

Schnellbau-Aufzüge

für jede übliche Höhe

Baugruben-Aufzüge

in neuester Ausführung

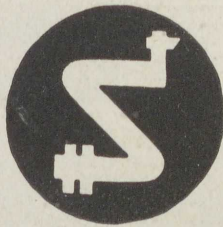
Verlangen Sie unser kostenloses und unverbindliches Angebot!

Herm. Streubel

Straßenbau G. m. b. H.

BERLIN NW 40
SPENERSTRASSE 21

Sammel-Nummer 356015



Dyckerhoff & Widmann K.G.

Berlin - Wilmersdorf, Mecklenburgische Straße 57



baut



Betonstraßen

im In- und Auslande seit 1905

Niederlassungen und Vertretungen an allen größeren Plätzen

Dingler -Stampf- und Hammerstraßenfertiger



zur wirtschaftlichen

Herstellung von Betonstraßen (Autobahnen)

DINGLERWERKE AKTIENGESELLSCHAFT ZWEIBRÜCKEN

FARBEN

in Pulverform zum Durchfärben
der obersten Betonschicht von
Straßendecken, usw.

Unsere erprobten Qualitäten
beeinträchtigen in keiner Weise
den Beton nachteilig.

Hohe Ausgiebigkeit, leichte Mischbarkeit,
höchste Beständigkeit, stets gleichbleibende
Lieferung.

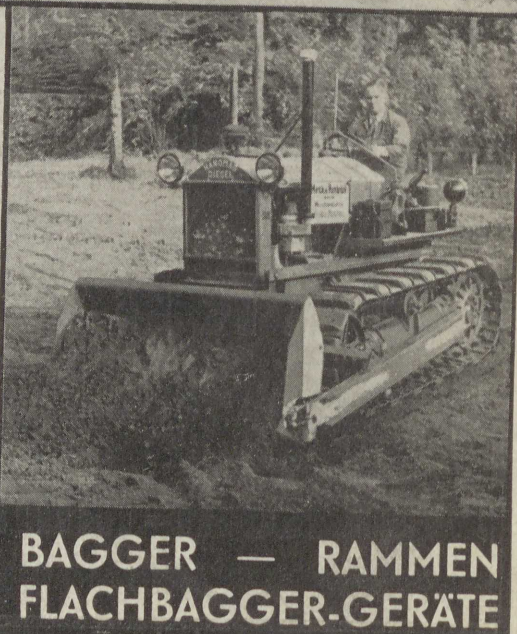
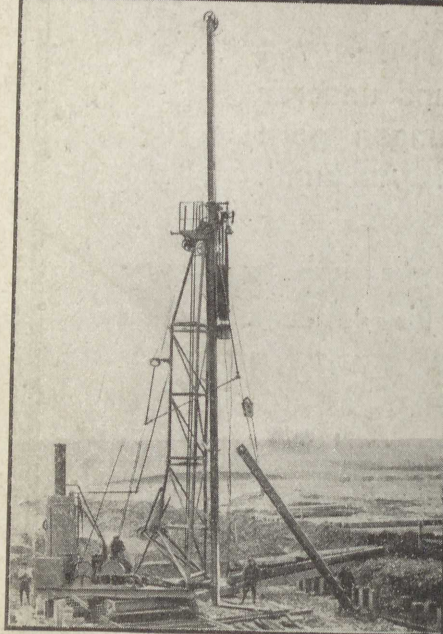
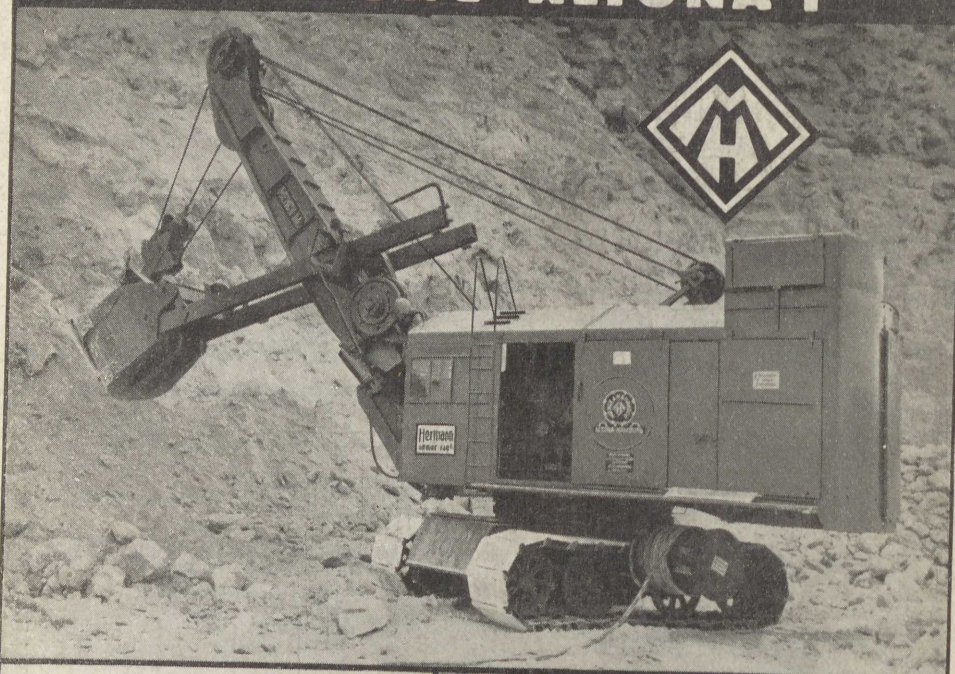
Wir geben auf Grund unserer
vielseitigen Erfahrungen gern
über alle Fragen Auskunft.

**FARBWERKE
FRANZ RASQUIN**

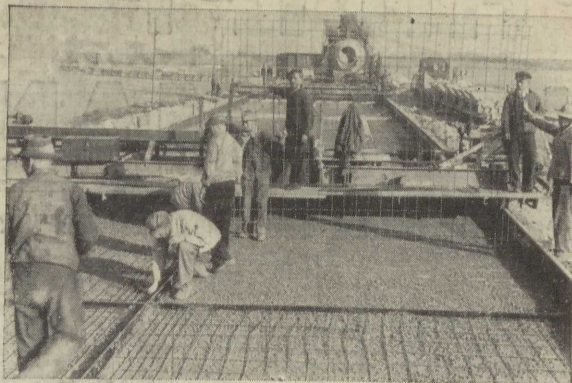
Akt.Ges.

Köln - Mülheim 1008

MENCK & HAMBROCK HAMBURG-ALTONA 1



BAGGER — RAMMEN
FLACHBAGGER-GERÄTE



BAUSTAHLGEWEBE

**DAS HÖCHSTWERTIGE ARMIERUNGS-
NETZ FÜR DEN NEUZEITLICHEN
STRASSENBAU**

- AMTLICHE ZULASSUNG $\sigma_e = 2400 \text{ kg/cm}^2$
FÜR DRAHTSTÄRKEN VON 4—12 mm
- BIS ZU 45% IGE STAHEINSPARUNG
- EINBAUFERTIG GESCHNITTENE MATTEN
- KEINE VERWECHSELUNG EINZELNER EISEN
- ERHÖHTER Gleitwiderstand IM BETON
- ERLEICHTERTE BAUKONTROLLE U. ABNAHME
- FORTFALL ZEITRAUBENDER VERKNÜPFUNG
- KEIN HAKENAUFBIEGEN DER DRAHTENDEN
- MASSGENAU BLEIBENDE BEWEHRUNGSLAGE
- BESCHLEUNIGUNG DES BAUFORTSCHRITTES

DAS SIND WICHTIGE GRÜNDE FÜR DIE STÄNDIG
ZUNEHMENDE VERWENDUNG AUF ALLEN GEBIETEN
DES EISENBETONBAUES

BAU-STAHLGEWEBE G. M. **DÜSSELDORF**
B. H.

DRUCKSCHRIFTEN, MUSTER, ANGEBOT

UND VERTRETER BESUCH KOSTENLOS UND UNVERBINDLICH

PHILIPP HOLZMANN

AKTIENGESELLSCHAFT · FRANKFURT A. M.



STRASSENBAU
HOCHBAU · TIEFBAU · EISENBETON
STEINMETZBETRIEBE · ZIEGELEIEN



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.

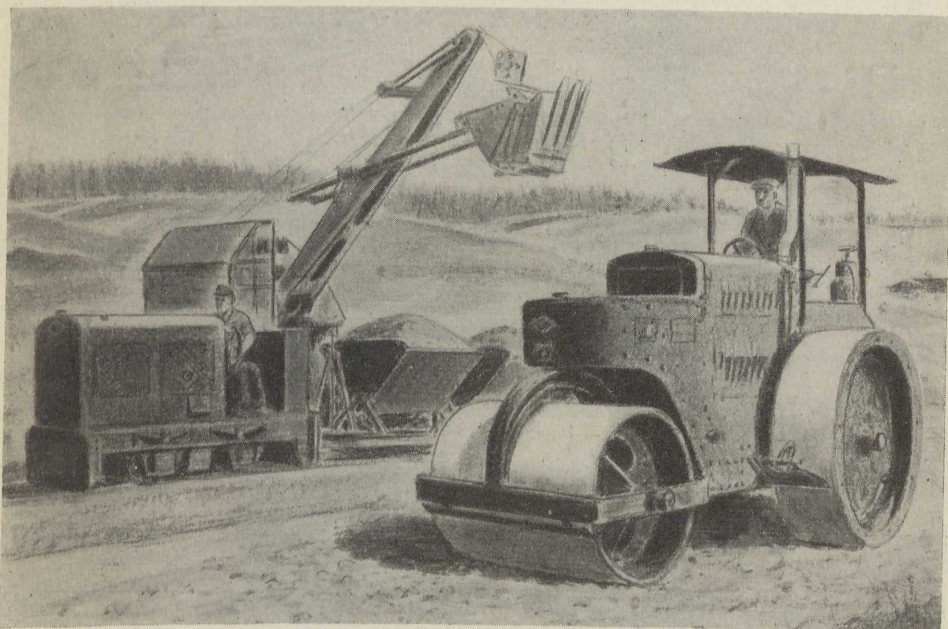
DYCKERHOFF

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

MBA

liefert für die Bauindustrie:

UNIVERSALBAGGER · TIEFLÖFFELBAGGER · STAMPFBAGGER
EIMERBAGGER · STRASSENWALZEN · DAMPF-BAULOKOMO-
TIVEN · DIESELLOKOMOTIVEN · KIPPWAGEN · KASTENKIPPER
MULDENKIPPER · GLEISE · WEICHEN · SIGNALANLAGEN



**MASCHINENBAU
UND BAHNBEDARF**

AKTIENGESELLSCHAFT

VORMALS ORENSTEIN & KOPPEL · BERLIN

MBA



„Große Straße“ auf dem Nürnberger Parteitaggelände.

**BETONSTRASSENBAU SEIT 40 JAHREN, BRÜCKEN-
BAU, GRÜNDUNGEN EINSCHL. DRUCKLUFT-GRÜNDUNGEN**

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

Berlin, Breslau, Chemnitz, Danzig, Dresden, Düsseldorf, Essen, Frankfurt a. M., Halle, Hamburg, Hannover, Karlsruhe, Kattowitz, Königsberg, Leipzig, Linz a. d. D., München, Neustadt a. d. Weinstraße, Nürnberg, Saarbrücken, Stettin, Stuttgart, Wien sowie im Auslande.

Zementruß

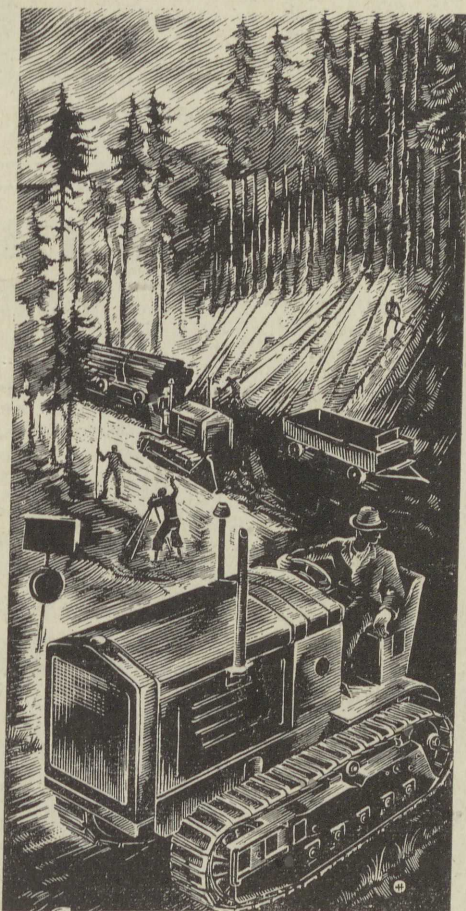
nach RAB-Vorschrift
einwandfrei
vorteilhaft.

Seit Jahren auf Reichsautobahnen
Kreis- und Bezirksstraßen
Flugplätzen
Radwegen
für Begrenzungen
in großem Maße verarbeitet.

Chemische Werke Brockhues A. G.
Niederwalluf bei Wiesbaden

FAMO

RAUPENSCHLEPPER



FAMO RAUPENSCHLEPPER

für Industrie und Baugewerbe in Spezialausführung
als Planier- und Raupenschlepper für den Erd- und Straßenbau.

FAMO FAHRZEUG-UND MOTORENWERKE GMBH Breslau 6

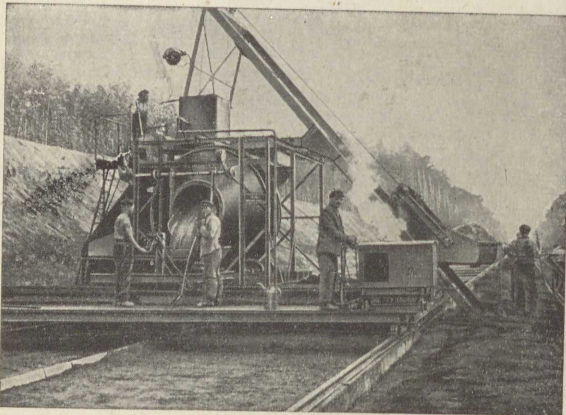
HEINRICH KÖHLER

Straßen- und Tiefbauunternehmungen

Berlin-Steglitz, Wulffstr. 15

Ruf: 79 66 55/56

**Ausführung
von Betonstraßen**



JBAG

baut

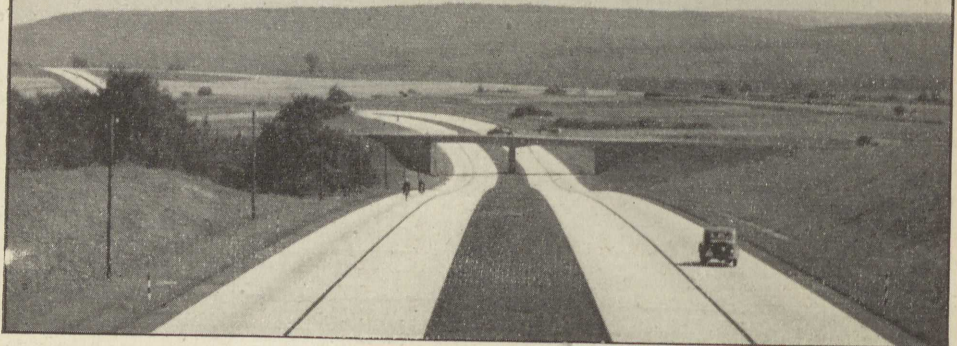
Baumaschinen aller Art
in Sonderheit für die
Reichsautobahn
Straßenbaumischer
Betonverteiler
Fahrbahnschienen
Fugeneisen etc.

**Ingenieurbesuch und
Fachberatung kostenlos
und unverbindlich**

**Internationale
Baumaschinenfabrik**

A-G
Neustadt a. d. Weinstraße

C. BARESEL A.G.



Einbauversuche mit 18 Zementen auf der Reichsautobahn bei Berlin

von Dr.-Ing. Karl Eberle

Umfang 50 Seiten mit 9 Zahlen-
tafeln und 36 Abbildungen
Preis RM 3,60

ZEMENTVERLAG
BERLIN-CHARLOTTENBURG 2

Prüfung der Zuschlagstoffe beim Bau von Betonstraßen

Nach
Merkblatt für Betonstraßen
III. Teil

Arbeitsblock von 50 Blatt
Preis RM 2,—



Zementverlag
Berlin-Charlottenburg 2



A G

BETON UND MONIER BAU A.-G.

HAUPTVERWALTUNG
BERLIN W 9

ABTEILUNGEN

BERLIN W 9	KÖNIGSBERG i. Pr. 1
BEUTHEN O.-S.	LEIPZIG W 35
BIELEFELD	MAGDEBURG
DRESDEN - A 1	MANNHEIM
ERFURT	MÜNCHEN 1
ESSEN - RUHR	NÜRNBERG O
FRANKFURT a. M.	PARÉV a. d. ELBE
HAMBURG 1	SAARBRÜCKEN
HANNOVER 1. O	STETTIN
KASSEL	STUTT GART O

Über technisch-wissenschaftliche und wirtschaftliche Fragen des gesamten Bauwesens berichten laufend:

Die Betonstraße

Monatsschrift für wirtschaftliche und technische Fragen des Straßenbaues

Bezugspreis für Deutschland jährlich 12.— RM, halbjährlich 6.— RM

Zement

Wochenschrift für Hoch- und Tiefbau

Bezugspreis für Deutschland jährlich 18.— RM, vierteljährlich 4.50 RM

Betonstein - Zeitung

Halbmonatsschrift

Bezugspreis für Deutschland jährlich 12.— RM, vierteljährlich 3.— RM

Der Bau-Kurier

Wöchentlich erscheinendes Informationsblatt für das gesamte Bauwesen. Offizielles Organ der Wirtschaftsgruppe Steine und Erden

Bezugspreis für Deutschland vierteljährlich 4.50 RM, monatlich 1.50 RM

Wichtige Straßenbau - Literatur:

Die Prüfung von Kies und Splitt für Straßenbeton. Von Dr.-Ing. habil. K. Walz. Preis 2.— RM

Vergleichende Prüfungen von Straßenbauzementen in der Versuchsanstalt und in der Straße. Von Graf und Walz. Preis 2.— RM

Ein Beitrag zur Bodenverfestigung mit Zement. Von Dr.-Ing. Hummelsberger. Preis 1.60 RM

Über Zement für Betonstraßen. Von Prof. Otto Graf. Preis 0.80 RM

BAU-VERLAG Rudolf Schirmer

Berlin W 15, Kurfürstendamm 67



Dursitekt Fugenvergüß- Masse

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

Für die Reichsautobahn zugelassen



Alleiniger
Hersteller:

Gustav A. Braun, Biberwerk, Köln, Goebenstr. 12 Berlin, Ham-
burg, Stuttgart

Ferner haben sich bei
Betonstrassen bewährt:

AQUASAN-M 38

Leuchtend weißer
Markierungs - Anstrich
zur Kennzeichnung von Fahr-
bahnen etc.

AQUASTOP

Schnell-abbindender
Mörtelzusatz
ist ein hervorragendes Hilfs-
mittel für rasche Ausbes-
serungsarbeiten in der Fahr-
bahndecke

— Eine Anfrage lohnt sich —

TH. u. O. HESSIG

Beton- und Eisenbetonbau

Betonstraßenbau

Ausführung von
Reichsautobahn-Fahrbahndecken

Karlsruhe i. B., Hirschstr. 40

Gegründet 1878

Fernspr. 105



Für den Straßenbau:

- Vibrations-Stampfer
- Vibratorbohlen und -platten
- Baustellen - Stromerzeuger

ROBERT WACKER

Kommanditgesellschaft

Klotzsche/Dresden

ZEMENTVERLAG

Verlag und Vertrieb
zement- und betontechnischer Fachliteratur

Berlin-Charlottenburg 2, Knesebeckstr. 30

Fernsprecher: 914357



Wichtige Literatur für den Straßenbau

Die maschinelle Fertigung des Betons im Straßenbau
unter besonderer Berücksichtigung des Rüttelver-
fahrens von Dr.-Ing. Rolf Schade Preis 6,— RM

Prüfung der Zuschlagstoffe beim Bau von Betonstraßen
Arbeitsblock von 50 Blatt Preis 2,— RM

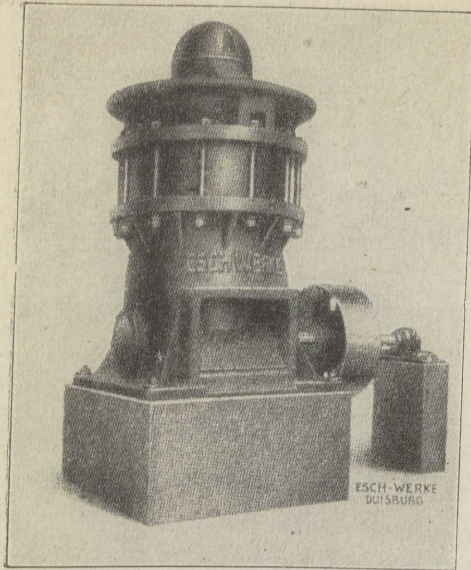
Schriftenreihe der Forschungsgesellschaft für das
Straßenwesen E.V. Arbeitsgruppe „Betonstraßen“

(Verzeichnis auf Seite 118)

Einbauversuche mit 18 Zementen auf der Reichsauto-
bahn bei Berlin von Dr.-Ing. Karl Eberle . Preis 3,60 RM

Über Temperatur und Spannung bei Balken und Fahr-
bahndeckenplatten aus Beton. Von Dr.-Ing. Karl Eberle
Preis 4,80 RM

(Siehe auch die Anzeigen auf den Seiten 111, 118 u. 120)



Zur Herstellung eines erstklassigen Splittbetons von kubischer Beschaffenheit ist unser

Feinkreiselbrecher

die gegebene Maschine.

Wir liefern für den Straßenbau:

- | | |
|---------------------|-------------------|
| Kreiselbrecher | Vibrationssiebe |
| Backenbrecher | Siebtrommeln |
| Granulatoren | Gegenstrommischer |
| Einschwingenbrecher | Rohrmühlen |
| Glattwalzwerke | Hammermühlen |

usw.

ESCH-WERKE DUISBURG

KOM.-GES., MASCHINENFABRIK U. EISENGIESSEREI, GEGR. 1881

Auf Grund 50jähriger Erfahrung liefern

Kernbohrmaschinen

Original Craelius samt Zubehör

für alle Zwecke, wie Bohrungen auf Erz, Kohle, Wasser, Bodenuntersuchungen, Entnahme von Kernen aus Mauerwerk, Brücken-, Ankerfundamenten usw.

Spezialbohrwerke zur Gewinnung von Kernen aus

Betonstraßendecken

mittels Diamant-, Stahlschrot-, Hartstift- und anderen Kronen

Lange, Lorcke & Co., G.m. b.H., Heidenau/Sachsen

Lieferantin der Reichsautobahnen

Telegramme: Bohrlange

Ruf 392

FRITZ GÖTZ

EHEM. GEORG GÖTZ SÖHNE
MILTENBERG * MAINFRANKEN

Flußbaggerei, Mainsand- und Kieswerk

(Tagesleistung ca. 2000 To = 100 Waggon)

liefern:

erstklassigen Mainsand und -kies

gewaschen und gesiebt in allen Körnungen
in Waggon oder Schiffsladungen

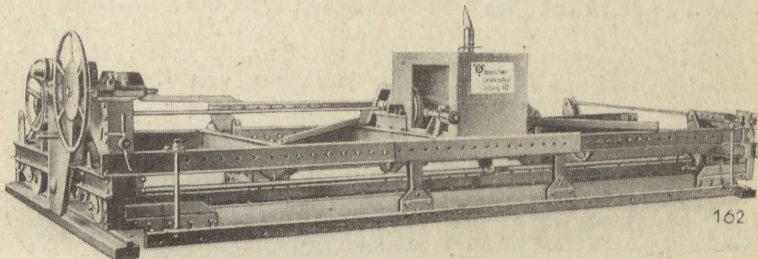
Erwarten Ihre Anfrage!

STRASSEN-FERTIGER

nach dem Vibrations-Verfahren

Der Fahrbahn-Fertiger für Straßen, Rollfelder, Fußböden — Wissenschaftlich
empfehlend begutachtet, praktisch hervorragend bewährt

Verstellbar auf verschiedene Straßenbreiten



Baumaschinen - Gesellschaft m. b. H.

Geschäftsführer: GEORG BREUER

LEIPZIG N 22, Poetenweg 41/Z — Tel. 52 178

Stahlbauwerke

aller Art, genietet oder geschweißt

Stahlpundwände

Tor-Stahl, Sonder-Armierungsstahl für den Bau von
Betonstraßen

Hochofenzement, auch hochwertig

Hochofenschlacke für Wegebau

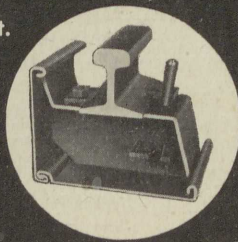
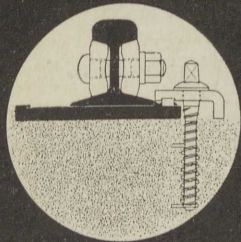
Packlage — Kleinschlag — Splitt

Hochofenschlacke unaufbereitet (Baggerschlacke)

für Straßengründung und Anschüttung, frei
von irgendwelchen brennbaren Stoffen.

Schalungsschienen für den Straßenbau

DRP. und
Auslandspat.



KRUPP

FRIED. KRUPP AKTIENGESELLSCHAFT
FRIEDRICH-ALFRED-HÜTTE, RHEINHAUSEN

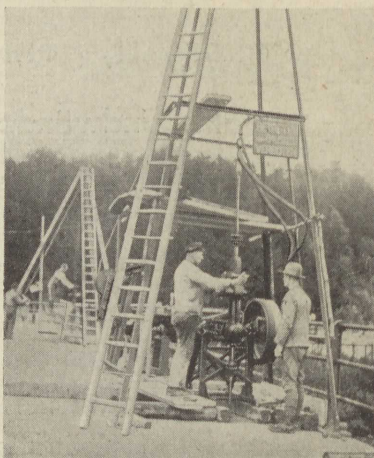
Schürfbohrmaschinen

zur Bodenuntersuchung durch
Kerngewinnung beim
Brücken- und Straßenbau

ferner

für Zementierlöcherbohrungen
zur Gebirgsverfestigung usw.

Alfred Wirth & Co.
Erkelenz/Rhld.



Schriftenreihe der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen E. V.

Arbeitsgruppe „Betonstraßen“

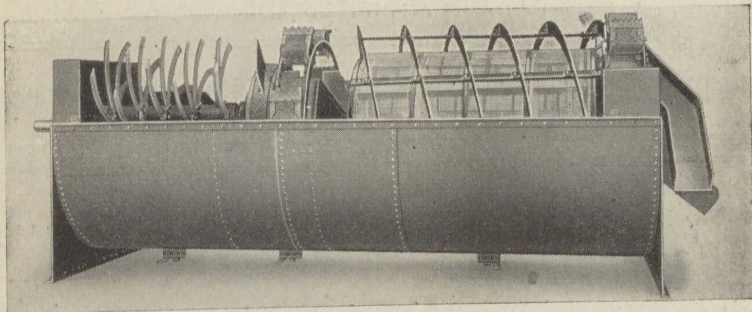
- | | | |
|---------|---|---------------|
| Heft 1 | Untersuchungen mit Geräten für die Verdichtung von Straßenbeton von Prof. O. Graf | Preis RM 1,20 |
| Heft 3 | Über die Auswahl der Zemente zum Betonstraßenbau und über einige dabei aufgetretene Fragen von Prof. O. Graf | Preis RM 1,40 |
| Heft 5 | Aus Versuchen mit Betondecken der Reichskraftfahrbahnen, durchgeführt in den Jahren 1934 und 1935 von Prof. O. Graf | Preis RM 2,40 |
| Heft 6 | Einrichtungen zur Messung der Beanspruchung von Beton-Fahrbahnplatten von Dr.-Ing. Gustav Weil | Preis RM 1,20 |
| Heft 9 | Über die chemische Zusammensetzung von Portlandzement für den Bau von Betonfahrbahndecken von Dr. G. Haegermann
Versuche zur Entwicklung von Straßenbauzementen von Dr. H. E. Schwiete | Preis RM 2,— |
| Heft 10 | Versuche über den Einfluß der Beschaffenheit der groben Zuschläge auf die Eigenschaften des Betons, insbesondere des Straßenbetons von Prof. Otto Graf | Preis RM 2,40 |

ZEMENTVERLAG, Berlin-Charlottenburg 2

POLENSKY & ZÖLLNER

**BAUT
SEIT 1925**

BETON - STRASSEN



Pat. Dr.-Ing. Schneider

Wasch- und Siebmaschinen für Betonzuschlagstoffe

Kies, Sand, Splitt

baut als Spezialität seit 1895

Excelsior Maschinenbau - Ges., Stuttgart - S. 36

Straßenbau-Papiere

Reichsautobahn-Papiere, Betonfugenleisten vom Lager und auf Anfertigung

Bitumenpapiere und Bitumenpappe in Rollen und Bogen / Teerpapiere
Asphaltpapiere für Isolierungen jeder Art / Ölpapiere / Paraffinpapiere
Wachspapiere in vielen Sorten / Holzfaserplatten / Isolierplatten

OTTO LOEWE

Vertreter einschlägiger Fabriken / Behörden-Lieferant
Berlin - Niederschönhausen, Grabbeallee 30, Fernruf 48 05 29

Ein neuer Weg zur Leistungssteigerung

**Die maschinelle Fertigung des Betons
im Straßenbau unter besonderer
Berücksichtigung des Rüttelverfahrens**

Von **Dr.-Ing. Rolf Schade**

Herausgegeben von Prof. Dr. G. Garbotz

Forschungsinstitut für Maschinenwesen beim Baubetrieb
Technische Hochschule Berlin

56 Seiten DIN A 4 mit 86 Abbildungen **Preis 6.— RM**

ZEMENTVERLAG, BERLIN-CHARLOTTENBURG 2

Für Holzgerüstbau:

**Bauschrauben - Unterlegscheiben
Laschen**

Gerüstklammern und sonstige Baueisenwaren

Ferner:

Alle Hoch- und Tiefbaugeräte

liefert schnell aus großen Lagervorräten

Otto Overhoff, Mettmann Rhld.

Ruf 246 und 247

Für den Inhalt verantwortlich: Hans Kirchberg, Berlin-Charlottenburg 2. — Für das „Firmenverzeichnis für den Betonstraßenbau“ und für die Anzeigen verantwortlich: Christine Cottin, Berlin-Charlottenburg.
Verlag: Zementverlag, Berlin-Charlottenburg 2, Knesebeckstraße 30.
Druck: A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68, Zimmerstraße 29. M.-A. 6000.

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. Seine Arbeit setzt fort die **Fachgruppe Zement-Industrie**. Jeder verständige Fachmann, der neu an dieses Gebiet herantritt, greift zurück auf solche Erfahrungen.

Sie stehen ihm zur Verfügung durch die **Bauberatungsstellen**
der deutschen Zementindustrie

- Berlin, Berlin-Charlottenbg. 2, Knesebeckstr. 30
- Breslau, Breslau 16, Kaiserstraße 18
- Frankfurt/M., Frankfurt, Auf der Körnerwiese 3
- Hannover, Hannover 10, Königstr. 24
- Köln, Köln, Deichmannhaus, Zimmer 204/6
- München, München 15, Bavariaring 16

Die Bauberatungsstellen geben gern auf Anfragen kostenlose Auskünfte