

DIE BAUTECHNIK

14. Jahrgang

BERLIN, 11. September 1936

Heft 40

Alle Rechte vorbehalten.

Der deutsche Landstraßenbau von 1930 bis 1935.

Von Ministerialrat Dr.-Ing. Artur Speck, Dresden.

I.

Schon immer habe ich betont, daß der Landstraßenbau nur vorwärtsgebracht werden kann, wenn er planmäßig betrieben wird, und ich glaube, nicht nur geredet, sondern in meiner Straßenbauverwaltung auch danach gehandelt zu haben. Anfang 1930 gab ich einen Überblick¹⁾ über das, was seit dem Ende des Währungsverfalles geleistet worden ist, und wies auf die Bestrebungen der Vereinheitlichung hin, gekennzeichnet durch die Straßenverkehrsordnung von 1927, die Straßenbauordnung, die Versuche auf der Braunschweiger Versuchsbahn, die Arbeiten der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau, der Forschungsinstitute an den Technischen Hochschulen und der Studiengesellschaft zur Finanzierung des deutschen Straßenbaues, sowie durch die Ausbaupläne der größeren Länder und die zahlreichen fachtechnischen Veröffentlichungen und Werke.

Diese Bestrebungen, den Straßenbau trotz der nach der Scheinblüte eingetretenen Geldnot zu fördern, wurden von 1930 an fortgesetzt, konnten aber erst zu einem vollen Erfolge führen, als der Führer nach der Machtübernahme dem Straßenbau neue Wege wies und das gesamte Straßenwesen in die Hand einer ihm unmittelbar unterstehenden obersten Reichsbehörde, des Generalinspektors für das deutsche Straßenwesen, legte. Ein Grundgesetz vom 26. März 1934 über die einstweilige Regelung des Straßenwesens und der Straßenverwaltung und die beiden Verordnungen vom 7. Dezember 1934 zur Durchführung dieses Gesetzes und vom 12. Februar 1935 zur Regelung der finanziellen Auseinandersetzung zwischen den alten und neuen Trägern der Straßenbaulast sind die Marksteine der Neuordnung. Neu geschaffen wurden neben den Kraftfahrbahnen 40 000 km Reichsstraßen — Lastenträger das Reich —, 80 000 km Landstraßen I. Ordnung — Lastenträger die Länder und preußischen Provinzen — und Landstraßen II. Ordnung. Für diese sind Träger die preußischen Kreiskommunalverbände und die ihnen entsprechenden Selbstverwaltungskörper in den anderen Ländern. Soweit die Lastenträger II. Ordnung keine eigene straßenbautechnische Dienststelle besaßen, üben die Straßenbaubehörden der Länder und preußischen Provinzen die Verwaltung aus. Den Lastenträgern II. Ordnung bleibt aber auch in diesem Falle das Bestimmungsrecht über die Mittel. Die Ortsdurchfahrten haben die Gemeinden über 6000 Einwohner selbst zu unterhalten. Durch diese Neuordnung ist in den meisten nichtpreußischen Ländern tatsächlich die Verwaltung des Straßenwesens in einer Hand. Der Generalinspektor übt im übrigen die Fachaufsicht über alle Landstraßen aus. Neubauten von Landstraßen I. und II. Ordnung, für die nicht das Land Bauherr ist, dürfen nur unter Leitung einer vom Generalinspektor bestimmten Baubehörde durchgeführt werden. Die Straßenaufsicht und Wegebaupolizei auf allen Landstraßen ist auf den Generalinspektor übergegangen, der sich der Landesverwaltungen bedient. Die obersten Straßenbaubehörden führen Straßenverzeichnisse für die einzelnen Gruppen, die die Bedeutung eines Oblastensbuches haben. Eine Straße erhält oder verliert die Eigenschaft als Reichsstraße, Landstraße I. oder II. Ordnung durch Eintragung oder Löschung im Straßenverzeichnis. Dadurch ist ein klarer Rechtszustand geschaffen, der neben den Verzeichnissen in Karten verankert wird. Da die Straßennetze keine Unterbrechung in den Orten haben, sondern in sich geschlossen sind, ist der Einfluß des Generalinspektors auch auf die im Zuge einer Land- oder Reichsstraße liegenden Stadtstraßen gegeben, was für den Ausbau der Ausfallstraßen der Gemeinden über 6000 Einwohner, besonders der Großstädte, sehr bedeutsam ist. So entscheidet der Generalinspektor über die Notwendigkeit, die Art und den Zeitpunkt des Ausbaues der im Zuge von Reichsstraßen liegenden Ortsdurchfahrten im Einvernehmen mit der Kommunalaufsichtsbehörde. Die Aufbringung der Mittel für den Straßenbau ist durch Reichshaushaltplan für die Reichsstraßen, im übrigen durch reichs- und landesrechtliche Maßnahmen gesichert. Der Straßenverkehr ist durch die deutsche Straßenverkehrsordnung vom 28. Mai 1934 einheitlich für das Reich geregelt. Die Vorarbeiten, die der deutsche Straßenbauverband für die Vereinheitlichung des Straßenwesens geleistet hat, sind durch die Einsetzung eines Generalinspektors ab-

geschlossen. Der Verband hat sich deshalb im Januar 1936 aufgelöst und übergibt die Braunschweiger Versuchsbahn der an Stelle der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau neugegründeten Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, während die deutsche Verkehrszählung durch das Land Sachsen im Auftrage des Generalinspektors durchzuführen ist.

In der Zeit von 1930 an hat die Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau Richtlinien für den Ausbau der Straßen und viele Merkblätter für die einzelnen Bauweisen herausgebracht. Diese Grundsätze werden jetzt neu bearbeitet, wobei vor allem der Ausbau der Krümmungen im Grundriß, Längs- und Querschnitt, die Abflachung des Quergefalles der Straßen, die Bodenmechanik, die landschaftliche Ausgestaltung und die Beschilderung sowie die Sperrungen im Vordergrund stehen. Die Vereinheitlichung des Anschlags- und Verdingungswesens sind ebenfalls im Werke. Diese Dinge sollen im Rahmen dieses Aufsatzes nicht behandelt werden, da sie sich bis zum Ende des Jahres 1935 noch nicht voll ausgewirkt haben.

Dagegen soll die Entwicklung der Straßenbauweisen von 1930 bis 1935 ausführlicher behandelt werden.

Um die Frage zu beantworten, ob eine schwere, mittelschwere oder leichte Decke zu wählen ist, ist immer mehr die Notwendigkeit der Zählung des Verkehrs erkannt worden. Die Ergebnisse der zweiten deutschen Verkehrszählung sind deshalb durch eine Zwischenzählung auf den Fernverkehrsstraßen im August und September 1932 ergänzt worden und sollen durch eine neue, dritte Verkehrszählung²⁾ auf den Reichs- und Landstraßen I. Ordnung, also etwa im gleichen Netz wie 1928/29, in der Zeit vom 1. Oktober 1936 bis zum 30. September 1937 nach ähnlichen Verfahren neu festgestellt werden. Der Zeitpunkt ist so gewählt, daß der Verkehrszustand in Deutschland noch vor den Wandlungen, die die Inbetriebnahme der Kraftwagenbahnen hervorbringen wird, erfaßt wird.

II.

Die Bauweisen haben sich im Laufe der sechs Berichtsjahre weiter entwickelt und sind heute zu einem gewissen Abschluß gekommen. Der Grundsatz, dem Kraftverkehr dienende Schotterstraßen nur noch mit Bindung durch bituminöse oder wasserbindende Stoffe zu bauen, hat sich nunmehr durchgesetzt; leider ist — hauptsächlich wohl wegen Mangel an Mitteln — die Forderung, keine kiesgebundene Schotterstraße mehr ohne Oberflächenbehandlung zu lassen, noch nicht überall durchgeführt. Für die dem Verkehr während der Olympiade dienenden Straßen müssen daher noch die alten Verfahren der Staubbekämpfung, etwa mit Chlorkalzium, angewendet werden. Als Hauptbauweisen sind zu nennen: die Pflasterung, die Teer- und Asphaltbauweisen und die Betonstraßen.

A. Kleinpflaster.

Am wenigsten ist zum Kleinpflaster zu sagen, weil diese Bauweise bereits endgültig erprobt ist. Lediglich ist in letzter Zeit mehr Sorgfalt auf das Unterbett und auf die Auswahl der Steine gewendet worden. Bei starkem Verkehr wird vielfach der Fugenverguß, hauptsächlich mit Kaltasphaltemörtel angewendet, auf starrer Unterlage mit Zementmörtel. Bei bester Steinform und bestem Setzen halte ich den Fugenverguß im allgemeinen nicht für nötig. Unebenes Pflaster läßt sich mit reichlicherem bituminösen Verguß recht gut glätten, falls man nicht einen solchen Überzug als dünnen Teppich herstellt. Walzpflaster (Riesenschotter) ist auch bei stärkerem Verkehr wegen seines Bitumensplittverbandes dem Kleinpflaster dritter Sorte technisch überlegen, vorausgesetzt, daß die Steine sich zu einer wirklich ebenen Oberfläche walzen lassen.

B. Asphaltbauweisen.

1. In den Jahren 1930 bis 1935 sind die früher gebräuchlichen Straßenbauweisen mit Bitumen weiter entwickelt worden. Ein gutes Bild von den Fortschritten, die in dieser Zeit gemacht worden sind, geben die Merkblätter, die die „Stufa“ herausgegeben hat für leichte und mittelschwere Bauweisen unter Verwendung des Asphaltbitumens vom April 1932,

²⁾ Aufsatz des Verfassers im 1. Forschungsheft der Forschungsgesellschaft für Straßenwesen, Juli 1936.

¹⁾ Speck, Der deutsche Landstraßenbau Ende 1929. Bautechn. 1930, Heft 7, S. 86.

für Walzasphaltdecken Juli 1933, für Teerbitumenmischungen Oktober 1933, für Straßendecken im Kalteinbau mit Welchasphalt (Verschnittbitumen) und für rauhe Straßenbeläge unter Verwendung von Asphaltbitumen November 1932.

Als besonders wichtige Neuerungen auf dem Gebiete der Bitumenverwendung sind das Verschnittbitumen und die stabilen Bitumenemulsionen hervorzuheben.

2. Gußasphalt und Walzasphalt. Im Aufbau und in der Oberflächengestaltung der Beläge wird mehr als früher Rücksicht genommen auf die Erzielung möglichst großer Standfestigkeit und einer rauhen Oberfläche. Eine große Standfestigkeit sucht man vor allem zu erreichen durch sorgfältigen Körnungsaufbau, insbesondere Anreicherung der Gemische mit Splitt. Bis zu 45% geht z. B. der Zusatz an Splitt 3 bis 8 mm, der für die Zusammensetzung von Gußasphalt auf den Reichsautobahnen vorgeschrieben ist. Beim Walzasphalt (Asphaltgrobbletton) liegt der Splittgehalt sogar bei 60 bis 65%. Hier ist der Splittgehalt so hoch bemessen, daß der Sand-Füllstoff-Bitumenanteil in der fertigen Decke nur die Zwischenräume zwischen dem dicht gelagerten Splitt ausfüllt. Die große Verspannung dieses Deckenbaues und damit seine hohe Festigkeit ist daraus erklärlich. Die Rauhgestaltung wird dadurch erzielt, daß beim Einbau der Deckenschicht in die oberste Schicht noch Splitt, der mit Bitumen umhüllt ist, eingepreßt wird.

3. Auf dem Gebiete der mittelschweren Beläge ist neuerdings der Walzschottergußasphalt mehr in Aufnahme gekommen, der sich von der gewöhnlichen Tränkdecke dadurch unterscheidet, daß an Stelle von Bitumen ein bitumenreiches Feinmineralgemisch in die Schotterdecke eingegossen wird.

Zu den mittelschweren Decken zählen auch die mit Verschnittbitumen hergestellten Asphaltmakadamdecken (Asphaltmischmakadam, Asphaltstreumakadam) und die verschiedenen unter Verwendung von Bitumenemulsionen entwickelten Bauweisen (Emulsionstränkdecken-Vermörtelung).

4. Von großem Einfluß auf die technische Entwicklung der Asphaltbauweisen seit 1930 ist die Einführung des Verschnittbitumens gewesen. Dieses ermöglicht, kalt einbaufähige Asphaltgemische herzustellen und auf größere Strecken hin zu verfrachten. In der Zwischenzeit sind weitere Erfahrungen mit dieser sehr bequemen und erfolgreichen Bauweise gemacht worden³⁾.

Es handelt sich dabei einerseits um die Entwicklung der Asphalt-einstreudecken unter Verwendung von Splittgemischen, andererseits um Verbindung von Einstreudecken mit dünnen Auflagen aus kalt einbaufähigem Asphaltbeton. Abwandlungen der Bauweise, bei denen die Schotterunterlage mit Bindemittel vorgetränkt wurde oder als Deckenschicht neben dem kalt einbaufähigen Asphaltsplitt- und Asphaltbetongemisch auch heiß einbaufähige Asphaltfeinbetonzusammensetzungen Verwendung gefunden haben, sind in letzter Zeit besonders in der Provinz Brandenburg zur Entwicklung gekommen.

Die Asphaltmischmakadamdecken, bei denen auch die untenliegende Schotterlage mit bitumenumhülltem Material hergestellt wird und bei der als Deckenschicht Material der gleichen Zusammensetzung wie bei der Asphaltstreudecke genommen wird, sind neuerdings auch als Ersatz für den Asphaltstreumakadam verwendet worden. Sie dürften bald die Einstreudecke, die ein Kind der Wirtschaftsnot war, ganz ersetzen.

5. Viel Arbeit ist auf die Rauhgestaltung alter Stampfasphaltdecken verwendet worden⁴⁾.

6. Erhebliche Fortschritte sind auch erzielt worden auf dem Gebiet der Bitumenemulsionen, insbesondere durch die Entwicklung der Mischemulsionen, die nur langsam zerfallen. Die Verzögerung des Zerfalls ermöglicht es, Gestein, Sand und andere Stoffe mit Bitumenemulsion zu mischen und damit Mineralmischungen von Asphaltbetoncharakter, ohne daß vorzeitiger Zerfall der Emulsion eintritt, zu verarbeiten. Ebenso ist es möglich, mit den zähflüssigen Bitumenemulsionen eine erhebliche Menge Steinmaterial zu binden und damit recht haltbare und rauhe Oberflächen zu erzielen.

C. Teerbauweisen.

1. Im Jahre 1929 waren auf der Avus rd. 70 000 m² Teerbeton mit Hilfe von Straßenfertigern eingebaut worden. Diese Teerstraßenbauweise wurde vom Jahre 1930 an in Fachkreisen mehr und mehr bekannt. Die starke Zunahme der auf der Avus gefahrenen Geschwindigkeiten, die in der Zeit von 1926 bis 1935 von 196,5 auf 260,0 km/h stieg, führte zu der Erkenntnis, daß der sorgsame Einbau von Teerfeinmineralmassen hochwertige Decken zu liefern vermochte, zumal deren Ebenflächigkeit den Forderungen des ständig steigenden Schnellverkehrs entsprach.

Die Einführung des Teerbetons im Landstraßenbau ging schnell vor sich. Als Beispiel besonderer Bewährung seien die Heidestraße, Berlin, genannt, die den Schwerstverkehr vom Güterbahnhof Moabit in

das Stadttinnere leitet, ferner die Ausfallstraße der Stadt Essen nach Düsseldorf, die Alfredstraße, mit rd. 10 000 t Verkehr, und die Straßen des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk, die u. a. die Hauptverbindung zwischen Essen, Bochum und Dortmund darstellen.

Schon im Jahre 1934 konnte die „Stufa“ ein Merkblatt für die Beschaffenheit und Herstellung aus Heißteer hergestellter Mineralmassen herausgeben. Es bildete die Vorläuferin von DIN 1996 in der Fassung vom November 1935, in der u. a. die Regeln für Teerfeinbeton und Teergrobbletton festgelegt sind. Mit der Anerkennung des Teerbetons als geeigneter Bauweise für den Reichsautobahnbau fand die Entwicklung des Teerbetons ihren vorläufigen Abschluß.

2. Indessen erlaubten die geringen, für den Landstraßenbau zur Verfügung stehenden Geldmittel die Verlegung des Teerbetons nur auf besonders schwer belasteten Strecken. Die Erkenntnis, daß man auf Straßen mittelstarken Verkehrs mit billigeren Bauweisen auskommen könnte, führte zur Ausbildung des Teerstreumakadams. Auch die Einführung dieser Teerstraßenbauweise vollzog sich infolge der Einfachheit ihrer Herstellung überraschend schnell. Als Beispiel sei die Rheinprovinz genannt, in der jetzt 900 km solcher Teereinstreudecken sich bewähren.

3. Meinungsverschiedenheiten bestehen in Fachkreisen nur noch über die zweckmäßigste Art des Porenschlusses. Vielfach wandte man für diesen Zweck die heiße Oberflächenteerung an, ersetzte sie aber andernorts durch Aufstreuen und Abwalzen von Teersand und ging schließlich sogar dazu über, den Teerstreumakadam mit Teerfeinbeton abzuschließen. Das hatte eine solche Verteuerung dieser an sich als billiger Straßenbelag gedachten Bauweise zur Folge, daß die Preise sich denen des Teermischmakadams näherten. Die Entwicklung im Teerstraßenbau geht offensichtlich zur Zeit dahin, diese hochwertige Bauweise mehr als bisher anzuwenden. Die dabei bestehende Möglichkeit, das geteerte Gestein in einer dünnen Schicht zu verlegen oder die Tragfähigkeit über zwischichtigen Teermakadam von 5 bis 6 cm bis zum Deckenbelag für Schwerverkehr zu steigern, berechtigt zu der Hoffnung, daß diese Deckenart immer mehr zur Anwendung kommt.

4. In der Zusammensetzung der Straßenteere hat sich nichts Wesentliches geändert. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß man zu immer höheren Viskositäten gekommen ist. Das zeigt sich auch äußerlich darin, daß in den Straßenteervorschriften der Anthrazenölteer 50/50 fallen gelassen wurde, während der Anthrazenölteer 70/30 neu eingesetzt wurde. Allgemein vertritt man jetzt den Standpunkt, den Teer so steif zu verwenden, wie es Witterung und Verarbeitungsmöglichkeit eben zulassen.

Im übrigen gehen die schon seit Jahren einsetzenden Bestrebungen weiter, die Zahl der Straßenteersorten einzuschränken, um eine Vereinfachung in der Herstellung, Bestellung und Verwendung zu erreichen.

5. Bemerkenswert ist die Einführung und Vervollkommnung des Kaltteers. Es wird jetzt nur noch eine einzige Kaltteersorte hergestellt, die besonders für die Pflege der Straßen auf Grund ihrer leichten Verarbeitungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit eine weite Verbreitung gefunden hat.

6. Ein kurzer Blick auf die Berichtszeit vermittelt den Eindruck einer beständigen und erfolgreichen Entwicklung. Wirft man zum Schluß noch einen Blick auf die Forschung innerhalb des Teilgebietes Teerstraßenbau, ist festzustellen, daß sich die Forscher nicht mehr mit dem Straßenteer selbst zu beschäftigen brauchen, sondern mehr der Untersuchung des Verhaltens der Teere im Inneren der Straßendecke zugewendet haben.

Bei beiden Bauweisen mit Teer und mit Asphalt geht der Zug dahin, die Oberflächenbehandlungen, die in der ersten Not die Rettung vor dem Verfall bedeuteten, in wachsendem Umfange durch mittelschwere Decken zu ersetzen, da sie mit der Zeit durch den steigenden Unterhaltungsaufwand unwirtschaftlich wurden. Neue kiesgebundene Decken mit doppeltem Anstrich werden deshalb immer mehr verlassen, sondern gleich beim ersten Schutt die wirtschaftlicheren Tränk- oder Einstreudecken gebaut.

D. Betonbauweise.

Betondecken für höhere Verkehrsansprüche waren vor dem Bau der Reichsautobahnen verhältnismäßig selten. Auch Forschung und Wissenschaft hatten sich mit dem Betonstraßenbau weniger befaßt als mit anderen neuzeitlichen Straßenbauweisen. Die Betonstraßenbaumaschinen waren in Deutschland verhältnismäßig wenig in Anwendung, und ihre Bauart hatte in den vorhergehenden Jahren infolgedessen nur geringere Fortschritte gemacht.

Durch den Bau der Reichsautobahnen wurde die Bauindustrie vor die Aufgabe gestellt, Betondecken für hohe Verkehrsansprüche zu schaffen. Für die Bauausführung wurden folgende Gesichtspunkte wichtig, die auch für die Betondecken auf den Landstraßen richtunggebend sein werden, mit dem Unterschiede, daß sie für den Landstraßenbau einfacher zu gestalten sind⁵⁾.

³⁾ Dr. Oberbach, Über Kalteinbau von Asphaltstraßen, Bitumen 1935, Heft 1 und Dr. Otten, Bauausführungen mit Verschnittbitumen, 1936, Heft 1.
⁴⁾ Dr. Temme, Bitumen 1931, Heft 7.

⁵⁾ Dipl.-Ing. R. Schmidt, Erfahrungen im Autobahnbau. Betonstr. 1936, Heft 6, S. 123 ff.

Das Planum wurde mit größerer Sorgfalt als bis dahin hergestellt und mit besonderen Fertigmitteln verdichtet, um mögliche Ebenheit, also geringsten Reibungswiderstand der darauf lagernden Fahrbahndecke zu erreichen. Fast durchweg wird heute das Planum aus diesem Grunde mit Papier abgedeckt und bei bindigen Böden eine Sauberkeitschicht aus Sand zwischengeschaltet, die als Gleitschicht dient. Einschichtige Betondecken, die mit Rücksicht auf die höheren Kosten der Zuschlagstoffe und auf den höheren Zementgehalt bis dahin in Deutschland kaum zur Ausführung gelangten, wurden in größerer Zahl angewendet. Wo man trotzdem aus Gründen der Kostenersparnis zweischichtige Decken wählte, wurde ein wesentlich besserer Unterbeton, als bis dahin üblich, angewendet. Von der Kornzusammensetzung der Zuschläge im Unterbeton wurde möglichst weitgehende Annäherung an den idealen Kurvenbereich gefordert. Der Zementgehalt des Unterbetons wurde möglichst dem des Deckbetons angenähert, so daß auf diese Weise hohe Druck- und Biegezugfestigkeiten des Unterbetons und eine möglichst weitgehende Annäherung der Schwindvorgänge im Unterbeton an die im Deckbeton erreicht wurden.

Die Verarbeitung des Betons erfuhr eine wesentliche Verbesserung durch die Herabsetzung der Wasserzusätze zum Beton, die ihrerseits durch die besseren Verdichtungsgeräte ermöglicht wurde. Die Entmischung des Betons auf dem Wege zur Baustelle wird dadurch verhindert, daß auf Schienen laufende, selbstfahrende Betonmischmaschinen verwendet werden. Die Gleichmäßigkeit des Wasserzusatzes wird erreicht durch selbsttätige Wasserabmeßvorrichtungen an den Mischmaschinen. Auf diese Weise wird bewirkt, daß der Verkehr eine möglichst ebene Fläche vorfindet, die Fahrsicherheit also vergrößert wird. Für die Erzielung der Ebenflächigkeit werden durchweg wesentlich bessere Seitenschalungen (entweder Eisenschienen auf Eisenbetonbalken oder eiserne Seitenschalungen auf Betonbanketten) verwendet.

Die Fugenausbildung wurde verbessert. Die bis dahin bei Handarbeit übliche Fugenausbildung zeigte sich bei der stärkeren Verdichtung durch die verbesserte Stampfmaschine als ungenügend. Beim Herausheben der Fugeneisen wurde häufig der Beton gelockert. Infolgedessen werden Fugeneinlagen angewendet, die entweder aus dem bereits erhärteten Beton oder aber auch aus dem frischen Beton möglichst leicht und ohne Gefügerstörung entfernt werden können. Die Fugenweite wurde vergrößert, da sich zeigte, daß die auf dem Planum mit geringerer Reibung als früher auflagernden Betonplatten größere Bewegungen unter dem Einfluß der Temperatur ausführten. Für die Beschaffenheit der Fugenvergüßmassen wurden besondere Richtlinien aufgestellt, nach denen Klebefähigkeit, Fließmaß und Elastizität der Vergüßmasse geprüft wird. Die Fugenabstände wurden gegenüber den bis dahin üblichen von 8 bis 10 m auf im allgemeinen 15 bis 20 m vergrößert.

Die Nachbehandlung des Betons erfährt größere Sorgfalt als früher. Sonnenschutzdächer müssen für eine volle Tagesleistung auf der Baustelle vorhanden sein. Die Schutzdächer müssen allseitig geschlossen sein, damit unter den Dächern die mit Feuchtigkeit gesättigte Luft stehenbleibt und der Beton unter diesen verhältnismäßig günstigen Bedingungen seine Anfangshärtung erfahren kann. Die fertige Betondecke muß noch drei Wochen feucht gehalten werden.

Die Vereinfachungen, die sich im Landstraßenbau mit seinen geringeren wechselnden Breiten und geringeren Baulängen zunächst noch ergeben, wie Schmidt a. a. O. richtig ausführt, werden mit der fortschreitenden Entwicklung immer geringer werden, und die Bauweise wird sich der geschilderten mehr und mehr anpassen müssen.

III.

Neben dem Ausbau der Fahrbahndecken ist in den Jahren 1930 bis 1935 viel im Ausbau der Straßenanlage geschaffen worden. Vor allem boten die Arbeitsbeschaffungspläne (Papen- und Reinhardtprogramm) reichlich Gelegenheit zur Verbesserung der Steigungen, der Krümmungen, zur Anlage von zahlreichen Umgehungsstraßen und insbesondere von größeren Talbrücken. In neuester Zeit tritt der Bau von Radwegen in den Vordergrund, die teils längs des bestehenden Straßenteils abseits davon angelegt werden.

Neben der Planung des Netzes der Radwege ist die Frage der Befestigung erst in den Anfängen. Der Unterbau besteht in der Regel aus Kesselschlacke, Bruchabfällen, Straßenaufbruchstoffen, Kies u. a. und wird abgewalzt. Als Decke werden die mannigfachsten Asphalt-, Teer- und Betonbauweisen verwendet, über die Dr. Schacht und Prof. Dr. Wolff⁹⁾ eingehend berichten. Auf den Strecken München—Starnberg und Frankfurt—Wiesbaden werden bei Richtungswechsel sogar schon Unterführungen der Radwege gebaut, was sehr anzuerkennen ist.

Alle diese Bauten machten sich nötig, seitdem durch die Verordnung über den Kraftfahrzeugverkehr vom 15. Juli 1930 die Gewichte der Zweiaxser von 9 t auf 10,8 t und der Dreiaxser von 15 t auf 16 t, die zulässige Breite der Fahrzeuge auf 2,35 m erhöht worden war. Die Beseitigung der Eisenbahnkreuzungen ist durch Erlaß des Reichsverkehrsministers vom 9. Mai 1935 für Neuanlagen zur Bedingung gemacht.

⁹⁾ Die neue Wirtschaft 1936, Heft 8, S. 11 ff. und S. 14 ff.

Der Fortschritt in der Verbesserung des Straßenzustandes⁷⁾ ist durch folgende Zahlen gekennzeichnet:

	1928	1933
	%	%
Ungeschützte Decken	65	30
Oberflächenbehandelte Decken	24	40
Mittelschwere Decken	4	14
Hochwertige Decken	7	16

Im Lande Sachsen ergibt sich folgendes Bild:

	1924	1930	1934
	%	%	%
Ungeschützte Decken	92	10	4
Oberflächenbehandelte Decken ⁸⁾	—	49	43
Mittelschwere Decken	—	17	24
Hochwertige Decken	8	24	29

Um Fehlschläge beim Straßenbau zu vermeiden, wird der Bodenmechanik immer mehr Bedeutung beigemessen und überhaupt die Forschungsarbeit systematisch betrieben.

Abschließend seien die Arbeiten der Braunschweiger Versuchsbahn des deutschen Straßenbauverbandes kurz gewürdigt.

Über die seit 1930 auf der Braunschweiger Versuchstraße unternommenen Versuchsfahrten ist in den Denkschriften VII bis X berichtet.

Der 1929/30 auf einer Fahrspur durchgeführte gemischte Verkehr aus Lastkraftwagen, Zugmaschinen mit gummi- und eisenbereiften Anhängern und Wagen mit Pferdebespannung hat alle 22 Straßenbefestigungen auf der Versuchstraße mehr oder weniger beschädigt. Besonders ungünstig hat sich die Zugmaschine mit eisenbereiften Anhängern bei einer Fahrgeschwindigkeit von 6 km/h ausgewirkt.

In der Denkschrift VII vom August 1930 ist über die Wirtschaftlichkeit und Bewährung der verschiedenen Fahrbahnbefestigungen berichtet, indem mit den errechneten Wirtschaftswerten drei Gruppen gebildet wurden, in die die einzelnen Befestigungsarten eingeordnet wurden.

Die 1930/31 ausgeführten und ausgewerteten Fahrwiderstandsmessungen ergaben den Rollwiderstand auf den Asphalt- und Teerdecken fast gleich und etwa 10% größer als auf den Stein- und Betondecken unterschieden sich nur wenig. Durch die in der heißen und kalten Jahreszeit in den Teer- und Asphaltdecken ausgeführten Temperaturmessungen wurde das Temperaturgefälle in den Decken in verschiedener Tiefe ermittelt. Beide Deckenarten verhielten sich gleich.

Es wurde ferner die Festigkeit von Straßenbeton vor und nach der Belastung durch den Verkehr an zylindrischen Bohrkernen untersucht.

Die Fahrversuche 1932/33 mit Lastkraftwagen ohne und mit Anhängern haben ergeben, daß die Beförderung gleicher Nutzlast unter Verwendung dreiaxser Lastkraftwagen mit Anhängern verschiedener Art sich im Mittel um 29,4% billiger gestellt hat als mit dem dreiaxser Lastkraftwagen ohne Anhänger. Der Anhänger mit Elastikreifen hat höhere Straßenkosten verursacht als die Anhänger mit Luftreifen.

Die Fahrversuche 1933/34/35 mit zweiaxser Lastkraftwagen gleicher Bauart, aber verschiedener Gummibereifung bezweckten Feststellungen über das Verhalten von Luftreifen, von hochprofiligen, hochelastischen Vollgummireifen (Neuelastikreifen) und von vorbenutzten, abgefahrenen gewöhnlichen Elastikreifen, sowie über die Einwirkung dieser verschiedenen bereiften Fahrzeuge auf die Fahrbahn. Damit die Reifen den Anforderungen der RVO. entsprechen, dürfen die Neuelastikreifen (neu 175 mm hoch) nur um 60 mm und die gewöhnlichen Elastikreifen (neu 115 mm hoch) nur um 20 mm abgefahren werden.

Die Unterhaltungs- und Instandsetzungskosten der mit den abgefahrenen Elastikreifen befahrenen Fahrspur haben auf der Schotterdecke mit doppelter Oberflächenbehandlung das 2,5- bzw. 2,8fache und die Kosten der mit den Neuelastikreifen befahrenen Fahrspur haben das 2fache der Kosten der mit Luftreifen befahrenen Fahrspur betragen.

Die Fahrzeugbetriebskosten für 1 Nutzlast-1 km weichen nur wenig voneinander ab, sind aber wiederum für den Wagen mit Luftreifen am geringsten. Von den für den gleichen Zeitraum und die gleiche Fahrbahnbefestigung (Schotterdecke mit doppelter Oberflächenbehandlung) ermittelten Gesamtkosten entfallen rd. 80% auf die Fahrzeugbetriebskosten und rd. 20% auf die Straßenkosten.

Gegenwärtig werden auf der Versuchstraße Dauerfahrversuche mit Wagen mit Eisen- und Luftgummireifen ausgeführt, die von Pferden und von einem Trecker gezogen werden. Es soll die Einwirkung auf die Straßenfahrbahn untersucht, und es sollen die Fahrzeugbetriebskosten ermittelt werden.

⁷⁾ Verk.-T. 1934, Heft 5, S. 115.

⁸⁾ Man beachte das Zurückgehen der Oberflächenbehandlung nach Erreichen des Höchstwertes infolge des Fortschreitens der höherwertigen Decken.

IV.

Man kann sagen, daß die Entwicklung der einzelnen Hauptbauweisen im neuzeitlichen Straßenbau, im großen gesehen, sich einem gewissen Beharrungszustand nähert, und daß in den kommenden Jahren vor allem für die schweren Bauweisen die Erfahrungen beim Bau der Kraftwagenbahnen die Richtung weisen werden. In der nächsten Zeit wird der Ausbau der Landstraßen, ihre Anpassung im Längs-, Querschnitt und Grundriß an den Schnellverkehr in den Vordergrund treten, vor allem der Ausbau ganzer Straßenzüge und in erster Linie des Zubringernetzes für die Kraftwagenbahnen. Daneben ist eine Aufgabe zu erfüllen, die sich aus der

Neuordnung des Straßenwesens ergibt. Die Bauverwaltungen haben eine große Zahl neuer Straßen in ihre Unterhaltung übernommen, die durchaus nicht den Ansprüchen des Verkehrs genügen. Hier werden, da zur Zeit die Mittel für den Landstraßenbau noch nicht vorhanden sind, wieder die einfacheren Bauweisen, die keinen Endzustand darstellen, angewendet werden müssen, wie Flicker, Oberflächenbehandlung statt mittelschwerer Decken usw., bis es möglich wird, mehr Mittel für den Ausbau frei zu machen. Dazu bedarf es besonders liebevollen Versenkens in die billigeren Bauweisen und der ernststen Mitarbeit aller vom Bauamtsvorstande bis zum Arbeiter, um die spärlichen Mittel mit größter Wirtschaftlichkeit verwenden zu können.

Alle Rechte vorbehalten.

Das Straßenbauwesen der Stadt München. Entwicklung und Stand.

Von Städt. Baurat Walter Haubmann, München.

In diesen Tagen sind die deutschen Straßenbauer in München vereinigt, um sich in den festlichen Räumen des Kongreßbaues des Deutschen Museums über die Fortschritte des Straßenbaues zu unterrichten und ihre Erfahrungen auf diesem Gebiete auszutauschen. Wenn ein solcher Kongreß in einer Stadt von der Bedeutung tagt, wie sie München als der Hauptstadt der Bewegung heute zukommt, so ist es unausbleiblich, daß nicht nur das gesprochene Wort eine Wirkung auf die Teilnehmer ausübt, der Eindruck, den die Besucher mit sich fornehmen, wird vielmehr auch maßgebend bestimmt von dem Bilde, das die Kongreßteilnehmer in der Stadt ihrer Zusammenkunft auf Schritt und Tritt zu sehen bekommen.

Dieses Bild des Straßenwesens einer Stadt ist immer das Augenblicksbild einer in ständigem Fluß befindlichen Entwicklung, und es kann deshalb nur aus einem Rückblick auf diese heraus voll verstanden werden.

Entwicklungsgeschichte.

Ein Überblick über die Entwicklungsgeschichte des großstädtischen Straßenbaues in München wird seinen Ausgangspunkt in dem Zeitalter wählen müssen, wo München begann, weiträumige Vorstädte in die Umgebung hinauszuschieben, also etwa um die Mitte des vorigen Jahrhunderts. Es scheint, daß damals die planmäßige Befestigung der Straßen mit der Ausdehnung der neuen Bauquartiere nicht Schritt hielt; denn noch in den Aufzeichnungen des Jahres 1870 sind $\frac{5}{8}$ der gesamten Straßenfläche als ungepflastert ausgewiesen. Diese Pflasterflächen waren zum größten Teil nur mit sogenannten Kieselsteinen (Findlingen) belegt. Aus dieser Tatsache muß geschlossen werden, daß die gepflasterten Flächen sich auf den alten Stadtkern beschränkten; die neuen Viertel besaßen zwar Straßendecken, die als Makadamstraßen bezeichnet wurden, doch darf man sich nur zum geringsten Teil darunter etwa Hartstein-Walzschotterdecken in unserem heutigen Sinne vorstellen, es waren vielmehr einfache Kiesstraßen, bei denen der Verkehr im wesentlichen das Einfahren des aufgeworfenen Materials selbst besorgen mußte. Die Aufzeichnungen berichten, daß durch die Verwendung lehmigen Kesses eine ungeheure Staubplage verursacht wurde, und diese Staubplage scheint vor allem den Anstoß zu dem Bestreben gegeben zu haben, diese Makadamdecken allmählich durch Pflasterung zu ersetzen. Die Abhilfe sollte mit dem damals einzig in Frage kommenden Großsteinpflaster in die Wege geleitet werden. Es wurden zu diesem Zwecke Versuche mit verschiedenen Gesteinsarten angestellt: mit Granit und Diorit aus dem Bayerischen Wald, mit Basalt aus der Rhön und dem Fichtelgebirge sowie mit Quarzporphyr aus der Gegend von Bozen. Als bestgeeignetes Gestein wurde der Granit befunden.

Im Jahre 1869 wurden die ersten Versuche mit Asphaltpflaster unternommen. Sie mißlingen jedoch, und man schrieb die Ursache dieses Versagens einem rasch nach dem Aufbringen eingetretenen Kälteeinfall zu. Man erwartet, daß der Versuch bei günstigeren Witterungsbedingungen wiederholt worden wäre. Dies geschah jedoch nicht.

Aus der Folgezeit weisen die Aufzeichnungen zwar einen gewissen Zuwachs an Pflasterflächen nach, das gleichzeitige Entstehen von neuen unbefestigten Straßenflächen scheint diesen Zuwachs jedoch weit hinter sich gelassen zu haben, so daß der verhältnismäßige Anteil der Kiesstraßen an der Gesamtstraßenfläche immer mehr wuchs. Im Jahre 1888 hatten anscheinend die Verhältnisse derartige Formen angenommen, daß der Magistrat der Stadt sich zu energischer Abhilfe gezwungen sah. Es wurden zwei Maßnahmen beschlossen. Die eine bestand in der Bewilligung eines jährlichen Ausgabenansatzes von 1 Mill. Mark zur Durchführung von Pflasterungen, die andere in der verfassungsmäßigen Maßnahme der Einführung des sogenannten Straßenstatuts vom Jahre 1889. Dieses Straßenstatut bestimmte, daß künftig die Genehmigung von Baugesuchen die vollständige Herstellung der Straßen einschließlich der Pflasterung zur Voraussetzung haben sollte, oder daß wenigstens die Pflasterung durch Hinterlegung einer Sicherung gewährleistet werden müsse.

Um die gleiche Zeit griff man auch die Bestrebungen auf Einführung eines schalldämpfenden Straßenbelages wieder auf. Man sandte eine Studienkommission in die wichtigsten deutschen Städte, und noch 1889 wurde eine Versuchsstrecke teils in Holz-, teils in Asphaltbauweise hergestellt. Der Kampf zwischen den beiden Bauweisen endete im Jahre 1895 infolge des Eintretens der Pferdebesitzer zunächst mit einem Siege des Holzpflasters. Es dürfte interessieren, daß Fürst Bismarck gelegentlich eines seiner letzten Besuche in einer Erörterung über Münchener Straßenaufgaben sich auch zugunsten des Holzpflasters aussprach, und zwar meinte er, daß München sich doch im Hinblick auf den Holzreichtum seiner Umgebung für diese als die wirtschaftlichere Bauweise entscheiden müsse. Tatsächlich wurden in den Jahren 1896 und 1897 ausgedehnte Holzpflasterungen vorgenommen, sie führten jedoch zu schweren Mißerfolgen. Man entschied sich deshalb nun endgültig für die Asphaltbauweise, Holzpflaster fand seither nur mehr in geringem Umfange und zu Sonderzwecken Verwendung. Heute besteht nur noch eine einzige größere zusammenhängende Holzpflasterfläche, nämlich der Belag der Hackerbrücke.

Ein Wendepunkt trat mit der Einführung des Kleinsteinpflasters im Jahre 1907 ein. Diese neue Bauweise, die gegenüber dem Großsteinpflaster etwa die Hälfte der Kosten sparte, machte es möglich, jährlich wesentlich größere Flächen ordnungsgemäß zu befestigen, so daß ein allmählicher Ersatz aller in Frage kommenden Makadamdecken damals innerhalb eines Zeitraumes von 10 bis 15 Jahren erwartet werden konnte.

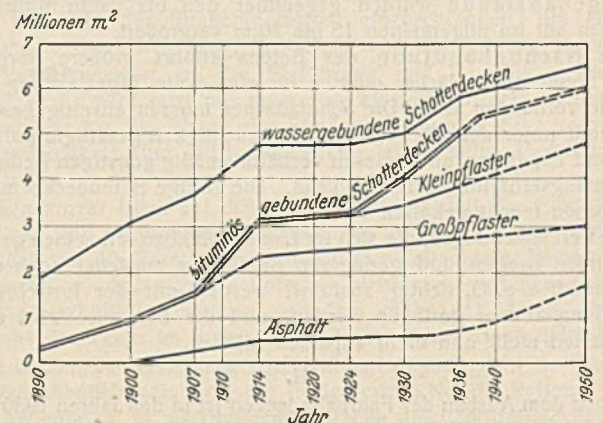


Abb. 1. Flächenmäßige Entwicklung der verschiedenen Straßenbefestigungsweisen.

Dieser von dem damaligen Leiter der Abteilung Straßenbau, Bau- und Verkehrsamt, mit großer Umsicht und Energie in die Wege geleiteten Entwicklung wurde durch den Krieg ein vorzeitiges Ende bereitet. Der durch Krieg und Inflation hervorgerufene Stillstand hielt bis zum Jahre 1924 an (Abb. 1). Dann zwang die Entwicklung des Kraftverkehrs zu neuen Maßnahmen, die den Abschnitt der Entwicklungsgeschichte einleiteten, den man mit dem Stichwort „Anpassung des Straßenwesens an den neuzeitlichen Verkehr“ überschreiben kann. Den Angelpunkt bildet auch hier wiederum der Ersatz der wassergebundenen Schotter- und Kiesdecken durch haltbare Bauweisen. Zum Glück war in der Zwischenzeit neben die früher ausschließlich angewendeten Pflasterbauweisen die Teer- und Bitumen-Makadamstraße als neues Mittel zur Herstellung haltbarer und staubfreier Schotterdecken getreten, und es war den rastlosen Bemühungen des Stadtbaumeisters innerhalb der letzten zehn Jahre möglich, nahezu sämtliche überhaupt zur Befestigung in Frage kommenden Straßen mit einer solchen widerstandsfähigen Decke zu versehen. Der geringe Rest wassergebundener Makadamstraßen, den Abb. 1 noch ausweist, verteilt sich fast ausschließlich auf untergeordnete Straßen und Feldwege in Gebieten mit ländlicher Bebauung.

Die Bauweisen.

Wie bei jedem technischen Bauwerk, spielt auch im Straßenbau der Untergrund eine ausschlaggebende Rolle, und da muß gesagt werden, daß München im ganzen genommen hier von der Natur begünstigt ist. Die Stadt liegt beiderseits der Isar, ihr Mittelpunkt etwa 7 km nördlich der Stelle, wo der Fluß aus dem schluchtartigen Tal heraustritt, das er sich zwischen Wolfratshausen und Großhesselohe in den vom ehemaligen Isargletscher aufgefürmten Stirn moränenwall eingesägt hat. Der Fluß erweitert sein Tal trompetenförmig. Rechts und links begleiten ihn die nach Norden flach abfallenden Decken der fluvoglazialen Kiesterrassen, die in einer Mächtigkeit von 2 bis 10 m die tertiäre Unterlage, Sande und Mergel, überdecken. Diese Kiesmassen fallen im Osten in einer einzigen, etwa 20 m hohen Stufe zum Fluß ab, im Westen streichen sie in zwei Terrassen nach Norden (Abb. 2). Im Stadtgebiet sind diese Terrassen noch an der Theresienwiese sowie am Westrande des Englischen Gartens wahrnehmbar, an anderen Stellen sind sie durch die Bebauung so weit eingeebnet, daß sie nicht mehr ohne weiteres wahrgenommen werden können. Diese flachere Ausbildung des linken Isarufers hat auch die Entstehung der Stadt auf dieser Flußseite begünstigt. Über dem Kies liegt in der Regel nur eine etwa 30 cm dicke Humusdecke. Im Osten auf der Hochterrasse sind die Schotter mit einer bis zu 3 m mächtigen Lösschicht überdeckt, die aber heute größtenteils zur Ziegelbereitung abgehoben ist.

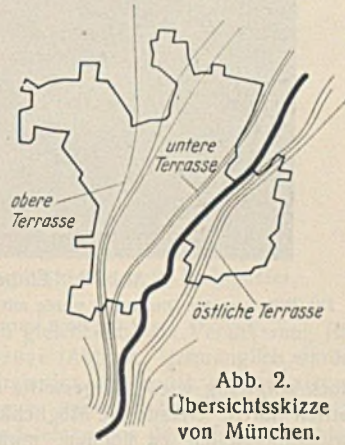


Abb. 2. Übersichtsskizze von München.

Ein für die Anlage eines Grundbaues (Packlage) geeignetes Gestein ist in der Nähe nicht vorhanden. Dies führte dazu, daß man in München

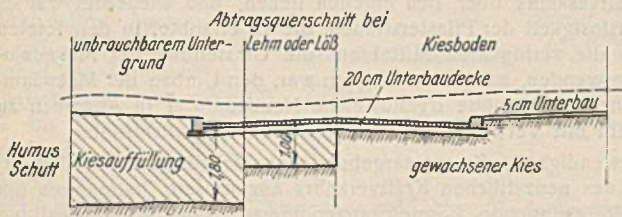


Abb. 3a. Abtragsquerschnitt.

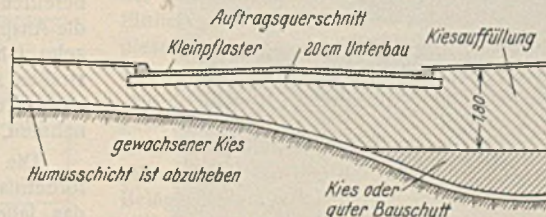


Abb. 3b. Auftragsquerschnitt.

auf das Setzen einer Packlage ganz verzichtet und an Ihrer Stelle eine Kiesdecke als Unterbau einwalzt. Nach den Ausführungsbestimmungen vom Jahre 1930 gelten im übrigen für die Unterbauherstellung folgende Vorschriften:

Humus und sonstiges unbrauchbares Material ist aus dem Straßenkörper vollständig zu entfernen, Lehm und Löß ist auf mindestens 1 m Tiefe



Abb. 4. Reinigung der Pflasterfugen mit Preßluft.



Abb. 5. Neu aufgewalzte Schotterdecke, zur Teerung vorbereitet.

unter Fahrbahnoberfläche abzutragen und durch Kies zu ersetzen (Abb. 3). Die Kiesauffüllung wird in 0,5 m dicken Schichten abgewalzt, die Fahrbahn erhält an Stelle der sonst üblichen Packlage eine 0,15 bis 0,20 m dicke Kiesdecke als Unterlage. Mit diesen Vorschriften wurden durchweg gute Erfahrungen gemacht. Der Verzicht auf die Packlage kann auch im Hinblick auf die vielen Aufgrabungen, die im Stadtgebiete notwendig sind,

durchaus vertreten werden, erfahrungsgemäß läßt es sich nur schwer durchsetzen, daß bei der Wiederherstellung von Aufgrabungen die Packlage wieder ordnungsgemäß eingebaut wird.

In der Vorkriegszeit spielte unter den Befestigungsweisen das Steinpflaster die überragende Rolle. Heute hat seine Verwendung eine gewisse Einschränkung erfahren, doch steht es der Fläche nach immer noch an erster Stelle (Abb. 1). Es wird heute in Form des Einheitsteinpflasters, also mit Großsteinen von 16 cm Höhe und Breite mit wechselnden Längen ausgeführt. Würfelpflaster gelangte bis zum Jahre 1907 mit Steinen von 19 cm Kantenlänge zum Einbau. Jetzt wird es neu nicht mehr ausgeführt. Die Straßen mit stärkstem Verkehr, für die es früher bestimmt war, sind heute den Asphaltdecken vorbehalten. Das Pflaster wird mit tunlichst engen Fugen auf 5 cm hohem Sandbett mit dem Hammer versetzt, die Fugen werden 7 cm tief mit einem Pflasterkitt aus Bitumen, Teer und Kreidemehl vergossen. Es ist in den letzten Jahren gelungen, Pflasterkitt herzustellen, der nicht mehr wie die früher verwendeten Arten spröde wird und abspringt. Diese Tatsache ermöglicht es, uneben gewordene Pflasterflächen auf folgende Weise zu verbessern: Man kratzt die Fugen aus und reinigt sie mit Preßluft (Abb. 4), sodann werden die Fugen mit Pflasterkitt neu ausgegossen, der neue Fugenverguß walzt sich unter dem Verkehr vollkommen glatt in die Unebenheiten der Pflasterfläche ein. Dieses Verfahren hat sich als besonders zweckmäßig erwiesen, um an den Straßenrändern ebene Streifen für den Radfahrverkehr herzustellen. Diese Streifen erfreuen sich großer Beliebtheit und helfen dazu, den Radfahrer von der Straße fernzuhalten.

Das im Jahre 1907 erstmals verwendete Kleinpflaster hat das Großpflaster in weitem Umfange verdrängt. Beim Kleinpflaster, das eigentlich keine Tragdecke, sondern nur mehr eine Verschleißdecke darstellt, liegt der Schwerpunkt auf der Herstellung eines festen und einwandfreien Unterbaues. Seine Verwendung wurde in der Nachkriegszeit durch die allgemeine Kapitalknappheit und die hohen Zinssätze begünstigt. Durch diese Umstände traten seine niederen Anlagekosten besonders in den Vordergrund. Das Kleinpflaster wird in der Regel mit Steinen von 8 bis 10 cm Kantenlänge auf 2 cm hohem Sandbett ausgeführt; seit drei Jahren wurden mit gutem Erfolge Versuche mit kleineren Steingrößen in weniger belasteten Straßen vorgenommen. Das Kleinpflaster wird in Segmentbogenform mit 45° Öffnungswinkel versetzt. Auf diese Weise können die bei der maschinellen Herstellung anfallenden ungleichmäßigen Steingrößen am besten verarbeitet werden. Die Fugen des Kleinpflasters wurden bis vor einigen Jahren ausschließlich mit Sand gedichtet. Dabei mußte während der Zeit des Einfahrens trotz fleißiger Besprengung eine gewisse Staubplage in Kauf genommen werden. Man gab dem Pflaster deshalb einen Abschluß mit Bitumen-Emulsion. Der lebhafteste Kraftverkehr führte jedoch trotzdem in einigen Jahren zu einem Hohlstaugen

der Fugen. Man wird deshalb sich nach einem wirksameren Abschluß der Kleinpflasterfugen umsehen müssen. Versuche mit Zementmörtel-dichtung haben bisher zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt, dagegen scheint der oben besprochene plastische Pflasterkitt auch bei neuem Kleinpflaster einen Fugenverguß zu gestatten, wenn man die Fugen etwas weiter anlegt, als es bisher geschehen ist.

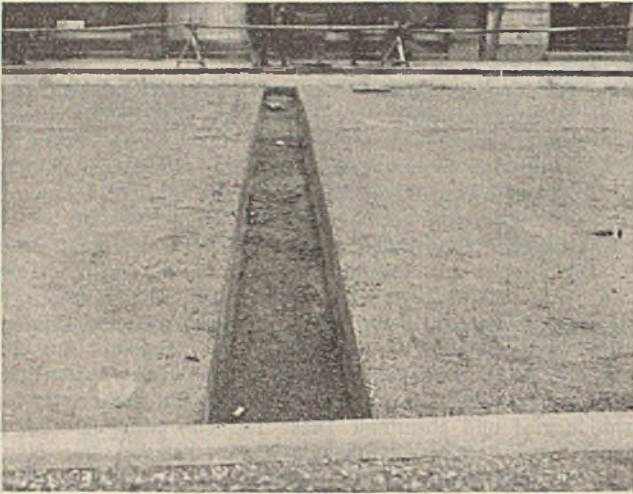


Abb. 7. Betonunterbau einer Asphaltstraße.

Der breite Schlitz ist eine Dehnungsfuge, die erst etwa eine Woche nach den Feldern ausbetoniert wird, also erst dann, wenn diese sich infolge des Schwindens bereits verkürzt haben.



Abb. 8. Einbau von Gußasphalt.

Die Riffelung der Oberfläche wurde mit der in der Abbildung links sichtbaren Walze in den noch warmen Asphalt eingedrückt.

Als vor zehn Jahren mit starker Propaganda der Teer- und Bitumenstraßenbau einsetzte, glaubten manche Interessenten, den Pflasterbauweisen schon das Sterbelied singen zu dürfen. In den Augen der Fachleute haben aber diese altbewährten Bauweisen im Gegenteil ihren Platz voll behauptet. Insbesondere kann die in Laienkreisen häufig geübte Verurteilung des Großpflasters wegen seiner Unebenheit einer sachlichen Prüfung nicht standhalten. Man vergißt bei dieser Kritik, daß die bestandenen Pflasterflächen oft schon 50 bis 60 Jahre unter schwerstem

auch sorgfältig wiederhergestellte Aufgrabungsflächen immer wieder nach unten durch. Gerade die Möglichkeit, durchgefällene Aufgrabungen leicht wiederherstellen zu können, muß als großer Vorteil des Steinpflasters gebucht werden.

Besonders wertvoll ist die Eigenschaft der Pflasterbauweisen, daß sie gegen vorübergehende Vernachlässigungen wenig empfindlich sind. Wenn unsere städtischen Straßen in der Zeit zwischen 1914 und 1925 nicht in ähnlicher Weise wie die Landstraßen der Zerstörung anheimfielen, so danken wir dies vor allem der Unempfindlichkeit der Pflasterungen, die auch bei dürftigstem Unterhalt die hämmernde Wirkung des eisenbereiften Kraftverkehrs über sich ergehen ließen, und wiederum war es die Anspruchslosigkeit der Pflasterstraßen, die es erlaubte, in den letzten zehn Jahren alle verfügbaren Mittel auf die Umstellung der Makadamstraßen zu verwenden, so daß es möglich war, den Umbau der Makadamstraßen durchzuführen, ohne irgendwelche Neubaumittel in Anspruch zu nehmen, allein mit Verwendung der laufenden Unterhaltsmittel.

Die Notwendigkeit, die wassergebundenen Makadamstraßen den Erfordernissen des neuzeitlichen Kraftverkehrs anzupassen, hatte etwa um das Jahr 1925 zwingende Formen angenommen. Die Stadtverwaltung stand vor der Frage, welche Bauweise aus der reichen Blumenlese der damals angebotenen Bauarten zur Verwendung gelangen sollte. Nach eingehenden Versuchen entschied man sich für ein verhältnismäßig einfaches Verfahren, das man als „verzahnte Oberflächenbehandlung“ oder auch als Vierteltränkung bezeichnen kann. Das Verfahren ist auf dem Grundgedanken aufgebaut, daß eine sachgemäß eingewalzte Schotterdecke die nötige Festigkeit schon besitzt, um dem Kraftverkehr widerstehen zu können, daß sie lediglich gegen das Aussaugen der Fugen geschützt werden muß. Diese Schutzdecke braucht nicht stark zu sein, notwendig ist jedoch, daß sie mit der Unterlage unbedingt zuverlässig verbunden ist. Dies wird dadurch erreicht, daß man die Fugen der Walzung unmittelbar nach dem Festwalzen kräftig auskehrt (Abb. 5) und sogleich nach dem Abtrocknen der Straße die erste Oberflächenbehandlung aufbringt. Das Bindemittel und der aufgestreute Splitt dringen dann in die Fugen ein,

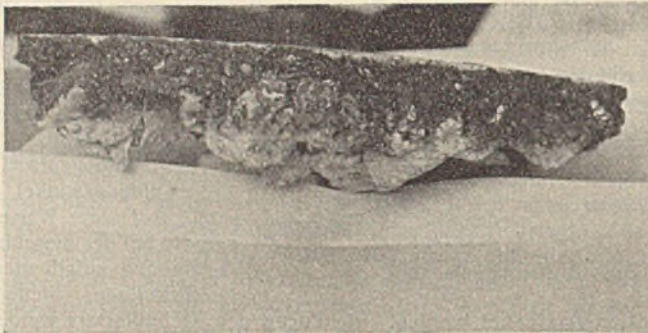


Abb. 6. Aus einer bituminös gebundenen Schotterdecke ausgebrochenes Stück.

Man kann wahrnehmen, wie tief das Bindemittel in die Fugen eingedrungen ist.

Verkehr liegen. Von mancher neuzeitlichen Bauweise wäre unter gleichen Verhältnissen nach so langer Zeit wohl überhaupt nichts mehr übrig. Es kommt dazu, daß ein großer Teil der bestandenen Mängel davon herrührt, daß man damals der Vorbereitung des Unterbaues noch nicht die nötige Sorgfalt zuwandte. Außerdem muß berücksichtigt werden, daß solche Flächen im Stadtinneren im Laufe der Jahre mit Hunderten von Aufgrabungen kreuz und quer durchwühlt wurden, und es sacken ja



Abb. 9. Durch Einpressen von Basaltsplitt rau gehaltene Oberfläche von Gußasphalt.



Abb. 10. Ausgleich der Unebenheiten einer alten Pflasterdecke durch Aufbringen einer Asphaltbinderschicht.



Abb. 11. Aufbringen einer Gußasphaltdecke auf Großpflaster.

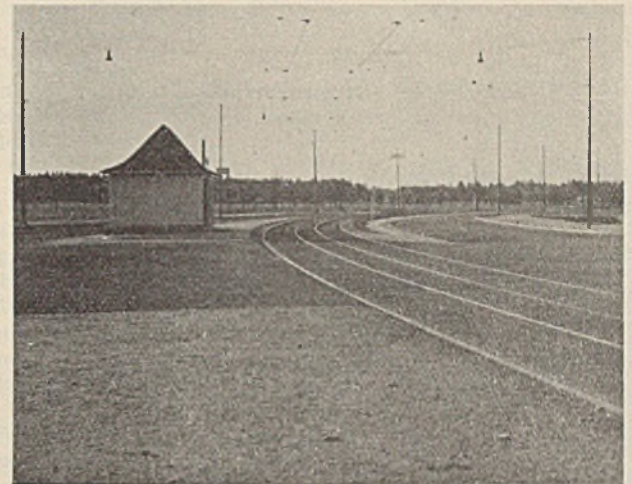


Abb. 13. Autharistraße — eigener Bahnkörper der Straßenbahn.

dichten diese zuverlässig ab und bilden gleichzeitig die Verankerung für die später aufgetragenen Überzüge (Abb. 6). Ursprünglich wurde für solche Straßen ausschließlich Basaltschotter verwendet, der bei seiner ungünstigen Frachtlage hier ziemlich teuer kommt. Es wurden deshalb Versuche mit harten Kalk- und Kalksandsteinen aus dem Voralpengebiet gemacht, und diese Versuche haben ergeben, daß mit derartigen weicherem Gesteinen ebenfalls einwandfreie Teermakadamdecken hergestellt werden können. Man ging sogar noch weiter und verarbeitete Kies, wie er in den Schotterwerken der Umgebung anfällt, mit dem Ergebnis, daß für untergeordnete Straßen auch dieser verwendet werden kann. Die Straßen erhalten in der Regel im ersten Jahr zwei bituminöse Behandlungen. Für den Unterhalt genügt dann das Aufbringen einer Oberflächenbehandlung alle fünf Jahre. Man kann also mit jährlichen Unterhaltskosten von 7 bis 10 Pf/g/m² rechnen. Zweckmäßig ist es, die erste Behandlung mit einer Asphalt-Emulsion auszuführen, da dann erfahrungsgemäß die Oberfläche besonders eben wird. Als besonderen Vorteil dieser Bauweise muß man es ansprechen, daß sie im Gegensatz zu sonstigen Oberflächenbehandlungen in keiner Weise zur Wellenbildung neigt. Es scheint, daß die hohlen Räume der Schotterdecke jeweils imstande sind, etwa überschüssiges Bindemittel aufzusaugen, und daß die innige Verankerung ein Wandern und Schieben des Oberflächenteppichs verhindert.

Die Asphaltbauweisen gelangten, wie erwähnt, von 1897 ab endgültig zur Einführung. Nachdem die Stadt damals mit einer Reihe privater Unternehmungen ungünstige Erfahrungen gemacht hatte, übernahm sie eines dieser Werke und stellt seither ihre Asphaltstraßen mit bestem Erfolge im Eigenbetrieb her. Neuanlagen in Asphalt werden auf einer

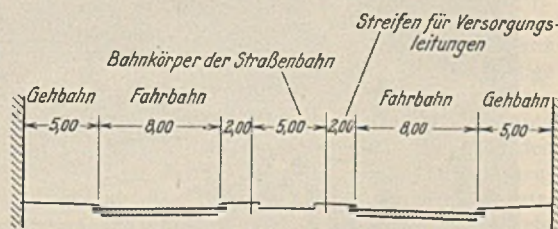


Abb. 12. Ausfallstraße mit eigenem Bahnkörper der Straßenbahn, Querschnitt.

Betonunterlage von 20 bis 25 cm Dicke ausgeführt (Abb. 7). Ursprünglich spielte der Stampfasphalt, das ist gemahlener Asphaltkalkfelsen, der heiß aufgebracht und eingestampft wird, die führende Rolle, während Gußasphalt mehr für Sonderzwecke, hauptsächlich für die Gleiszonen der Straßenbahn zur Anwendung gelangte. Die heute gebotene Notwendigkeit, mit der Einfuhr ausländischen Rohmaterials zu sparen, läßt in den letzten Jahren den Gußasphalt (Abb. 8), bei dem das Steingerüst aus inländischen Rohstoffen hergestellt werden kann, mehr in den Vordergrund treten, auch können zum Gußasphalt die Materialien des Aufbruchs alter Asphaltstrecken als Zusatzmittel Verwendung finden. Der Gußasphalt hat ferner den Vorteil, daß er mit wesentlich rauherer Oberfläche hergestellt werden kann als der Stampfasphalt (Abb. 9), außerdem wurde der weiteren Verwendung von Stampfasphalt auch durch den Umstand Einhalt geboten, daß unter dem luftbereiteten Verkehr nicht mehr die bei dieser Bauweise notwendige Nachverdichtung zustande kommt. Zur Verbesserung uneben gewordener Großpflasterbeläge wurden in den letzten Jahren in ausgedehntem Maße Gußasphaltüberzüge auf Großpflaster angewendet. Das Pflaster bleibt dabei unberührt liegen. Seine Oberfläche wird durch eine Binderschicht aus feinkörnigem Walzasphalt abgeglichen (Abb. 10) und darüber der Gußasphaltüberzug aufgebracht (Abb. 11). Solche Beläge lassen sich in 6 cm Dicke schon zum Preise von 7 bis 8 RM/m² aufbringen, sind also nicht teurer als Umpflasterungen einschließlich des nötigen Steinersatzes.

Größere Baumaßnahmen der letzten Jahre.

Das letzte Jahrzehnt des Münchener Straßenbaues ist gekennzeichnet durch die Inangriffnahme einer Reihe großzügiger Straßenbauten. Den Anstoß dazu gab die etwa um das Jahr 1926 eingetretene Umstellung der Straßenbahnaußenstrecken auf den Ausbau mit eigenem Bahnkörper. Es wird einer späteren Zeit vorbehalten bleiben, zu würdigen, welche Verdienste sich der Vater dieses Gedankens, der damalige Leiter der Münchener Straßenbahnen, Oberbaudirektor Scholler, mit der Anregung und Durchkämpfung dieses Gedankens um die Entwicklung des Münchener Straßennetzes erworben hat; wurde damit die Straßenbahn doch führend im gesamten Ausbau der Ausfallstraßen. Das gewählte Profil sieht die Lage der Straßenbahn in der Straßenachse vor, rechts und links eine



Abb. 14. Straße auf der Ludwigsbrücke — alter Zustand. Die Fahrbahnen beiderseits der Straßenbahninseln sind nur einspurig.

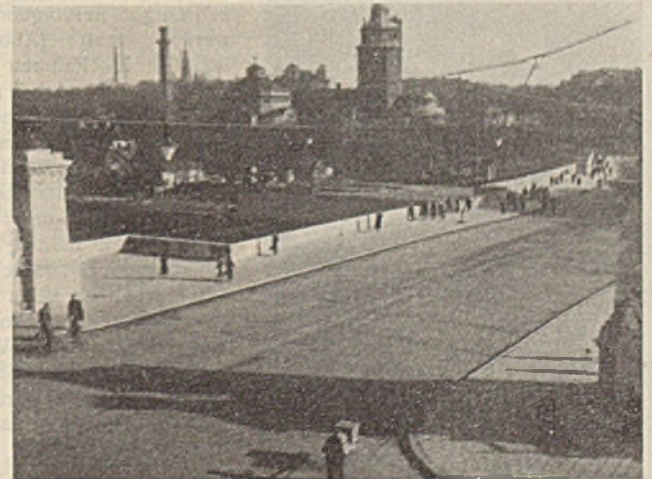


Abb. 15. Fahrbahn der neuen Ludwigsbrücke.

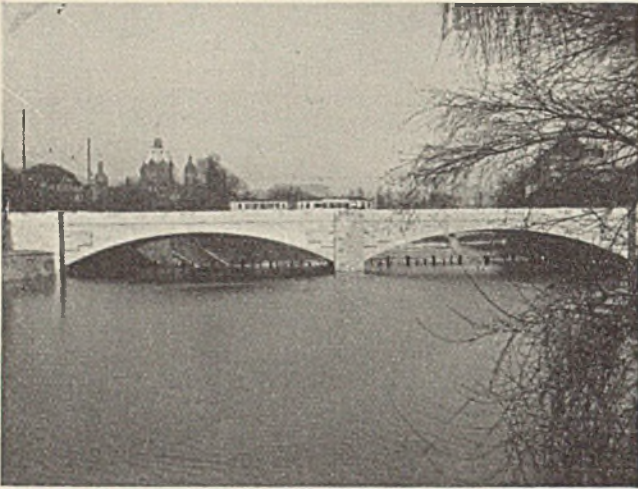


Abb. 16. Neue Ludwigsbrücke, Ansicht.

Straße mit Einbahnverkehr und den Häuserreihen entlang zu beiden Seiten Radfahrwege und Gehbahnen. Soweit die Straßen noch nicht im vollen Querschnitt durchgeführt werden können, beschränkt man sich auf einseitigen Ausbau. Die zunächst ausgebaute Fahrbahn wird dann im beiderseitigen Verkehr benutzt, der zweite Radfahrweg findet auf einem Streifen neben der Straßenbahn Platz, der zur Einlegung der Gas- und

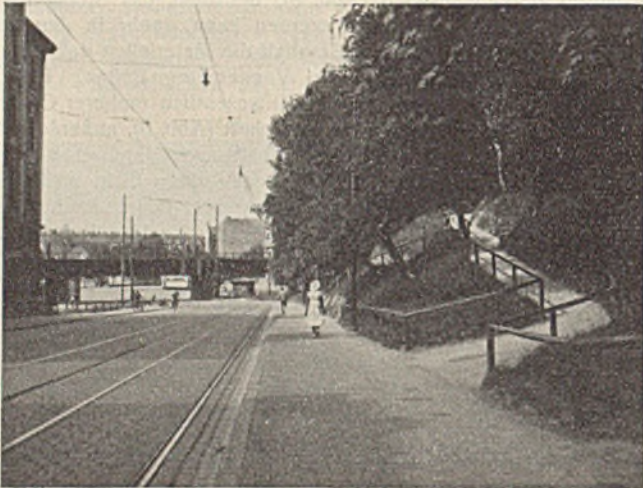


Abb. 18. Giesinger Berg, alter Zustand.

Die seitliche Lage der Straßenbahngleise gab zu Verkehrsunfällen Anlaß.

Wasserversorgungsleitungen vorgesehen ist (Abb. 12 u. 13). Der allgemeine Aufschwung, den Deutschland seit der Machtergreifung Adolf Hitlers genommen hat, konnte auch am Straßenwesen der Hauptstadt der Bewegung nicht spurlos vorübergehen. So brachten die letzten Jahre eine Reihe großzügiger Straßen-Um- und Neubauten, unter denen in erster

Linie der Ausbau der Verbindung Stadtmitte-Reichsautobahn-hof-Rammersdorf zu einem erstklassigen Verkehrszug hervorgehoben werden muß (Abb. 14 bis 16). Im Rahmen des Ausbaues geschah auch der Neubau der beiden Ludwigsbrücken¹⁾. Aus der großen Zahl der weiteren Bauleistungen der neuen Stadtverwaltung unter der zielbewußten Leitung des Oberbürgermeisters Reichleiter Fiehler seien nur der Ausbau der Hindenburgstraße zwischen Volkhardt- und Dachauer Straße als 50 m breite Promenadenstraße mit Anlagenflächen (Abb. 17), der Um-

¹⁾ Bautechnik 1936, Heft 20.



Abb. 17. Neuer Teil der Hindenburgstraße.

Zwei Fahrbahnen, dazwischen breite Mittelpromenade nach Art einer spanischen „Rambla“.

bau des Giesinger Berges (Abb. 18 u. 19) und der Durchbruch der Ichostraße erwähnt (Abb. 20 u. 21).

Ausblick.

So groß das schon Geleistete ist, so ist doch kein Zweifel, daß es erst ein Auftakt zu noch größeren Verbesserungen des Münchener Straßennetzes bildet. Mit dem Umbau der Landsberger Straße ist auch



Abb. 19. Giesinger Berg nach dem Umbau.

Die Verbreiterung geschah nach der Bergseite.

das längst schon spruchreife Problem des Ausbaues der östlichen Ausfallstraße in Angriff genommen. Mit der in zwei bzw. drei Jahren zu erwartenden Eröffnung der Reichsautobahnen München-Berlin und München-Stuttgart wird die Notwendigkeit, die Autobahnhöfe im Norden und Osten der Stadt mit dem Stadtzentrum zu verbinden, neue große

Aufgaben stellen. Nebenher wird die weitere Verbesserung des städtischen Straßennetzes sich in folgender Weise vollziehen. Nachdem der Ersatz der wasser- gebundenen Schotterdecken nahezu vollständig durchgeführt ist, wird man das Hauptaugenmerk nunmehr auf die Verbesserung der Pflasterstraßen im Stadtinneren richten können und wird dabei in weitgehendem Maße von Gußasphaltüberzügen Gebrauch machen.

So bildet das Straßennetz der Stadt München einen Ausschnitt aus dem Bau- und Gestaltungswillen, der sich heute allenthalben in Deutschland regt. Möge er Zeugnis ablegen von der Lebensfähigkeit unserer Stadt!

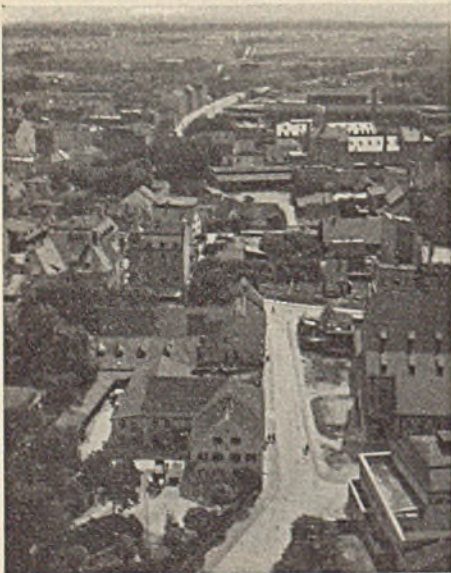


Abb. 20. Ichostraße, alter Zustand.



Abb. 21. Straßendurchbruch der Ichostraße.

Alle Rechte vorbehalten.

Oberflächenbehandlungen von Straßen.

Von Landesbaurat Großjohann, Düsseldorf.

In dem Jahrzehnt von 1926 bis 1930 nahmen die Oberflächenbehandlungen oder Überzüge in ihrer ursprünglichen Anwendungsweise auf sandgebundenen Kleinschlagdecken dem Umfange der Anwendung nach eine beherrschende Stellung unter den Fahrbahnbefestigungen im Landstraßenbau ein. Sie waren ein guter Schutz dieser Decken gegen die saugende Wirkung der schnellfahrenden gummiereiften Kraftwagen und verhinderten gleichzeitig die Staubbildung. Die letztgenannte Wirkung war bekanntlich der Ausgangspunkt für die Anwendung gewesen. Die geringen Baukosten der Oberflächenbehandlung, besonders wenn eine vorhandene Schotterdecke als Unterlage benutzt werden konnte, boten die Möglichkeit, schnell und billig, allerdings bei Anwendung am falschen Orte ohne nachhaltigen Erfolg, die plötzlich notwendig werdende Anpassung der Fahrbahnen an die Erfordernisse des Kraftwagenverkehrs in kurzer Zeit durchzuführen. Daß diese Bauweise in so großem Umfange verwendet wurde, war weiter darin begründet, daß die billigen Bauweisen für mittelschweren Verkehr: Tränk- und Streumakadam- sowie Mischmakadamdecken mäßiger Stärke, zum Teil erst gegen Ende des eingangs angegebenen Zeitraumes soweit entwickelt waren, daß ihre Anwendung in großem Umfange angebracht erschien. Wenn auch der Anteil der Oberflächenbehandlungen an den ausgeführten Fahrbahnbefestigungen mit dem schnellen Vordringen der mittelschweren Bauweisen erheblich abgenommen hat und noch weiter zurückgehen wird, ist doch auch heute noch der größte Teil der Fahrbahnen des deutschen Landstraßennetzes und auch ein Teil der Stadtstraßen mit Schotterdecken, die durch einen Überzug geschützt sind, befestigt.

Außerdem hat aber die Bauweise in verschiedenen Formen eine Anzahl weiterer Anwendungsgebiete gefunden. Vor allem dienen die Oberflächenbehandlungen als oberer Abschluß und Oberflächendichtung nicht hohlraumarmen, bituminös gebundener Decken und für ihre Unterhaltung zum Ersatz des Abschliffes und zur Erhaltung der dichten Oberfläche. Die für den Schnellverkehr notwendige Rauigkeit der Oberfläche neuzeitlicher Decken, die entweder von vornherein glatt waren oder unter dem Verkehr ihre rauhe Oberfläche verloren haben, kann in erster Linie durch Überzüge wieder hergestellt werden. Dieses wichtige Anwendungsgebiet bedarf jedoch noch der Entwicklung und weiteren Ausbaues der Ausführungsweisen. Für den Fugenschluß von Groß- und Kleinpflaster bedient man sich mit Erfolg Arbeitsweisen, die nach den verwendeten Baustoffen und der Art der Ausführung der Oberflächenbehandlung sehr ähnlich sind. Die Bauweise dient ferner als Schutzschicht von Decken mit langsam erhärtenden hydraulischen Bindemitteln (Traßdecken) oder mit silikatischem Bindemittel (Betondecken), bei zementgebundenen Decken als Unterhaltungsmaßnahme zur Beseitigung von Schäden der Oberfläche und zu ihrem Schutze gegen das Eindringen von Wasser sowie zur Verhinderung der Staubbildung. Für Straßenflächen, die für Fußgänger- und Radfahrerverkehr bestimmt sind oder die als Parkplätze dienen sollen, sind Überzüge häufig ausreichende, dabei billige Befestigungen. Durch Anwendung hochviskoser, langsam zerfallender Emulsionen kann man verstärkte Oberflächenbehandlungen in einem Arbeitsgange herstellen. Mit Hilfe des Bodenmischverfahrens, einer der Oberflächenbehandlung ähnlichen Bauweise, wird bei sandigem Boden für Flugplätze eine Befestigung der Abflug- und Landeplätze in zweckmäßiger und billiger Art hergestellt. Zur Erschließung dieser mannigfachen Anwendungsmöglichkeiten hat die vielseitige Weiterentwicklung der Bindestoffe, besonders der Asphalt emulsionen, wesentlich beigetragen.

Durch die in dem Zeitraum von zehn Jahren gesammelten Erfahrungen sind Erkenntnisse gewonnen, die eine ziemlich sichere Beurteilung der zulässigen Verkehrsbelastung ermöglichen. Über die Höhe der Unterhaltungskosten stehen Unterlagen zur Verfügung, die eine Beurteilung der Wirtschaftlichkeit mit einiger Sicherheit ermöglichen. Dabei ist zu bemerken, daß die Kosten der Unterhaltung für die in der Anlage billigen Oberflächenbehandlungen bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung ausschlaggebend sind. Die Anschauungen über die straßenbautechnischen Vorbedingungen für die Anwendung von Überzügen auf Kleinschlagdecken haben sich vertieft, wenn auch diese Vorbedingungen im wesentlichen von vornherein bekannt waren und ziemlich unverändert geblieben sind. Für die Beurteilung des Untergrundes wurden gerade in den letzten Jahren neue Gesichtspunkte und Untersuchungsverfahren gefunden, durch deren Anwendung Fehlschläge auf ungeeigneten Straßenstrecken verhütet werden.

Betrachtungen über die Oberflächenbehandlungen haben nach den vorstehenden Erörterungen nicht etwa nur den geschichtlichen Wert eines Rückblickes auf eine allmählich verschwindende Straßenbauweise, sondern auch heute noch hervorragende praktische Bedeutung für den Straßenbau. Die Ausführungstechnik der Oberflächenbehandlungen selbst hat sich, ebenso wie die verwendeten Baumaschinen, wohl in etwa vervollkommenet, hat im übrigen aber Änderungen grundsätzlicher Art gegen früher nicht

erfahren. Die folgenden Ausführungen werden sich also in der Hauptsache auf die Entwicklung der Baustoffe und wirtschaftliche Fragen der Oberflächenbehandlungen beschränken.

Zuvor ist aber noch zu prüfen, ob die Oberflächenbehandlung die erste und wichtigste Forderung erfüllt, die heute an jede Fahrbahnbefestigung für Durchgangsstraßen zu stellen ist, nämlich, daß sie für den Schnellverkehr geeignet ist. Diese Eignung ist bedingt durch zwei wesentliche Eigenschaften der Straßenoberfläche: ein bestimmtes Maß von Rauigkeit zur Erzielung ausreichender Griffigkeit als Grundlage der Verkehrssicherheit und möglichst große Ebenföchigkeit der Decke als Vorbedingung für ruhiges und erschütterungsfreies Fahren auch bei großen Geschwindigkeiten. Für den neuzeitlichen Verkehr muß der alten Forderung an den Straßenzustand: Erhaltung der Sicherheit und Bequemlichkeit des Verkehrs noch weitgehender als früher und in erster Linie entsprochen werden.

Die Rauigkeit der Straßenoberfläche hängt bei den Überzügen in jeder Anwendungsart von der technischen Ausführung der Bauweise selbst ab. Die Ebenföchigkeit, vor allem aber ihre dauernde Erhaltung ist ebenfalls von der Bauausführung, daneben von der sachgemäßen Unterhaltung, vor allem aber von der Beschaffenheit des als Unterlage dienenden Deckenkörpers, des Unterbaues und des Untergrundes abhängig. Man kann bei Ausführung der Oberflächenbehandlung wohl geringfügige Unebenheiten der Unterlage beseitigen, aber nicht Profilberichtigungen herstellen oder gar Fehler im tragenden Deckenkörper unschädlich machen, noch weniger natürlich Mängel des Unterbaues oder des Untergrundes ausgleichen. Diese durch das Erfordernis tragfähigen Unterbaues und geeigneter Untergrundverhältnisse gegebene Grenze für ihre Anwendungsmöglichkeit teilen die Überzüge mit allen Straßendecken mit bituminöser Bindung, die alle mehr oder weniger plastisch verformbar sind; übrigens auch mit allen übrigen Deckenkonstruktionen außer Beton, der bei Eisenbewehrung nicht zu große Unterschiede in der Tragfähigkeit des Untergrundes überbrücken kann. Allerdings leisten stärkere bituminös gebundene Fahrbahnbefestigungen solchen Verformungen, die sich als Mulden oder Wellen an der Oberfläche zeigen, durch ihre Masse größeren Widerstand als die dünne Schicht einer Oberflächenbehandlung auf einer Kleinschlagdecke. Auch Mängel der Überzüge selbst können die Ursache von Unebenheiten sein. Sie entstehen durch unsachgemäße Bauausführung oder Fehler in der Unterhaltung. Aufwulstungen und Wellen bilden sich, wenn die Schicht mit der Schotterdecke oder der bituminös gebundenen Unterlage nicht fest verbunden ist (meist Folge mangelhafter Reinigung oder von Feuchtigkeit bei Heißbehandlungen), so daß sie durch die Verkehrseinwirkungen auf der Unterlage verschoben werden kann. Eine häufige Ursache für Wellenbildungen ist unzureichende Tragfähigkeit stärkerer Überzüge, wie sie durch häufig wiederholte Behandlungen entstehen oder auch als Teppiche von vornherein hergestellt werden. Die Ursache ist fehlerhafte Zusammensetzung der Mineralstoffe, besonders Mangel an größeren Splittkörnungen oder übermäßiger Gehalt an weichem Bindemittel, Überfettung. Der Aufbau des Mineralgerüsts zur Erzielung ausreichender Tragfähigkeit und die richtige Bemessung des Bindemittelgehalts, vor allem Vermeidung jeden Übermaßes, müssen daher bei Überzügen größerer Stärke, zumal bei Teppichen, mit besonderer Sorgfalt behandelt werden. Dabei spielt natürlich auch die Konsistenz des Bindemittels, die im wesentlichen mit steigender Viskosität wächst, eine wichtige Rolle. Wird bei Auswahl und Bemessung der Baustoffe, bei der Bauausführung und bei Durchführung der Unterhaltung ausreichende Sorgfalt angewendet, so besteht kein Zweifel, daß Oberflächenbehandlungen für den Schnellverkehr geeignete Fahrbahnbefestigungen sein können.

Baustoffe.

Die Baustoffe für Oberflächenbehandlungen sind Teer und Asphalt in ihren verschiedenen Erscheinungsformen und mineralische Baustoffe. Die Bindemittel sind weiter entwickelt worden durch Verschneidung mit Lösungsmitteln zur vorübergehenden Herabsetzung der Viskosität, Kaltteere und Verschnittasphalte und durch Herstellung halbstabiler und stabiler Asphalt emulsionen. Die Kenntnisse über das verschiedenartige Verhalten der Gesteine gegenüber den Bindemitteln hinsichtlich der Haftfähigkeit an den Gesteinflächen und der chemisch-physikalischen Einwirkung auf den Zerfall der Emulsionen sind vertieft oder ganz neu gewonnen worden. Allerdings stecken die Untersuchungen dieser Dinge noch in den Anfängen und bedürfen weiteren eingehenden Studiums.

Teer.

Keine oder unwesentliche Änderungen haben in den letzten Jahren die Straßenteere in ihrer Beschaffenheit erfahren. Jedoch ist die Auswahl unter den vorhandenen Teersorten hauptsächlich durch engere Be-

grenzung der Viskosität für die jeweiligen Verwendungszwecke und die herrschende Witterung verfeinert worden. Allgemein ist man bestrebt, auch für Oberflächenbehandlungen möglichst zähflüssige Teere zu verwenden. Das gilt besonders für wiederholte Teerungen, für Oberflächenbehandlungen von Teermisch-, Teertränk- und Teerstreumakadamdecken zur Dichtung der Oberfläche und für die Rahmmachung glatter bituminöser Decken. Mit der Viskosität steigt bis zu einem gewissen Grade die Klebkraft des Teeres. Die Mineralstoffe werden durch zähflüssige Teere daher besser gebunden. Man kann ferner größere Splittkörnungen wählen und dadurch rauhere Oberflächen erzielen. Durch die Erhitzung werden auch hochviskose Teere so dünnflüssig, daß sie das Gestein leicht benetzen und in dünner gleichmäßiger Schicht umhüllen können. Beim Erkalten nimmt die Viskosität zunächst langsam, dann schneller zu, so daß noch innerhalb einer gewissen Zeitspanne nach dem Aufbringen des Teeres der Splitt gebunden wird. Während des Abwalzens, das nicht unterbleiben sollte, können also etwa nicht völlig umhüllte oder zerdrückte Splittkörner noch mit Teer umhüllt und gebunden werden. Nach dem Erkalten ist die Klebefähigkeit des Teeres schon so groß, daß durch die Verkehrseinwirkungen nur bei zu reichlicher Abspaltung noch Splitt abgeschleudert wird.

Dünnflüssige Teere sind auch nach dem Erkalten nicht zähflüssig und klebkraftig genug, um die Mineralstoffe größeren Kornes sicher festzuhalten; sie erreichen eine höhere Viskosität erst nach einiger Zeit, deren Länge von der herrschenden Lufttemperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft abhängig ist, und zwar in erster Linie durch Verdunstung eines Teiles der Mittel- und Schweröle. Man kann als Grundsatz aufstellen, daß bei Verwendung grober Splittkörnungen aus hartem Gestein und bei weniger günstigen straßenbautechnischen Verhältnissen durch Anwendung möglichst hochviskoser Teere bei Heißteerungen die besten Erfolge erzielt werden.

In den Normenvorschriften DIN 1995 sind für die Viskosität der einzelnen Straßenteersorten recht weite Grenzen gesetzt; für die zu Oberflächenteerungen vorzugsweise verwendeten folgende:

Straßenteer II	20 bis 100 sek bei 30°
Anthrazenölteer 60/40	20 „ 70 „ 30°
„ 65/35	15 „ 40 „ 40°

Das Verhalten eines Straßenteeres II von 20 bis 30 sek ist aber bei der praktischen Anwendung natürlich ganz anders als das eines zähflüssigeren Teeres derselben Sorte mit 80 bis 100 sek Viskosität. Daher sind seit einigen Jahren die Teerdestillationen dazu übergegangen, die einzelnen Teere mit enger begrenzter Viskosität zu liefern. Wegen der erschwerten Lagerhaltung und anderer Schwierigkeiten muß die Zahl der einzelnen Teere mit bestimmten Viskositätsgrenzen möglichst eingeschränkt werden. Die Praxis erfordert auch keine sehr große Zahl verschieden viskoser Teere innerhalb der einzelnen Sorten. Prof. Mallison¹⁾ hat folgende Einteilung der für Überzüge in Betracht kommenden Teersorten vorgeschlagen:

Straßenteer II	20 bis 35 sek bei 30°
„ II	40 „ 60 „ 30°
„ II	80 „ 100 „ 30°
Anthrazenölteer 60/40	20 „ 30 „ 30°
„ 60/40	40 „ 50 „ 30°
„ 60/40	60 „ 70 „ 30°
„ 65/35	15 „ 20 „ 40°
„ 65/35	30 „ 40 „ 40°

Für Teerungen auf bituminös gebundener Unterlage werden im Frühjahr und Herbst Anthrazenölteer 60/40 mit Viskositäten von 20 bis 30 sek bei 30° und Straßenteer II mit 20 bis 35 sek bei 30° bei ausgesprochen kühler Witterung im März und Oktober, dagegen Anthrazenölteer 60/40 mit 40 bis 50 sek bei 30° unter günstigeren Temperaturverhältnissen im April und Oktober zweckmäßig verwendet. Im Sommer, etwa von Mitte Mai bis September wird Straßenteer II mit 40 bis 60 sek und 80 bis 100 sek bei 30° sowie Anthrazenölteer 65/35 mit 15 bis 20 sek bei 40°, auch eine Teerbitumenmischung von Anthrazenölteer 60/40 mit 15% Bitumenzusatz zu bevorzugen sein. Auch Wetterteer kann an besonders heißen Tagen ohne Schwierigkeiten angewendet werden. Die Zeitangaben sind natürlich nur so zu verstehen, daß in den angegebenen Zeiträumen kühles oder warmes Wetter wahrscheinlich ist. In Wirklichkeit können allerdings auch in den Sommermonaten Kälteperioden von kürzerer oder längerer Dauer eintreten und ebenso in der kälteren Jahreszeit warme Witterung, auf die bei der Auswahl des Teeres Rücksicht zu nehmen ist.

Bei erstmaligen Teerungen sandgebundener Kleinschlagdecken soll der Teer möglichst tief in die Schotterfugen eindringen. Daher müssen von den vorstehend angegebenen Teersorten Teere mit niedriger Viskosität für diesen Zweck ausgewählt werden. Nur bei heißem Wetter sind auch zähflüssigere Teere verwendbar. Die Zusammensetzung der Mineralbestandteile der erstmaligen Behandlung ist für die spätere Erhaltung

besonders wichtig. Sie müssen aus größerem und feinerem Korn gemischt sein, besonders wenn es sich um zähes Hartgestein handelt. Man muß sich bei der Auswahl der Mineralkörnungen vor Augen halten, daß die Oberfläche möglichst schnell dicht werden muß. Das tritt im Laufe einiger Zeit dadurch ein, daß unter dem Verkehr durch Kornzertrümmerung sich ein hohlräumiges Gesteingemisch an der Oberfläche von selbst herstellt. Man kann den dafür erforderlichen Zeitraum, der nach Art des Verkehrs sehr verschieden ist, abkürzen, wenn die Teerung in zwei Arbeitsgängen ausgeführt wird. Auf die erste mit größerem Splitt abgedeckte Teerung folgt anschließend die zweite mit etwa 0,5 kg/m² Teer und mit Gesteinsand der Körnung 1 bis 3 mm. Wünscht man große Rauigkeit, so muß sie durch eine nach geraumer Zeit vorzunehmende wiederholte Teerung mit zähflüssigem Teer und grobem Splitt erzielt werden.

Wird durch die Oberflächenbehandlung nicht die Herstellung einer Verschleißschicht oder eine Verstärkung schadhafter Oberflächenschichten bezweckt, sondern nur die Auffrischung älterer Beläge, in denen an der Oberfläche der Teer durch zu starke Verdunstung spröde geworden und vor allem durch Zermahlung des Gesteins unter dem Verkehr stark gemagert ist, so müssen besonders dünnflüssige Teersorten, wie Straßenteer I mit einer Viskosität von 10 bis 20 sek bei 30° oder Straßenoile mit noch geringerer Zähflüssigkeit zur Anwendung kommen. Nur an heißen Tagen kann man für diesen Zweck auch wohl die für die erstmalige Behandlung von Schotterdecken als geeignet bezeichneten Teere mit Erfolg verwenden. Für die Auffrischung genügen geringe Mengen, etwa 0,5 kg/m² Teer. Da die dünnen Teere sehr benetzungsfähig sind, dagegen geringe Klebkraft besitzen, müssen feine Gesteinkörnungen zum Abdecken benutzt werden; zweckmäßig wählt man Grobsande aus Hartgestein. Die Oberfläche wird dann allerdings nicht rau, erhält aber doch eine gute Griffigkeit. Wird z. B. in Steigungen eine ausgesprochen rauhe Oberfläche verlangt, so muß nach einiger Zeit noch eine Oberflächenbehandlung mit zähflüssigem Teer und größerem Splitt aus Hartgestein aufgebracht werden.

Kaltteere sind durch Zusatz niedrig siedender Lösungsmittel erweichte normale Straßenteere, die schon bei gewöhnlicher Temperatur mehr oder weniger dünnflüssig sind; sie erhalten erst durch das Verdunsten der leicht flüchtigen Bestandteile genügende Zähflüssigkeit. Die Dauer dieses Vorganges hängt von der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft, daneben natürlich sehr wesentlich von der Flüchtigkeit des Lösungsmittels ab. In der warmen Jahreszeit darf Kaltteer, der besonders für Flickarbeiten nützlich ist, nur in geringer Menge und nur mit feinkörnigen Mineralstoffen angewendet werden. Da die Ausbesserungsarbeiten immer unter Aufrechterhaltung des Verkehrs ausgeführt werden müssen, ist dabei die schnelle Verdunstung der Erweichungsmittel und damit die Erreichung der vollen Klebefähigkeit besonders wichtig, weil sonst die Flickstellen leicht zerfahren oder aufgewickelt werden; auch können durch Abschleudern des teerumhüllten Splittes Beschädigungen der Fahrzeuge vorkommen. Gegen die Anwendung von Kaltteer für umfangreichere Überzüge in der günstigen Jahreszeit sprechen meist wirtschaftliche Gründe, weil die Kosten für die Verdünnung höher sind als die Aufwendungen für die Erwärmung normaler Straßenteere. In den kalten Monaten bietet dagegen die Verwendung von Kaltteer größere Vorteile und vor allem eine größere Gewähr für das Gelingen der Arbeiten. Dabei ist die Verwendung nicht zu dünnflüssigen Kaltteeres, der auf etwa 40° erwärmt wird, von Vorteil, weil durch das Erkalten schon eine ziemliche Zähflüssigkeit erreicht wird und der Teer dann auch eine ausreichende Klebkraft schon nach kurzer Zeit erhält.

Mit der Emulgierung von Teer sind früher umfangreiche Versuche gemacht. Auf die Dauer haben sich aber reine Teeremulsionen nicht durchsetzen können und sind heute ziemlich vom Markte verschwunden. Dagegen werden Teerasphaltemulsionen in Emulsionsform noch verwendet.

Asphalt.

Im Gegensatz zum Teer wird das Asphaltbitumen für Oberflächenbehandlungen überwiegend in Emulsionsform angewendet. Reines Bitumen auch niedriger Viskosität bedarf starker Erhitzung zur Erzielung der erforderlichen Dünnflüssigkeit und Benetzungsfähigkeit. Da die Viskosität mit dem Abfall der Temperatur schnell bis zu einem Grade zunimmt, daß die gleichmäßige Umhüllung und die Bindung der Mineralstoffe, besonders auch das Ankleben an die Unterlage in Frage gestellt ist, werden mit Heißbehandlungen unter Verwendung von Bitumen nur in der günstigen Jahreszeit bei trockener, warmer Witterung gute Erfolge erzielt. Für die Rahmmachung glatter Oberflächen wird allerdings mit Vorteil besonders klebfähiges Bitumen heiß aufgebracht und mit bituminiertem Splitt grober Körnung so abgedeckt, daß in einer Lage Splittkorn neben Splittkorn liegt. Derartige Behandlungen sind dauerhaft, gelingen aber nur bei warmer trockener Witterung. Auch durch Lösungsmittel verdünnter Asphalt, sogenanntes Verschnittbitumen, wird für Oberflächenbehandlungen größeren Umfangs bis jetzt nur selten benutzt. Die mit Verschnittbitumen hergestellten Überzüge befinden sich bis zur Abdunstung

¹⁾ Mitteilungen der Auskunft- und Beratungsstelle für Teerstraßenbau in Essen 1936, Heft 1.

des Lösungsmittels in einem Zwischenzustande, in dem die endgültige Klebefähigkeit des Bitumens und damit die Festigkeit und Widerstandskraft des Belages gegenüber den Verkehrseinwirkungen erst allmählich erreicht wird. Die Abgabe der leicht flüchtigen Stoffe kann sich längere Zeit hinziehen, mehrere Wochen oder sogar Monate. Die Dauer der allmählichen Verflüchtigung ist wie beim Kaltteer abhängig von dem Siedepunkte der zur Erweichung benutzten Öle und von der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft.

Demgegenüber hat das in die Emulsionsform gebrachte Bitumen annähernd dieselben Eigenschaften, besonders dieselbe Viskosität wie vor der Emulgierung, sobald der Zerfallvorgang abgeschlossen ist. Bei den für Oberflächenbehandlungen und für die Unterhaltung fast ausschließlich verwendeten schnell zerfallenden, sogenannten unstabilen Emulsionen beginnt der Zerfall sofort durch das Brechen am Gestein und ist nach Verstärkung und Verdunstung des dadurch frei werdenden Emulsionswassers nach kurzer Frist, die nach DIN 1995 höchstens eine Stunde betragen darf, beendet. Das Verdunsten des Wassers wirkt bei dem Zerfall übrigens mit. Praktisch ist die Zerfallzeit meist erheblich geringer als eine Stunde und kann sich auf wenige Minuten beschränken. Während dieser kurzen Zeitspanne finden auch bei Flickarbeiten nennenswerte Verkehrseinwirkungen nicht statt. Bei der Verkehrsübergabe der behandelten Flächen oder der Flickstellen ist die ursprüngliche Viskosität und damit die Klebefähigkeit des Ausgangsbitumens vorhanden und die volle Widerstandsfähigkeit des Belages erreicht. Die Benetzungsfähigkeit der mit sehr niedrigen Viskositätsgraden herstellbaren Emulsionen ist sehr groß. In Verbindung mit der feinen Verteilung der Bitumenteilchen in der Emulsion wird dadurch eine sehr gleichmäßige und vollkommene Umhüllung der Mineralstoffe mit Bitumen erzielt. Diese Eigenschaften machen die Bitumenemulsion auch für erstmalige Behandlung sandgebundener Kleinschlagdecken, wo tiefes Eindringen in den Deckenkörper und gleichmäßige Umhüllung des Abdecksplittes von größter Bedeutung für das Gelingen der Ausführung und für ihre Dauerhaftigkeit sind, besonders wertvoll.

Für schnell zerfallende Emulsionen werden weiche Bitumina verwendet, in der Hauptsache das in DIN 1995 als Bit. II bezeichnete mit einem Erweichungspunkte zwischen 25 und 30° nach Krämer-Sarnow und einer Penetration von 210 bis 150 Graden des Penetrometers bei 25°. Man kann neuerdings auch härtere Bitumensorten emulgieren; jedoch nur bei wenigen Verfahren. Für Oberflächenbehandlungen ist ein weiches Bitumen erwünscht, weil dieses den unvermeidlichen Bewegungen der Schotterdecke folgt, ohne daß Rissebildungen entstehen. Dabei ist die Viskosität und Klebefähigkeit weichen Bitumens für die entstehenden Beanspruchungen völlig ausreichend.

Früher wurde sowohl für Emulsionen, in denen das Bitumen besonders fein verteilt war, wie für solche, bei denen die Bitumenteilchen besonders groß waren, in Anspruch genommen, daß sie sich bei der Anwendung besonders günstig verhielten. Die praktische Erfahrung hat gezeigt, daß es weniger darauf ankommt, ob die Emulsion fein oder grob dispers ist, sondern vielmehr darauf, daß die Teilchengröße gleichmäßig ist, weil bei einer Mischung von feinen und gröberen Bestandteilen Anlagerungen der feinen an die groben Bitumenteilchen eintreten können und dann das Bitumen nicht mehr in gleichmäßiger Schicht auf den Mineralflächen verteilt wird. Ebenso wenig wie durch den Feinheitsgrad werden die für den Straßenbau wichtigen Eigenschaften der Asphalt-emulsionen im allgemeinen durch den Gesamtgehalt an Bitumen beeinflusst. Für die einzelnen Emulsionsmarken muß er nur möglichst gleich sein, weil die Mengenangaben für die Bauausführungen auf die Emulsionsmenge selbst, nicht auf den Bitumenanteil abgestellt sind. Man wird natürlich den Bitumenanteil nicht zu klein wählen, weil man dann zu große Wassermengen mit befördern müßte. Für die unstabilen Emulsionen für Überzüge und Flickarbeiten ist ein Mindestbitumengehalt von 50% festgesetzt.

Für besondere Zwecke kann es erwünscht sein, daß die Viskosität der Emulsion höher ist als die normale. Während überall dort, wo ein möglichst tiefes Eindringen des Bindemittels in den Deckenkörper notwendig ist, wie z. B. bei erstmaliger Behandlung sandgebundener Decken, dünnflüssige Emulsionen angebracht sind, ist es nicht möglich, solche niedrig viskose Emulsionen in einer größeren Menge als etwa 2 kg/m² auf bituminös gebundene Deckenoberflächen oder dichte Schotterdecken aufzubringen, da sie von den quergeneigten Flächen zu schnell abfließen. Dasselbe gilt natürlich für stärkere Längsneigungen. Als unangenehme Folge ergibt sich eine ungleichmäßige Verteilung des Bitumens über die Straßenoberfläche derart, daß auf der Straßenkrone zu wenig, an den Seiten zu viel Bindestoff sich befindet, was zu dem Maße der Beanspruchung dieser Flächen durch den Verkehr in völligem Gegensatz steht. In DIN 1995 ist eine Begrenzung oder ein Maß für die Viskosität der Emulsionen nicht angegeben. Auf die Dauer wird eine solche Festsetzung nicht zu entbehren sein, da die Zähflüssigkeitsgrade der unstabilen Emulsionen in recht weiten Grenzen (etwa zwischen 2 und 10° Engler) schwanken. In den letzten Jahren sind hochviskose Emulsionen entstanden, deren Zähflüssigkeit mit dem Engler-Viskosimeter nicht mehr gemessen werden

kann und die im Straßenteerkonsistometer mit 4 mm Düsenöffnung bei 20° Auslaufzeiten von 30 bis 50 sek haben, also schon bezüglich der Viskosität einem mäßig erwärmten weichen Straßenteer entsprechen. Bei Verwendung solcher Emulsionen kann man in einem Arbeitsgange Teppiche von 1,5 bis 2 cm Dicke aus 3 bis 4 kg/m² Emulsion und 30 bis 40 kg/m² Splitt herstellen. Die größere Dickflüssigkeit wird erzielt, indem man bei Herstellung der Emulsion die Bitumenteilchen aufquellen läßt, wodurch eine sahnartige Beschaffenheit hergestellt wird. Übrigens haben auch Emulsionen mit größerem Bitumenanteil meist eine höhere Viskosität. Die Zerfalldauer braucht bei hochviskosen Emulsionen nicht größer zu sein als bei normalen mit kurzer Zerfalldauer.

Die Eigenart des Zerfallvorganges der unstabilen Emulsionen bedingt es, daß die Verteilung der Emulsion auf den Gesteinflächen innerhalb einer verhältnismäßig kurzen Frist abgeschlossen sein muß. Insbesondere ist das Vermischen solcher Emulsionen mit feinkörnigen Mineralstoffen nur möglich, wenn diese mit einem in Wasser gelösten Stoff vorbehandelt worden sind, der den Zerfall der Emulsion um das erforderliche Zeitmaß hinausschiebt. Um die Emulsionen auch für die Verwendung von Gestein, das bis zu einem gewissen Grade mit Staub vermischt ist, und für Mischverfahren brauchbar zu machen, hat man in den letzten Jahren langsam zerfallende Bitumenemulsionen entwickelt. Man verzögert den im übrigen gleich bleibenden Brechungsvorgang durch Hinzufügung eines geeigneten Stoffes, des Stabilisators, zum Emulgator: halbstarre Emulsionen; oder man führt den Zerfall in grundsätzlich anderer Form herbei, nämlich in der Hauptsache oder auch ausschließlich durch Verdunsten des Emulsionswassers: stabile Emulsionen. Als Stabilisatoren werden Glycerine, Stärke, Kasein, tonartige Stoffe, sulfonierte Öle verwendet. Für die Herstellung stabiler Emulsionen dienen als Emulgatoren wasserunlösliche Stoffe: kolloidale Alkali- oder Metalloxyde, Hydrosilikate oder organische Stoffe, wie Huminsäure, besonders behandelter Braunkohlenstaub, Eiweißstoffe.

Während die Brechung der unstabilen Emulsionen sofort bei der Berührung mit den Gesteinflächen beginnt, wird sie bei den halbstarren Emulsionen erst mit dem völligen Verdunsten des Wassers abgeschlossen. Ein einwandfreies Verfahren zur Feststellung der Stabilität und ein Maßstab für diese Eigenschaft ist noch nicht gefunden. Das Maß der Stabilität ist abhängig einerseits vom Emulgator und andererseits von der Art des Gesteins. Vergleichbare Werte zu finden wird also offenbar sehr schwierig sein. Für die Verwendung im Straßenbau genügt im allgemeinen die Feststellung, wie sich die Emulsion gegenüber verschiedenen Körnungen desselben Gesteins verhält. Zerfällt sie sofort bei Berührung mit dem Gestein, so ist sie instabil; läßt sie eine längere Mischung mit Gesteinsplitt ohne Füllerszusatz zu, ohne daß die Brechung sofort beginnt, so ist sie halbstarre; kann man sie mit Füllerkörnungen mischen, ohne daß Zusammenballungen entstehen, so ist sie stabil.

Für Oberflächenbehandlungen, die unter völliger Aufrechterhaltung des Verkehrs auszuführen sind, was auf den Durchgangstraßen die Regel ist, sollten in erster Linie schnell zerfallende Emulsionen angewendet werden. Muß aus besonderen Gründen, etwa wegen Verstaubung des Abdecksplittes, auf langsame Brechung Wert gelegt werden, so kommen auch wohl halbstarre Emulsionen, deren Zerfalldauer aber nicht zu groß sein soll, in Frage. Stabile Emulsionen werden nur für Mischzwecke verwendet, wenn die Gesteinmischung Füller enthält. Unstabile Emulsionen von niedriger Viskosität können aufgespritzt oder aufgegossen werden, hochviskose und langsam zerfallende Emulsionen werden aufgegossen, die letztgenannten können in der üblichen Weise auf Blechen oder in Mischmaschinen mit den Mineralbestandteilen gemischt werden, auch mit Besen auf der Decke selbst mit feinkörnigem Gestein vermischt und eingefegt werden. Es ist unzweckmäßig, eine höhere Stabilität zu wählen, als unbedingt erforderlich ist, um bis zum Ende des Einbauvorganges die Mischfähigkeit zu erhalten. Bei dessen Beendigung soll die Emulsion restlos zerfallen sein. Solange dieser Zustand nicht eingetreten ist, kann durch Regen ein Abschwemmen oder eine unzulässige Verdünnung der Emulsion hervorgerufen werden, wodurch das Gelingen der Bauausführung in Frage gestellt ist.

Grundsatz ist nach den vorstehenden Erörterungen, daß für erstmalige Oberflächenbehandlungen sandgebundener Decken schnell zerfallende Emulsionen niedriger Viskosität verwendet werden sollen, ebenfalls für Überzüge bituminös gebundener Decken und für Nachbehandlungen. Wünscht man einen stärkeren Belag mit grobem Gesteinkorn, so sind stabile hochviskose Emulsionen angebracht; soll der Belag aus feinerem oder staubhaltigem Gesteinkorn aufgebaut werden, so ist eine Vermischung von Emulsion und Gestein notwendig und die Verwendung halbstabiler Emulsionen erforderlich. Bei Vorhandensein größerer Mengen von Staub oder Füllerkorn müssen stabile Emulsionen Anwendung finden.

Gestein.

Die Beschaffenheit der Gesteinbaustoffe ist für Oberflächenbehandlungen von nicht geringerer Bedeutung als die der Bindemittel, zumal bei dieser Bauweise der Anteil an Gestein mindestens um das zehnfache

größer ist als die Bindemittelmenge. Für den Rauheitsgrad der Fahrbahn ist die Mineralkomponente von ausschlaggebender Bedeutung, und zwar sowohl durch die Härte und Zähigkeit des Gesteins, wie nach der Korngröße, in der es zur Verwendung kommt. Die dichte Oberfläche, die zum Schutze gegen das Eindringen von Wasser unbedingt notwendig ist, entsteht im allgemeinen von selbst durch Bildung einer hohlraumarmen Schicht unter der kornertrümmernden Wirkung des Verkehrs, insbesondere von eisenerhüllten Fahrzeugen. Die Rauigkeit der Oberfläche geht durch diesen Vorgang mehr oder weniger verloren. In etwa widerspricht die Forderung der Dichtigkeit also der Bedingung, daß die Oberfläche rau und griffig sein muß. Die Haftfähigkeit des Bindemittels an den Gesteinflächen muß ausreichend groß sein, damit ein Ablösen der Bindemittelhaut unter den möglichen Beanspruchungen mit Sicherheit verhindert wird. Bei Verwendung von Emulsionen spielt der Einfluß der chemischen Eigenschaften der Gesteinflächen auf den Brechungsvorgang eine gewisse Rolle. Hinsichtlich der beiden letzten Punkte liegen praktische Erfahrungen vor. Mit der wissenschaftlichen Erforschung dieser offenbar sehr schwer zu erfassenden Zusammenhänge hat man erst seit kurzem begonnen. Die bisher vorliegenden Arbeiten sind mehr vorbereitender Art und in ihrer Anwendbarkeit für die Praxis noch sehr umstritten. Endgültige Ergebnisse dürften bei der Sprödigkeit der Materie sobald nicht zu erwarten sein.

In rein straßenbautechnischer Hinsicht ist ein wesentlicher Zweck aller Arten von Oberflächenbehandlungen die Erzeugung einer dichten Straßenoberfläche. Dazu ist neben ausreichender Bindemittelmenge die Herstellung einer hohlraumarmen Schicht an der Oberfläche bei der Bauausführung oder deren allmähliche Bildung unter dem Verkehr notwendig. Hartes und zähes Gestein wird der Kornertrümmerung durch die Verkehrseinwirkungen länger Widerstand leisten als weichere und spröde Gesteinarten. Nichtsdestoweniger ist die Verwendung von zähem Hartgestein für die Abspaltung von Überzügen technisch und wirtschaftlich zweckmäßiger, weil zu weitgehende Zermahlung der Mineralbestandteile eine starke Magerung (Anreicherung mit feinkörnigen Gesteinteilen) der obersten Schicht herbeiführt, die starke Abnutzung, nicht selten sogar unter Staubbildung, zur Folge hat und ferner bei weichen Gesteinen die Griffigkeit der Oberfläche aufhebt. Weiche Kalksteine z. B. sollten daher nur für wenig befahrene Flächen, wie Begrenzungstreifen zur Kennzeichnung der Fahrbahnränder oder Überholungsspuren breiter Fahrbahnen, zur Anwendung kommen. Bei Oberflächenbehandlungen auf Straßenstrecken, deren Verkehr nach seiner Zusammensetzung (überwiegend leichtere gummbereifte Kraftwagen, wenig oder kein Verkehr eisenerhüllter Fuhrwerke) eine ausreichende Kornertrümmerung der Mineralstoffe nicht erwarten läßt, muß schon bei der Ausführung durch Hinzufügen von Feinkorn zum Abdecksplitt eine hohlraumarme Zusammensetzung angestrebt werden.

Die Anforderungen des Verkehrs hinsichtlich der Griffigkeit der Straßenoberfläche sind bei Verwendung harter, zäher Gesteinarten auch nach eingetretener Kornverfeinerung noch ausreichend gewahrt, da immer noch gröbere Splittkörner in genügender Menge übrigbleiben, um ein Glatwerden der Decke zu verhindern. Dabei muß allerdings sparsame Bemessung des Bindemittels vorausgesetzt werden. Ein etwaiger Überschub an Bindemittel wird an die Oberfläche gedrückt. Wird dort eine zusammenhängende Bindemittelhaut gebildet, so wird besonders bei hartem Bindemittel die Griffigkeit in einem Maße herabgesetzt, daß für den Schnellverkehr erhebliche Gefahrenmöglichkeiten entstehen, zumal bei feuchter Witterung. Ist ein solcher Fall eingetreten oder reicht in stärkeren Steigungen die Griffigkeit einer normalen Oberflächenbehandlung nicht aus, so muß durch einen besonderen Überzug die raue Oberfläche hergestellt werden. Dabei geht man in der Korngröße des Abdecksplittes neuerdings sehr weit, bis zu Körnungen von 12/18 mm und mehr. Um diese groben Gesteinteile mit der Unterlage fest zu verbinden und sie auch untereinander fest zu verkleben, sind hoch viskose Bindemittel erforderlich. Nützlich ist es, den Splitt einer Vorbehandlung zu unterziehen, durch die er mit einer ganz dünnen Bindemittelhaut überzogen wird. Das so vorbehandelte Gestein nimmt keine Feuchtigkeit an, und die Haftung des Bindemittels an den Gesteinflächen wird erleichtert und verstärkt. Um den Erfolg derartiger Rauüberzüge für möglichst lange Dauer zu erhalten, ist die Verwendung zäher Hartgesteine hier besonders wichtig.

Die Haftfähigkeit und Haftfestigkeit der Bindemittelhaut am Gestein ist zunächst abhängig von der Reinheit der Gesteinflächen, bei Heißbehandlungen darüber hinaus noch von ihrer Trockenheit. Das Anhaften des Bindemittels am Gestein wird außerdem noch durch das Vorhandensein einer Verwitterungsrinde, die sich meist als tonhaltige, dünne, mit dem gesunden Gestein fest verbundene Schicht darstellt, beeinträchtigt. Bei nicht kristallinen Kalksteinarten kann sich eine Verwitterungshaut schon nach einer Lagerung von wenigen Monaten bilden. Solches Gestein muß daher möglichst in frisch gebrochenem Zustande verwendet werden. Bei Anwendung von Emulsionen sind feuchte, jedoch nicht völlig nasse Gesteinflächen nicht schädlich. Bei dem Brechen der Emulsion kann sich

aber unter ungünstigen Verhältnissen und bei gewissen Gesteinarten ein dünner Wasserfilm zwischen Gestein und Bitumenhaut bilden, der erst bei gründlichem Durchtrocknen des fertigen Straßenbelages verschwindet. Aus diesem Zusammenhange heraus ist zu verstehen, daß das Gelingen von Emulsionsbehandlungen stark in Frage gestellt ist, wenn der Belag vor Eintritt des Winters nicht Gelegenheit hatte, einmal gründlich trocken zu werden. Nach Ansicht Dr. Hermanns sind die aufgeführten Ursachen für mangelhafte Haftung der Bindestoffe am Gestein, die praktisch niemals völlig ausgeschaltet werden können, von überragendem Einfluß auf die Haftfestigkeit und damit auf die Haltbarkeit der Decken.

Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß neben den erwähnten Ursachen auch die Beschaffenheit der Bruchflächen des Gesteins, zum mindesten aber ihre physikalische Struktur einen gewissen Einfluß auf die Haftfestigkeit der Bindemittel an ihnen ausüben. An den speckigen, glatten Flächen gewisser reiner Quarzgesteine und den glasigen Bruchflächen mancher Eruptivgesteine ist die Haftfestigkeit von Teer wie von Asphalt nicht so gut wie an den meisten übrigen im Straßenbau verwendeten Gesteinarten. Sedimentgesteine mit Gehalt an tonigem Bindemittel können, abgesehen von den meist nicht ausreichenden Festigkeitseigenschaften, deshalb nicht für bituminöse Bauweisen benutzt werden, weil Quellerscheinungen der tonigen Bestandteile, die bei Hinzutreten von Feuchtigkeit sich zeigen, die Haftung zwischen Bindemittel und Gestein beeinträchtigen oder völlig aufheben. Das Institut für Straßenbau an der Technischen Hochschule Dresden (Prof. Geißler und Dr. Riedel) nimmt auf Grund zahlreicher Versuche an, daß bestimmte Gesteine für die Bindemittel schlechter benetzbar sind als für Wasser und daher nicht nur schon bei der Mischung das Benetzen und Anhaften des Bindemittels am Mineral erschwert wird, sondern daß auch später das Bindemittel durch Wasser von den Gesteinsoberflächen verdrängt werden kann. Durch diesen Vorgang würden natürlich der Zusammenhang und die Verklüftung der Mineralteile gelöst und gerade bei Oberflächenbehandlungen erhebliche Zerstörungen angerichtet. Die von der chemischen Beschaffenheit der Kornoberflächen abhängige Eigenschaft, vom Wasser oder von den Bindemitteln leicht oder schwer benetzbar zu sein, soll bei fast allen für Straßenbauzwecke verwendeten Gesteinen verschieden und sogar innerhalb der Kornoberflächen des gleichen Gesteins verschieden sein können. Ist die Kornoberfläche wasserabweisend (hydrophob), so wäre die Haftfähigkeit des Bindemittels um so günstiger und das Gestein besser geeignet als andere Gesteinarten, deren Kornoberfläche überwiegend wasseranziehend (hydrophil) ist. Bei den sehr unterschiedlichen Auffassungen der Wissenschaft über diese Fragen erscheint eine Verwertung für die Praxis noch verfrüht.

Über das Verhalten der Emulsionen zu den verschiedenen Gesteinarten hinsichtlich der Zeitdauer des Brechungsvorganges, mit anderen Worten des Einflusses des Gesteins auf die Stabilität sind gleichfalls Untersuchungen in dem Straßenbauinstitut in Dresden (Dr. Weber und Dr. Bechler) angestellt. Dabei wurde gefunden, daß die Zerfallswerte derselben Bitumenemulsion verschiedenen Gesteinarten gegenüber außerordentlich verschieden sein können und daß ferner verschiedenartige Bitumenemulsionen am selben Mineral gleichfalls verschiedene Zerfallswerte aufweisen. Die Unterschiede sind theoretisch recht groß, so daß man geglaubt hat, Folgerungen für die Praxis ziehen zu müssen in der Richtung, daß bei der Beurteilung eines Gesteins, das mit einer Emulsion zusammen verwendet werden soll, neben Erfüllung der anderen Anforderungen auch die Brechbarkeit der Emulsion an dem Gestein untersucht werden soll. Indessen ist auch hier wie bei der Frage der Haftfähigkeit die wissenschaftliche Klärung noch nicht so weit durchgeführt, daß das Verfahren eine ausreichende Wertung des Verhaltens von Gestein und Emulsion bei der Herstellung von Gemischen beider ermöglicht.

Wirtschaftliches.

Mittelbar ist die Bestimmung der Verkehrsbelastung, der man eine Straßenbefestigung aussetzen darf, eine wirtschaftliche Frage, da das Anwendungsgebiet, soweit der Verkehr dafür als Maßstab dienen kann, dadurch begrenzt wird. In den Schlußfolgerungen, die der VII. Internationale Straßenkongreß in München 1934 zu der dritten der bearbeiteten Fragen angenommen hat, ist zum Ausdruck gebracht, daß die durch Oberflächenbehandlung verbesserte wassergebundene Schotterdecke wirtschaftlich verwendet werden kann für Verkehr von überwiegend gummbereiften Fahrzeugen bis zu 1000 t/Tag, unter besonders günstigen straßenbautechnischen Verhältnissen bis zu 1500 t/Tag und mehr. Auf Antrag der französischen Delegation, der offenbar mit Rücksicht auf die außerordentliche Ausdehnung der Oberflächenbehandlungen auf den französischen Landstraßen auch mittlerer Verkehrsbelastung gestellt wurde, ist dem noch hinzugefügt, daß über diese Verkehrsgewichte noch bedeutend hinausgegangen werden kann, wenn durch öftere Wiederholung des Überzuges ein dickerer Teppich entstanden ist. In Deutschland, wo der Güterverkehr auf den Landstraßen hauptsächlich mit schweren Lastkraftwagen betrieben wird, muß die zulässige Belastung durch diese Verkehrsart enger begrenzt werden. Einfache wie verstärkte Überzüge sind gegen schwere Verkehrslasten besonders dann empfindlich, wenn die Schotterdecke durchnaßt wird — von oben

bei mangelhafter Dichtheit der Oberfläche, von unten durch aufsteigendes Wasser bei feuchtem Untergrund — und dann die Sandbindung aufweicht, Die entstehenden Verdrückungen können erhebliche Zerstörungen des Überzuges herbeiführen. Man hat als zulässige Verkehrsbelastung für beide Arten von Überzügen 150 t/Tag Verkehr bespannter Fuhrwerke; Belastung durch Lastkraftwagen für einfache Überzüge 300 t/Tag, für Teppiche 400 t/Tag und durch Personenkraftwagen 950 und 1050 t/Tag vorgeschlagen. Der zulässige Gesamtverkehr bei günstigen straßenbautechnischen Verhältnissen ist demnach 1400 t/Tag für gewöhnliche und 1600 t/Tag für verstärkte Oberflächenbehandlungen. Dabei ist zu bemerken, daß die Bauweisen auch einen erheblich stärkeren als den angegebenen Verkehr von Personenkraftwagen ohne Nachteil aufnehmen können. Bei weniger günstigen straßenbautechnischen Verhältnissen muß der zulässige Gesamtverkehr auf 1000 t/Tag für einfache Überzüge und auf 1200 t/Tag für verstärkte vermindert werden; die Verminderung muß sich in der Hauptsache auf die Zahlen für den Fuhrwerk- und den Lastkraftwagenverkehr erstrecken. Bei besonders günstiger Lage der Straßentrecke kann die zulässige Belastung durch Lastkraftwagen um 100 t/Tag erhöht und so die Gesamtbelastung auf 1500 und 1700 t/Tag vergrößert werden.

Die Lebensdauer der durch Oberflächenbehandlung geschützten Schotterdecken kann nicht für alle Ausführungen gleich sein. Bei besonders günstigen Verhältnissen wird sie die mittlere Dauer erheblich übersteigen, unter weniger günstigen Umständen hinter ihr zurückbleiben. Unter Lebensdauer muß die unter Berücksichtigung der Verkehrsanforderungen an den Straßenzustand und der Unterhaltungskosten festzusetzende wirtschaftliche, nicht die unter Aufwendung hoher Unterhaltungskosten und Inkaufnahme von Erschwerungen des Verkehrs vielleicht erreichbare technische Gebrauchsdauer verstanden werden. Bei Schätzung der Lebensdauer — das im allgemeinen zehn Jahre nicht überschreitende Alter der Ausführungen läßt zahlenmäßig belegte Angaben nicht zu — müssen folgende Voraussetzungen gemacht werden: die straßenbautechnischen Verhältnisse und der Verkehr (vgl. den vorhergehenden Absatz) müssen für die Anwendung von Oberflächenbehandlungen geeignet sein, sachgemäße fehlerfreie Ausführung bei geeigneter Witterung, ordnungsmäßige Unterhaltung. Bei Erfüllung dieser Bedingungen wird die Lebensdauer von Überzügen auf mindestens 15 Jahre angenommen. Dr.-Ing. H. Klein hält es sogar für zweifelhaft, ob mit Rücksicht auf die in längeren Zeit-

abständen vorzunehmenden Nachbehandlungen, die eine Ergänzung der Substanz bedeuten, die Lebensdauer überhaupt begrenzt ist. Wenn man auch diese Ansicht vorläufig noch für zu günstig halten muß, kann eine mittlere Lebensdauer von 15 Jahren nach den bisherigen Erfahrungen nicht bezweifelt werden.

Bei den niedrigen Baukosten der Überzüge sind von ausschlaggebender Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit die Unterhaltungskosten. Für ihre Bewertung stehen als Unterlage jahrelange Aufzeichnungen der Rheinprovinz über die tatsächlich entstandenen Kosten der Unterhaltung einer großen Zahl von Straßenstrecken mit Oberflächenbehandlungen zur Verfügung²⁾. Sie erstrecken sich zum weitaus größeren Teil auf Behandlungen mit Asphalt emulsionen, zum kleinen Teil auf Heißteerungen. Die mittleren jährlichen Unterhaltungskosten von zwölf verschiedenen Strecken mit Heißteerüberzügen von 14,5 km Gesamtlänge haben im Laufe einer fünfjährigen Liegedauer 3,35 Pfg./m² betragen. Dabei ist ein Anteil an den Straßenwärterlöhnen nicht berücksichtigt. Nachbehandlungen wurden in keinem Falle nötig. Die Gesamtverkehrsbelastung der Strecken ist allerdings nicht groß; sie bewegt sich zwischen 711 und 131 t/Tag.

Die mittleren jährlichen Unterhaltungskosten von 89 Einzelstrecken mit 167 km Gesamtlänge, die Überzüge mit Asphalt emulsionen haben, stellen sich bei einer Liegedauer von 4 bis 7 Jahren dagegen auf 4,21 Pfg./m² für die laufende Unterhaltung und auf 5,38 Pfg./m² unter Einrechnung der Kosten der Nachbehandlungen, die auf 23% der Strecken notwendig geworden sind. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß die Verkehrsbelastung zwischen 2583 und 189 t/Tag liegt, also zum Teil erheblich über die zulässige Höchstbelastung hinausgeht. Trotzdem sind die unter Einrechnung der Nachbehandlungen auf den schwer belasteten Strecken von 28 km Gesamtlänge entstandenen durchschnittlichen Unterhaltungskosten von 6,50 Pfg./m² jährlich nicht als übermäßig hoch zu bezeichnen, wenn man berücksichtigt, daß auf diesen Strecken ein Lastkraftwagenverkehr von 1000 bis 1400 t/Tag liegt.

Auch unter dem Gesichtspunkte der Wirtschaftlichkeit ist demnach die Ausführung von Kleinschlagdecken mit Oberflächenbehandlungen in manchen Fällen noch ernsthafter Erwägung wert.

²⁾ „Bitumen“, herausgegeben von der Arbeitsgemeinschaft der Bitumenindustrie in Berlin, 1935, Heft 2, und Mitteilungen der Auskunft- und Beratungsstelle für Teerstraßenbau in Essen 1935, Heft 2.

Alle Rechte vorbehalten.

Ausgestaltung der Fahrbahndecken auf den Reichsautobahnen.

Von Reg.-Baumeister K. Sack und Dipl.-Ing. K. Haufe, Berlin.

I. Querschnittausbildung.

Der Querschnitt der Reichsautobahnen setzt sich zusammen aus zwei, durch einen Mittelstreifen von 5 m Breite getrennten, 7,5 m breiten Fahrbahnen. Beiderseits dieser Fahrbahnen liegen je zwei leicht befestigte Randstreifen, die an der Böschungsseite 1 m und längs des Mittelstreifens 0,40 m breit sind. Die Randstreifen dienen einerseits als deutlich erkennbarer Abschluß der Fahrbahn, und andererseits sollen sie das Abstellen von Wagen bei Pannen oder sonstigen Zwischenfällen ermöglichen, ohne daß dabei die eigentliche Fahrbahn allzu stark eingeschränkt wird. Außerdem

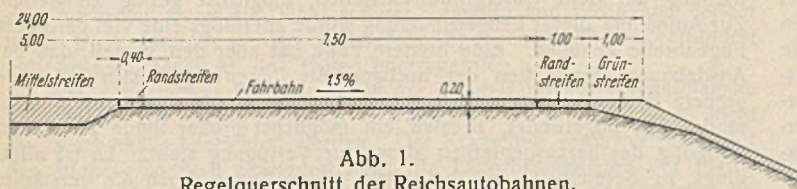


Abb. 1.
Regelquerschnitt der Reichsautobahnen.

sollen sie das Versickern von Niederschlagwasser unmittelbar am Rande der Fahrbahndecke verhindern. Die beiden äußeren Randstreifen werden von je 1 m breiten Grünstreifen eingefasst (Abb. 1).

Die Fahrbahn hat in der Geraden für jede Fahrriehung ein Quergefälle von 1,5% nach außen, um eine einwandfreie Entwässerung zu gewährleisten. In den Kurven beträgt das Quergefälle je nach den Krümmungsverhältnissen 1,5 bis 6%. In den Krümmungen muß naturgemäß für eine einwandfreie Entwässerung des Mittelstreifens gesorgt werden.

II. Wahl der Deckenbefestigung.

Von den bis Ende 1935 verausgabten Baukosten für die Reichsautobahnen sind über 10% (rd. 72,5 Mill. RM) für die Herstellung der Fahrbahndecken aufgewendet worden¹⁾. Bis Ende April 1936 wurden auf der eigentlichen Autobahn rd. 7,8 Mill. m² Betondecken (rd. 93,5%), rd. 360 000 m² Schwarzdecken (rd. 4,3%) und rd. 200 000 m² Pflasterdecken (rd. 2,4%) verlegt.

¹⁾ Vgl. Geschäftsbericht der Gesellschaft Reichsautobahnen für das Geschäftsjahr 1935. Bautechn. 1936, Heft 28.

Die bevorzugte Anwendung der Betondecken²⁾ erklärt sich aus den großen Vorteilen dieser Befestigungsart. Die große Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung, die Ebenheit, die Staubfreiheit und vor allem die Griffigkeit gewährleisten selbst bei höchster Fahrgeschwindigkeit und nasser Witterung größte Betriebssicherheit. Die Unterhaltungskosten sind verhältnismäßig gering. Ferner erhöht die helle Farbe der Betondecke die Sicherheit des Fahrbetriebes während der Nacht.

Auch bei weniger gutem Untergrund und auf höheren, frischgeschütteten Dämmen, wo fast alle anderen, auf Packlage aufgebauten Befestigungsarten versagen, wird die Betondecke mit gutem Erfolg verlegt. Die Betondecke wirkt lastverteilend und bei geringen Setzungen des Untergrundes überbrückend. Etwa abgesackte Platten können ohne große Kosten durch Unterplassen einer erhärtenden Masse (Sandzementmörtel) oder nach neueren in Deutschland gesammelten Erfahrungen auch durch Einpumpen einer nicht erhärtenden Masse (Lehmbrei oder feiner Sand) mühelos gehoben werden.

Diesen Vorteilen der Betondecken stehen verhältnismäßig geringe Nachteile gegenüber. Als solcher wird immer die Notwendigkeit der Querfugen empfunden. Sie beeinträchtigen nicht nur die Ebenflächigkeit der Fahrbahn, sondern auch die Lebensdauer der Decke, da meist die Zerstörung der Platten von den Fugenrändern aus beginnt. Mitunter wirkt sich auch der große Bedarf an Wasser bei der Deckenherstellung nachteilig aus. In wasserarmen Gegenden, z. B. in den Karstgebieten der Fränkischen Schweiz, ist die Herstellung von Betondecken aus diesem Grunde unmöglich.

In wasserarmen Gebieten werden vor allem Schwarzdecken bevorzugt. Sie kommen außerdem wegen ihrer größeren Schmiegsamkeit und leichteren Unterhaltung ausnahmsweise noch in jenen Gegenden in Frage, wo mit stärkeren, ungleichmäßigen Bodenbewegungen zu

²⁾ Wegen der zur Zeit sehr hohen technisch-wirtschaftlichen Bedeutung der Betonfahrbahndecken der Autobahnen haben wir es für erwünscht gehalten, daß dieses Sondergebiet — völlig unabhängig von dem Aufsatz der Herren Sack und Haufe — eingehender auch noch von einem anderen Fachmanne, Herrn Reg.-Baumeister Fr. Leonhardt, behandelt wurde. Diesen Aufsatz, der besonders Erfahrungen, Versuche und Vorschläge betr. die Betonfahrbahndecken bringt, finden die Leser weiter unten in diesem Heft. Schriftleitung.

rechnen ist, so z. B. im Bergsenkungsgebiet. Die Wahl von Betondecken ist in diesen Gebieten unzweckmäßig, da plötzlich eintretende Bodensenkungen betriebsgefährliche Verwerfungen und Verschiebungen der einzelnen Platten verursachen können.

Voraussetzung für die Wahl von Schwarzdecken bleibt jedoch — Bergsenkungsgebiete ausgenommen — ein unbedingt sicherer Untergrund. Unter Umständen werden Schwarzdecken auf Betonunterbau verlegt, wodurch die Vorteile der Betondecke wenigstens teilweise auch auf diese Deckenbefestigung übertragen werden.

Die Schwarzdecken haben den Vorteil der Fugenlosigkeit. Ferner gestalten sich die Unterhaltungsarbeiten verhältnismäßig einfach.

Auch arbeitsmarktpolitische Verhältnisse können bei der Wahl von Schwarzdecken, insbesondere aber von Pflasterdecken ausschlaggebend sein. Neben der Beschäftigung der Teer-, Bitumen- und Pflasterindustrie besteht vor allem die Möglichkeit, bei Gewinnung von Packlage und Schotter in den Steinbrüchen eine größere Anzahl von Arbeitslosen unterzubringen.

Sachgemäß und auf gutem Untergrund verlegtes Kleinpflaster hat zweifellos mindestens die gleichen Vorteile wie die Betondecke. Abgesehen von den großen Kosten verbieten jedoch meist die gedrängten Fertigstellungszelten dessen umfangreichere Verwendung, da der Arbeitsfortschritt gegenüber den anderen Deckenarten weitaus geringer ist. Auch der Mangel an geübten Pflastersetzern macht sich nachteilig bemerkbar. Kleinstpflaster wird wegen seiner großen Griffigkeit auf Strecken mit starken Steigungen (über 6%) und Krümmungen bevorzugt.

Auf Streckenabschnitten, wo in absehbarer Zeit mit größeren, ungleichmäßigen Setzungen gerechnet wird, werden zwischenzeitliche Deckenbefestigungen (Einguß-, Tränk- oder Einstreudecken) verlegt.

Die Randstreifen werden in Beton mit Hartgußasphaltbelag oder als Walzschotter-Gußasphaltdecke ohne besonderen Grundbau ausgebildet. Bevorzugt wird die erstgenannte Bauweise.

III. Ausbildung der Betondecken.

Das Planum des Erdkörpers soll bereits bei den Erdarbeiten gut verdichtet und mit einer Genauigkeit von ± 5 cm hergestellt sein. Besteht das Planum aus ungebundenem, losem Sand oder feinem Kies, so genügt, es auf ± 1 cm Genauigkeit eben herzurichten und dabei zu verdichten, soweit möglich unter Annässen. Bei bindigen Böden besteht die Gefahr, daß das bereits eingebnete Planum durch die Niederschläge aufgeweicht und durch den Baubetrieb wieder beschädigt wird. In diesem Fall ist es erforderlich, eine Sauberkeitsschicht aus Sand mit genügend hohem Gehalt an Feinbestandteilen aufzubringen, sorgfältig zu verdichten und auf die genaue Höhenlage abzuführen.

Grundsätzlich wird zwischen Planum und Betondecke eine Papierlage verlegt. Sie soll eine Vermengung des Betons mit der Sandschicht verhindern und die Reibung zwischen Fahrbahnplatte und Untergrund möglichst verringern. Das Papier muß mindestens 120 g/m^2 wiegen und im durchfeuchteten Zustand nach zweistündiger Wasserlagerung einen Berstdruck von mindestens $0,25 \text{ kg/cm}^2$ aushalten. Es darf im feuchten Zustand nicht zur Faltenbildung neigen.

Die Betondecke hat im allgemeinen eine Dicke von 20 cm. Eine Randverstärkung wird nicht vorgenommen. In besonders gelagerten Fällen, z. B. auf schlechtem Untergrund oder im Anschluß an Bauwerke, bei denen größere, ungleichmäßige Setzungen der Hinterfüllung zu erwarten sind, wird die Plattendicke auf 25 bis 30 cm vergrößert. Die 7,50 m breite Fahrbahnplatte wird in der Mitte durch eine 10 bis 14 mm breite Längsfuge geteilt. Der Abstand der Quersfugen schwankt je nach den Verhältnissen zwischen 8 und 20 m. Um rhythmische Schwingungen der Fahrzeuge zu vermeiden, erhalten die Platten gruppenweise abwechselnd verschiedene Längen, z. B. 12,50—15,00—17,50 m.

Der Zementgehalt in 1 m^3 fertigem Beton schwankt je nach den verwendeten Zuschlagstoffen zwischen 300 und 350 kg. Für den Beton der Fahrbahndecken sind nur besonders ausgewählte, normalbindende Zemente zugelassen. Maßgebend für die Auswahl ist, daß der Zement dem Beton eine hohe Biegefestigkeit bei möglichst geringen Schwind- und Quellmassen verleiht.

Aus wirtschaftlichen Gründen wird die Decke vorwiegend zweischichtig hergestellt. Für die Unterschicht von 13 bis 14 cm Höhe wird meist Kiesbeton, für die Oberschicht (Verschleißschicht) von 6 bis 7 cm Höhe Hartstein-Splittbeton verwendet.

Der Sand- und Kiesbedarf wird meistens aus örtlichen Vorkommen in der Nähe der Autobahn gedeckt. Die Zuschläge werden grundsätzlich nach Gewicht zugemessen. Bei ihrer Zusammensetzung werden im allgemeinen die in den Richtlinien³⁾ angegebenen Sieblinien angestrebt, wobei man bemüht ist, die Sieblinie J (50% Mörtelgehalt) zu erreichen. Der Beton muß nach 28 Tagen eine Würfeldruckfestigkeit von mindestens 330, im Mittel 400 kg/cm^2 , und eine Biegefestigkeit von mindestens 38, im Mittel 45 kg/cm^2 erlangen. Zur Nachprüfung der Güte des Betons werden

³⁾ Richtlinien für Fahrbahndecken, Ausgabe April 1936.

aus der fertigen Decke Bohrkern entnommen. Ihre Druckfestigkeit soll mindestens 300, im Mittel 350 kg/cm^2 betragen.

Die Decken erhalten im allgemeinen Eiseneinlagen (rund $2,5 \text{ kg/m}^2$), die zwischen Ober- und Unterbeton verlegt werden. Meist werden hierzu punktgeschweißte Baustahlgewebematten sowie ebene Benzlenger-

geflechte verwendet. Neuerdings werden auch auf der Baustelle gebundene Matten aus Handelsrundisen und Istegstahl ($2,5$ bis 3 kg/m^2) verlegt. Statische Aufgaben haben diese Eiseneinlagen nicht zu erfüllen. Sie sollen dazu dienen, das Öffnen von Rissen zu verhindern. Es empfiehlt sich, den Querschnitt der Längseisen etwa doppelt so groß (6 bis 8 cm^2) wie den der Quereisen zu wählen. Nach den Rändern hin liegen die Längseisen zweckmäßig enger als in der Feldmitte. Der Wert dieser Matteeinlagen ist umstritten.

Vereinzelt wurde mit Rücksicht auf die starke dynamische Beanspruchung der Plattenränder und -ecken eine regelrechte räumliche Rand- und Eckbewehrung nach statischen Gesichtspunkten eingebaut. Diese Bewehrung ist jedoch nur bei einschichtiger Bauweise ausführbar (Abb. 2).

Die Quer- und Längsfugen werden in der Regel als Raumfugen ausgebildet. Die Quersfugen werden senkrecht zur Fahrbahnlangachse geradlinig auf die ganze Fahrbahnbreite durchgehend angeordnet. Die früher übliche Versetzung der Quersfugen an den Längsfugen wurde verlassen, da sich dabei häufig Schäden in Form von Schubrisen und Eckabsprengungen in der benachbarten Platte bemerkbar gemacht haben⁴⁾.

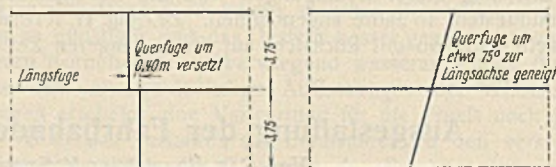


Abb. 3. Versetzte und schräge Quersfugen.

Auch von den schrägen Quersfugen, die größere Fahrzeugstöße dadurch verhindern sollten, daß die Radpaare nicht gleichzeitig die Fuge überfahren,

wurde abgegangen, da dieser Vorteil bei den auf den Autobahnen üblichen Fahrgeschwindigkeiten an Bedeutung verliert. Die Schrägfugen hatten den Nachteil der spitzwinkligen Plattenenden und größeren Fugenlänge (Abb. 3).

Die Breite der Quersfugen beträgt in der Regel 20 bis 25 mm. Der Zweck der Quersfugen ist, die Spannungen, die in den Betonplatten durch Wärmeausdehnung, Quellen oder Schwinden des Betons oder auch durch Reibung auf dem Untergrund entstehen, möglichst gering zu halten. Zur Aufnahme dieser Längenänderung würde allerdings eine viel geringere Fugenbreite genügen. Eine breitere Fuge hat aber den Vorteil, daß bei Ausdehnung der Platten der hochgepreßte Fugenverguß sich auf eine größere Breite verteilt. Aus diesem Grunde werden auch die Fugenränder gut abgerundet, so daß ein möglichst großer Raum zur Unterbringung der herausgepreßten Masse zur Verfügung steht. Es ist allerdings zu befürchten, daß bei allzu weiten Fugen durch die verstärkte Stoßwirkung der Fahrzeuge leicht Beschädigungen an den Fugenrändern entstehen können.

Nach den neuen Richtlinien für Fahrbahndecken, Ausgabe April 1936, sind abwechselnd mit Raumfugen auch Scheinfugen als Quersfugen zugelassen. Von verschiedener Seite wird eine umfangreichere Anwendung der in die erhärtete Decke eingeschnittenen Scheinfugen vorgeschlagen. Solange jedoch die Leistungsfähigkeit der hierzu benutzten Maschine nicht gesteigert werden kann, besteht die Gefahr, daß sich bis zum endgültigen Einschnitten der Scheinfugen in der durchgehenden Platte bereits wilde Risse bilden.

Die Längsfugen werden in der Regel als Raumfugen ausgebildet. Um ein Öffnen der Längsfuge in starken Kurven und auf hohen Dämmen zu verhindern, werden die benachbarten Platten im mittleren Drittel durch Ankerseilen verbunden. Neuerdings werden versuchsweise Längsfugen als Scheinfugen ausgebildet. In diesem Falle werden die Platten grundsätzlich verankert. Ein abschließendes Urteil über die Bewährung dieser Bauweise kann noch nicht gefällt werden.

⁴⁾ Vgl. Bautechnische Mitteilungen der Bauunternehmung Heinrich Butzer, 1935, Heft 1/2, S. 8/9.

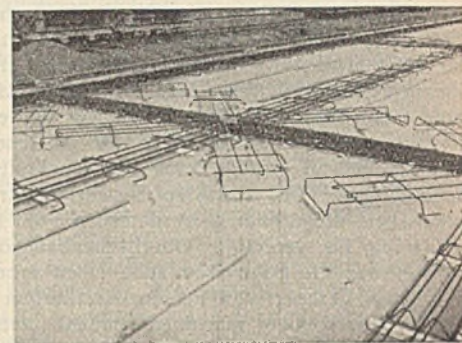


Abb. 2. Räumliche Rand- und Eckbewehrung.

Die Fugenfüllung besteht im unteren Fugenteil aus einer festen Einlage, von der gefordert wird, daß sie sich auf 50% ihrer ursprünglichen Breite zusammendrücken läßt und sich nach Entspannung wieder auf 75% ausdehnt. Im allgemeinen wurden bisher Holzfaserverplatten verschiedener Art eingebaut. Neuerdings werden auch vielfach möglichst astfreie Fichtenholzbretter verwendet, die vor dem Einbau durch Wasserlagerung kräftig gequollen werden.

Der obere Fugenteil wird mit einer bituminösen Vergußmasse ausgefüllt, an die naturgemäß verschiedene Anforderungen gestellt werden müssen. Die Masse muß vor allem ein gutes Haftvermögen am Beton und ein gewisses Dehnvermögen, insbesondere bei niedrigen Temperaturen aufweisen. Maßgebend für die Eignung der Vergußmittel sind die „Vorläufigen Lieferbedingungen für bituminöse Fugenvergußmassen“⁵⁾.

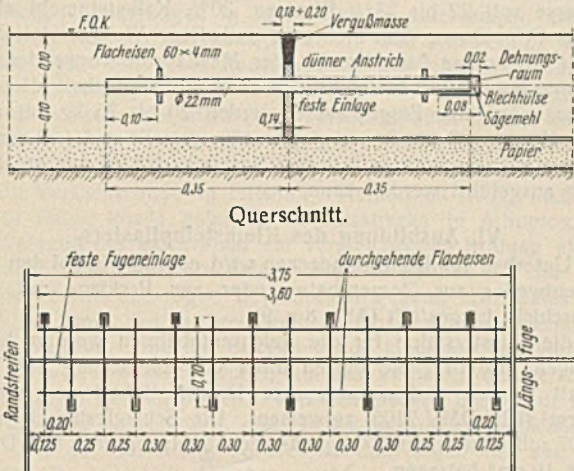
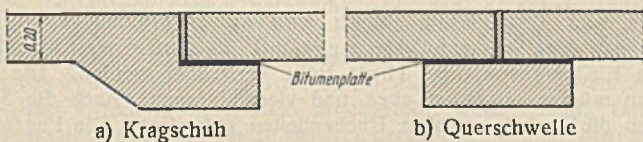


Abb. 4. Rundeisendübel.

Die Vergußmasse muß äußerst sorgfältig eingebracht werden. Die Fugen müssen bei der Füllung peinlich sauber und trocken sein. Die Fugenwände sind mit einem geeigneten, dünnflüssigen Voranstrich zu versehen, da nur dadurch ein gutes Haftvermögen der Vergußmasse am Beton gewährleistet wird. Die Fugen müssen so verfüllt werden, daß mit Sicherheit eine satte Füllung ohne Blasenbildung erzielt wird.



a) Kragenschuh
b) Querschwelle
Abb. 5. Fugenüberbrückungen.

Auf nachgiebigem oder frostgefährlichem Untergrund werden die Querfugen grundsätzlich verdübelt⁶⁾. Die Ausbildung der zur Zeit allgemein üblichen Rundeisendübel ist aus Abb. 4 ersichtlich.

Der Zweck der Dübel, eine Lastübertragung an den Fugen und damit eine gleichmäßige Höhenlage der Plattenenden herbeizuführen, kann nur erfüllt werden, wenn die Dübel äußerst sorgfältig und sachgemäß verlegt werden. Andernfalls werden die Längsbewegungen der Platten verhindert und Abspaltungen an den Fugen hervorgerufen.

Die von anderer Seite an Stelle der Rundeisendübel vorgeschlagene Fugenüberbrückung in Form von Kragenschuhen (Abb. 5a) kann nicht als zweckmäßig bezeichnet werden. Der Kragenschuh erschwert nicht nur den Einbau, sondern verhindert auch die Längsbewegungen der Platte. Ob die in Abb. 5b dargestellten Querschwellen die auf sie gesetzten Erwartungen erfüllen, werden die Erfahrungen auf Versuchsstrecken zeigen.

In starken Steigungen besteht die Gefahr, daß die Platten talwärts wandern (Kriechen)⁷⁾. Diese Erscheinung ist auf die einseitige Bewegung infolge Erwärmung und Abkühlung bei schräger Lage der Fahrbahn zurückzuführen. Aus diesem Grunde hat man verschiedentlich in Steigungen über 5% besondere Stützrippen quer zur Fahrbahn angeordnet (Abb. 6a u. 6b).

Die hohen Fahrgeschwindigkeiten auf den Reichsautobahnen verlangen eine möglichst ebene Fahrbahnfläche. Nach den Richtlinien sind Unebenheiten über 4 mm unzulässig. Zur Nachprüfung der Ebenheit sind Richtscheite von 4 m Länge vorgeschrieben, die sich beim Messen um jeweils 2 m übergreifen müssen.

Die Ursachen für größere Unebenheiten können verschiedenartiger Natur sein: Mangelhafte Verdichtung des Planums, ungleichmäßiges Setzen

der Randschwellen, ungleichmäßiges Einbringen des Betons, verschiedenartige Zusammensetzung des Betons, mangelhaftes Nacharbeiten insbesondere an den Fugen beim Glätten mit Kelle und Reibebrett⁸⁾. Es empfiehlt sich, unter allen Umständen diese Fehlerquellen möglichst auszuschalten, da die nachträgliche Beseitigung von Unebenheiten im erhärteten Beton nicht nur langwierig und kostspielig ist, sondern auch die Güte der Betondecke nicht unwesentlich beeinträchtigt. Aus diesem Grunde ist ein Abscharrlen und Abstocken der Unebenheiten auf jeden Fall zu vermeiden. Soweit es nicht möglich ist, die verlangte Ebenheit schon im frischen Beton zu erzielen, dürfen die unzulässigen Unebenheiten im erhärteten Beton nur durch Abschleifen beseitigt werden (Abb. 7).

IV. Ausbildung der Schwarzdecken.

Für die Schwarzdecken muß die Unterlage völlig fest und profiliben mit großer Sorgfalt hergestellt werden. Als Unterbau kann entweder Packlage mit Ausgleichschicht oder auch Beton gewählt werden. Für die Packlage dürfen nur harte, wetter- und frostbeständige, pyramidenförmig zugeschlagnene Steine mit möglichst waagerechter Setzfläche verwendet werden. Die Steine werden dicht an dicht in gutem Verband versetzt. Die Packlage wird verzwickelt, ausgekellt und sorgfältig abgewalzt. Unebenheiten werden mit Steinschlag ausgeglichen. Danach wird Kies oder Steinsand in genügender Menge eingefegt und das Ganze noch einmal abgewalzt. Auf den so vorbereiteten, 20 cm hohen Unterbau werden als Ausgleichschicht 120 bis 150 kg/m² Schotter der Schlagung 4 bis 6 cm aufgebracht und sorgfältig verteilt. Dann wird abermals gewalzt, wobei Unebenheiten wieder mit demselben Stoff — Steinschlag — ausgeglichen werden. In diese Schotterdecke wird scharfkantiger Kies oder Steinsand satt eingeschlämmt. Bei bindigen Böden verwendet man, um ein Aufweichen des Untergrundes zu vermeiden, zweckmäßiger einen mit Bindemittel umhüllten Splitt, der übergestreut und ebenfalls eingewalzt wird. Es wird also in diesem Falle eine Art Einstreudecke hergestellt.

Bei Beton als Unterbau wird dieser im allgemeinen 20 cm dick eingebaut. Die einzelnen Felder werden meist 6 m lang ausgeführt. Der Zementgehalt in 1 m³ fertigem Beton beträgt in der Regel 200 kg. Der Beton soll nach 28 Tagen eine Biegefestigkeit im Mittel von 25 kg/cm², mindestens jedoch 20 kg/cm² aufweisen.

Auf diesen Unterbau wird eine 3 bis 4 cm dicke Binderschicht aufgebracht. Bei Asphalt als Bindemittel werden meist 70 bis 75% Hartstein-Edelsplitt in einer Körnung von 3 bis 30 mm und 25 bis 30% Sand miteinander gemischt. Das Mischgut wird heiß eingebaut. Der Bitumengehalt der Gesamtmasse soll 4 bis 6% betragen.

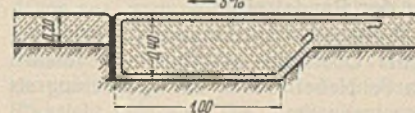


Abb. 6a.
Stützrippe am Plattenende.



Abb. 6b.
Stützrippe in Feldmitte.

Bei Teer als Bindemittel werden Teerkleinschlag und Teersplitt in den Korngrößen von 5 bis 50 mm in guter Kornabstufung verwendet. Bei größerem Kornaufbau sollen 2,5 bis 3% Teer, bei feinerem 4 bis 5% Teer zugegeben werden. Die Masse wird kalt oder warm eingebaut. In letzter Zeit wird der Heißeinbau bevorzugt.

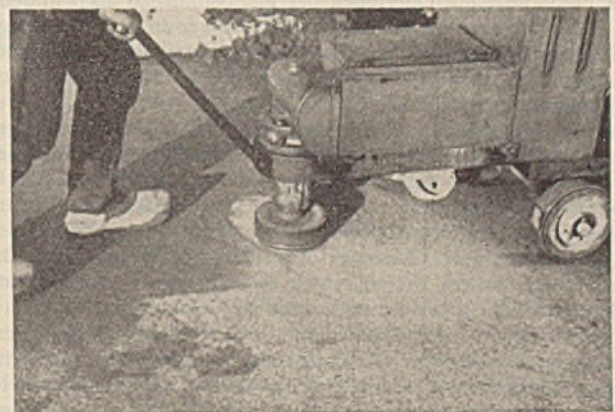


Abb. 7. Abschleifen der Unebenheiten.

Die Binderschicht muß sehr sorgfältig eingebracht und verdichtet werden. Sie muß genau so eben liegen wie die endgültige Fahrbahndecke. Die Ebenheit der Binderschicht ist deshalb ebenfalls mit dem Richtscheit nachzuprüfen.

⁵⁾ Vgl. Bitumen 1936, Heft 4 u. 5.

⁶⁾ Vgl. Bautechn. 1936, Heft 1 u. 9.

⁷⁾ Vgl. Bautechnische Mitteilungen der Bauunternehmung Heinrich Butzer, 1935, Heft 3/4, S. 6/7.

⁸⁾ Vgl. Bautechnische Mitteilungen der Bauunternehmung Heinrich Butzer, 1935, Heft 1/2, S. 10.

Auf die so vorbereitete Binderschicht wird die Decklage verlegt. Sie besteht bei Asphaltbinder aus Asphaltbeton oder Hartgußasphalt, bei Teerbinder aus Teerbeton. Maßgebend für den Aufbau der Deckschicht ist, daß sie durch den Nur-Auto-Verkehr im wesentlichen auf Zug und Schub beansprucht wird, und daß sie dauernd griffig bleibt. Um diesen Bedingungen zu genügen, wird mit möglichst viel Hartstein-Edelsplitt gearbeitet, dessen Kornaufbau so abgestuft sein muß, daß durch das Verdichten eine genügende Verzahnung eintritt. Auf eine Verzahnung der Bestandteile in der Mörtelmasse wird verzichtet⁹⁾. Die Mörtelmasse darf die Verzahnung des Splittgerüsts nicht beeinträchtigen. Das heiße Gemisch soll von Anfang an so stark verdichtet werden, daß die Decklage möglichst wenig Hohlräume enthält. Nach der Fertigstellung soll der Asphaltbeton nicht mehr als 8%, der Teerbeton nicht mehr als 10% Hohlräume haben. Die Vorschriften¹⁰⁾ für die Zusammensetzung lauten daher:

Asphaltbeton:

- 55 bis 65% Hartstein-Edelsplitt von 1 bis 8 oder 1 bis 15 mm,
- 25 bis 35% in den Korngrößen abgestufter Sand,
- etwa 10% Kalksteinmehl als Füller,
- 5,5 bis 8% Gehalt an reinem Bitumen in der Gesamtmasse.

Das Bitumen muß den DIN 1995 in der Fassung vom März 1934 entsprechen. Zur Erhöhung der Rauigkeit der Decke sollen 10 kg/m² bituminierter Edelsplitt der Körnung 8 bis 10 oder 12 bis 18 mm in die noch heiße Masse eingedrückt werden.

Teerbeton:

- 80 bis 90% Hartstein-Edelsplitt oder gebrochene, geeignete Hochofenschlacke. In besonderen Fällen kann diesem Mineralgemisch lehmfreier Quarzgrubensand zugegeben werden;
- 10 bis 15% Kalksteinmehl. Hierbei ist ein Gesamtfüllergehalt von 15 bis 20% vorgeschrieben;
- 5 bis 7% Wetteer oder Teer, der den DIN 1995, Ausgabe März 1934, entsprechen muß.

Der Teerbeton soll einen Porenschluß erhalten. Zu diesem Zweck wird Steinsand, der mit Pech umhüllt ist, in die Decklage eingefügt.

Hartgußasphalt:

- 40 bis 50% Hartstein-Edelsplitt von 3 bis 12 mm.

Im übrigen muß die Masse den DIN 1995/1996 entsprechen. Sand bzw. Kies der Körnung 3 bis 12 mm darf in der Masse nicht enthalten sein. Zur Erhöhung der Griffigkeit sollen auch hier 10 kg/m² bituminierter Splitt der Korngröße 8 bis 12 oder 12 bis 18 mm eingewalzt werden.

V. Ausbildung der Randstreifen.

Bei Betondecken werden die Randstreifen mit möglichst dunkler, bei Schwarzdecken mit möglichst heller Oberfläche versehen. Sie dienen dadurch dem Kraftfahrer vor allem bei Nebel und in der Dämmerung als zuverlässiges Führungsbild.

Es hat sich als sehr nützlich erwiesen, die Randstreifen vorweg in Beton auszubilden und gleichzeitig als Unterlage für die Schienen der Großgeräte zu benutzen. Im allgemeinen werden die Betonrandstreifen 18 cm dick mit einem Zementgehalt von 150 bis 200 kg/m³ fertigem Beton hergestellt. Bei schwerem Großgerät und unsicherem Untergrund empfiehlt es sich, die Innenstreifen 25 cm und die Außenstreifen auf eine Breite von 25 cm ebenfalls 25 cm dick auszubilden. Der Übergang von der 25 cm zur 18 cm dicken Platte ist mit einer Neigung 1:2 auszubilden.

Die Forderung, die Querfugen der Fahrbahndecke auch in den Randstreifen durchlaufen zu lassen, läßt sich nur schwer erfüllen. Schon geringe Meßfehler ergeben bei den langen, vorher herzustellenden Randstreifen oft erhebliche Abweichungen. Die Fugen werden daher meist in regelmäßigen Abständen von 6 bis 8 m vorgesehen.

Auf den Unterbeton der Seitenstreifen wird eine 2 cm dicke Gußasphaltschicht aufgebracht. Die Oberfläche der Randstreifen erhält das gleiche Gefälle wie die Fahrbahndecke und soll tunlichst mit der gleichen Ebenheit hergestellt werden. Diese Forderung ist aber nur zu erfüllen, wenn die Oberfläche des Unterbetons geglättet wird, was sich wieder nachteilig auf das gute Anhaften des Hartgußasphaltes auswirkt. In solchen Fällen wird das Ankleben des Gußasphaltes mit einem einfachen Anstrich empfohlen. Der Anstrich muß bei trockenem Wetter auf den gut abgetrockneten Unterbeton aufgebracht werden. Dieses Verfahren hat ferner den Vorteil, daß der Gußasphalt auch bei feuchter Witterung aufgetragen werden kann, wobei gleichzeitig die Gefahr der Blasenbildung wesentlich vermindert wird. Wenn kein Anstrich vorgesehen ist, muß die Oberfläche des Unterbetons aufgeraut werden. Der Gußasphalt wird zweckmäßig etwas weicher eingestellt. Ein möglichst standfester Gußasphalt ist aber trotzdem anzustreben, um die Eindrücke zu vermeiden, die vor allem im Sommer durch das Parken der Wagen auf den Randstreifen entstehen können. Um das Versickern von Oberflächenwasser zwischen Betonfahrbahnplatte und Randstreifen zu verhindern, empfiehlt

⁹⁾ Bitumen 1936, Heft 2, S. 42 bis 45.

¹⁰⁾ Siehe Richtlinien für Fahrbahndecken, Ausgabe April 1936, S. 50 bis 52.

es sich, zwischen Betondecke und Gußasphalt eine 1 cm breite und 2 cm tiefe Fuge auszubilden, die mit Vergußmasse ausgefüllt wird.

Um das Glänzen des Hartgußasphaltes bei feuchter Witterung zu vermeiden und um die Rauigkeit zu erhöhen, sollten grundsätzlich in die noch heiße Gußasphaltmasse 2 bis 3 kg/m² bituminierter Splitt der Korngröße 3 bis 8 mm eingedrückt werden. Bei Schwarzdecken ist an Stelle des bituminierten Splittes heller Quarzitsplitt in genügender Menge einzuwalzen.

Neben dieser Ausführung — Beton und Hartgußasphalt — wird mitunter eine Asphalt-Eingußdecke als Randstreifenbefestigung hergestellt. In diesem Falle werden auf eine sorgfältig eingewalzte Unterschicht von 6 cm Dicke aus Steinschlag 30 bis 50 oder 40 bis 60 mm, die mit Splitt 8 bis 10 kg/m² der Körnung 12 bis 20 mm gedichtet wird, 35 bis 40 kg Eingußmasse im heißen Zustande (mindestens 130°) aufgebracht. Die Eingußmasse soll 22 bis 23% Bitumen, 30% Kalksteinmehl als Füller und 47 bis 48% Quarz- oder Steinsand enthalten. Werden statt des Kalksteinmehls Vorwohler Asphaltmehl oder Mastixbrote verwendet, so sind die Zusammensetzungen entsprechend dem Bitumengehalt dieser Stoffe zu ändern. Auf die Eingußmasse werden 20 bis 25 kg bituminierter Splitt der Körnung 3 bis 8 mm gleichmäßig verteilt und fest eingewalzt. Dieses Herstellungsverfahren hat den Nachteil, daß es nur bei trockener Witterung ausgeführt werden kann.

VI. Ausbildung des Kleinsteinpflasters.

Der Unterbau für Kleinsteindecken wird ebenso wie bei den Schwarzdecken entweder aus Zementbeton oder aus Packlage mit Schotterausgleichsschicht hergestellt (Abb. 8 u. 9).

An die Pflastersteine für die Reichsautobahnen werden besondere Bedingungen gestellt. Sie dürfen unter der Einwirkung des Verkehrs nicht glatt werden und müssen eine Druckfestigkeit von mindestens 2000 kg/cm² (DIN DMV 2105) aufweisen. Die Schlagfestigkeit nach DIN DVM 2107 soll mindestens 100 kg/cm², die Abnutzung nach DIN DMV 2108 höchstens 10 cm³ betragen.

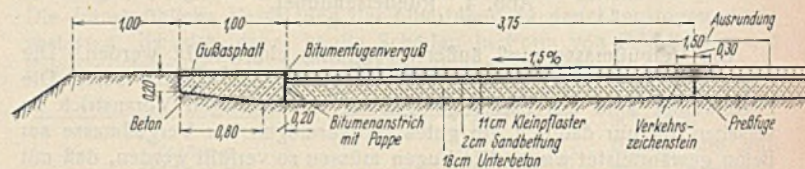


Abb. 8. Kleinpflaster auf Unterbeton.

Je nach ortsüblichem Brauch wird die Befestigung als Reihen-, Polygonal- oder Segmentpflaster ausgeführt. Es dürfen nur Kleinpflastersteine 1. Klasse von 9 bis 11 cm Höhe verwendet werden. Die Kopfflächen müssen möglichst eben und viereckig sein. Auch die Seitenflächen dürfen keine großen Unebenheiten aufweisen. Die Fugenbreite in fertig verlegtem Pflaster soll 6 bis 8 mm betragen.

Steine von annähernd gleicher Höhe sind jeweils auf zusammenhängenden Flächen von mindestens 200 m Länge zu verlegen. Es ist unzulässig, durch Anstopfen der Fugen oder Unterstopfen der Steine mit Sand eine gleichmäßige Oberfläche erzielen zu wollen. Durch die ungleichmäßige Dicke der Sandbettung würden unter dem Verkehr nachträglich Unebenheiten entstehen. Etwaige Unebenheiten im Unterbau dürfen nur durch sorgfältige Auswahl verschiedener hoher Steine ausgeglichen werden. In zusammenhängende Flächen sollen möglichst nur Steine aus einem Vorkommen eingebaut werden. Zur Erzielung einer gleichmäßig ebenen Fahrbahnfläche soll die Höhe der Sandlage unter den Steinen nach der Rammung nicht mehr als 2,5 cm betragen.

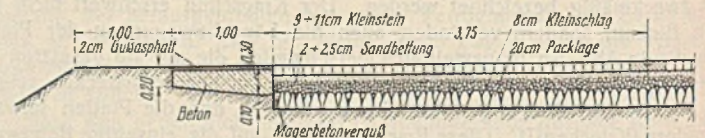


Abb. 9. Kleinpflaster auf Packlage.

Die Fugen können auf verschiedene Weise vergossen werden, entweder mit Zementtraßmörtel oder mit bituminöser Vergußmasse oder nach Art der Oberflächenbehandlung mit bituminösen Bindemitteln. Da die Deckenbefestigung mit Kleinsteinpflaster in der Regel nur bei unnachgiebigem Untergrund angewendet wird, ist zweifellos der Fugenverguß mit Zementtraßmörtel (Mischungsverhältnis 1:1,5 bis 1:2,5 bei einem Zementtraßverhältnis von 1:0,5) insbesondere bei Betonunterbau vorzuziehen. Er hat außerdem den Vorteil der größeren Rauigkeit und des besseren Aussehens.

In Streckenabschnitten, in denen mit nachträglichem, wenn auch geringfügigen Setzungen gerechnet werden muß, ist es zweckmäßig, die Fugen zwischenzeitlich mit eingeschlämten Feinsand zu schließen und nach der Setzung die Fugen der wiederhergestellten Decke mit Zementtraßmörtel zu vergießen.

Forschungsarbeit zur konstruktiven Verbesserung von Betonfahrbahnen.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Dr.-Ing. E. Goerner, Berlin.

Entwicklung in Amerika und England.

Die Forschungsarbeit auf dem Gebiete des Betonstraßenbaues ist noch verhältnismäßig jung. Als erstes Land hat sich Amerika in systematischer Weise mit den strittigen Fragen der Gestaltung von Betonfahrbahnen befaßt. Seit der ersten Ausführung einer Betonstraße in Bellefontaine, USA, im Jahre 1893 war der Betonstraßenbau mehr oder weniger nach Faustregeln mit wechselndem Erfolg betrieben worden. Das Bestreben, den Ursachen für gutes oder schlechtes Verhalten der Betonstraßen auf den Grund zu kommen, führte schließlich zum Bau von besonderen Versuchsstrecken, die die Möglichkeit boten, verschiedene Bauweisen unter gleichen Bedingungen in kurzer Zeit zu untersuchen. Dieses Verfahren erwies sich als zweckentsprechend. Die Auswertung der Beobachtungen ergab teils eine Rechtfertigung der üblichen Abmessungen, teils die Notwendigkeit von Änderungen oder vollständiger Aufgabe gewisser Bauweisen. Die wichtigsten Versuchsstraßen für die Entwicklung des amerikanischen Straßenbaues und im besonderen des Betonstraßenbaues waren die drei Strecken: die Bates Road in Illinois bei Springfield (1921), die Versuchsstraße in Pittsburg, Kalifornien (1922) und die vom Bureau of Public Roads geleitete Versuchsstrecke in Arlington, Virginia (1922). Während die Bates Road zur vergleichenden Prüfung aller Arten von Decken diente, sind die beiden anderen Straßen nur für den Vergleich von verschiedenartigen Betondecken gebaut. Die Bates Road ist etwa 3,5 km lang, 5,4 m breit und besteht aus 63 Abschnitten von 30 bis 60 m Länge. Über die Strecke wurde innerhalb von vier Monaten ein Verkehr von 370 000 t geführt, um das Verhalten der verschiedenen Beläge in kurzer Zeit zu prüfen. Von den Decken haben nur neun Abschnitte, darunter Betondecken, diese Belastungsprobe ohne Schäden überstanden. Für die Gestaltung der Betondecken ergab sich aus den Versuchen die Überlegenheit des Querschnitts mit Randverstärkung. Auch die Versuchsstraße in Pittsburg diente in erster Linie der Untersuchung des zweckmäßigsten Querschnitts. Auf der Versuchsstrecke in Arlington wurden dagegen ausschließlich Betoneigenschaften infolge verschiedener Zuschlagstoffe untersucht.

Der Aufwand an Arbeit und Geld für die Durchführung derartiger Versuche ist nicht umsonst gewesen. Die Auswertung der in großem Maßstabe durchgeführten Versuche hat die Entwicklung stets um ein wesentliches Stück vorwärtsgebracht. Ihre Durchführung ist meist nach wenigen Jahren von neuem notwendig geworden, da zunehmende Verkehrsdichte, höhere Radlasten und Geschwindigkeiten gesteigerte Ansprüche an die Straßendecken stellen. So hat das Bureau of Public Roads erst in jüngster Zeit größere Versuchsreihen mit Betonplatten abgeschlossen¹⁾, die in den Jahren 1932 bis 1935 durchgeführt worden sind. Daß die Forschungsarbeit nur langsam zu sicheren Ergebnissen kommt, geht daraus hervor, daß sich auch diese neuesten Versuche noch immer mit den grundlegenden Fragen beschäftigen, mit der Ermittlung des zweckmäßigsten Querschnitts und der besten Fugenausbildung. Für die laufende Fortführung der großen Arbeiten der Straßenbauforschung besitzt Amerika in dem Bureau of Public Roads eine wertvolle Hilfe. An dieser Stelle sammeln sich auch die gesamten Erfahrungen von Versuchen und Baustellen. Trotz jahrelanger Arbeit und wesentlicher Fortschritte im Betonstraßenbau bleiben jedoch auch in Amerika, dem Lande mit 1400 Mill. m² Betondecken (1934²⁾), viele Aufgaben vorläufig noch ungelöst.

Auch in europäischen Ländern hat sich die Forschung mit der Entwicklung des Betonstraßenbaues zahlreichen Fragen konstruktiver Art zugewandt und mit Hilfe von Versuchsstrecken zu lösen versucht. Entsprechend der stärksten Motorisierung hat in England der Betonstraßenbau die größte Ausdehnung angenommen. Eine größere Versuchsstrecke ist in England im Jahre 1930 in Harmondsworth gebaut worden. Sie diente neben materialtechnischen Untersuchungen der Ermittlung des Einflusses von Eiseneinlagen in 15 und 20 cm dicken Platten und der Bestimmung der zweckmäßigsten Plattenlänge. Außerdem sind in einzelnen Landstraßen Versuchsabschnitte eingebaut, auf denen vor allem verschiedene Fugenanordnungen in ihrem Verhalten unter Verkehr geprüft werden. Der Jahresbericht des Verkehrsministeriums führt für das Jahr 1934³⁾ 15 derartige Versuchsabschnitte mit verschiedenen Aufgaben und Anordnungen an, für die bereits seit mehreren Jahren vergleichbare Beobachtungen gesammelt worden sind.

Entwicklung in Deutschland.

Der deutsche Betonstraßenbau hat in den letzten Jahren den Vorsprung anderer Länder wieder aufgeholt und steht jetzt mit den Ergebnissen

der Forschungsarbeiten und der Bauerfahrung mit in vorderster Linie. Dieses rasche Aufholen verdankt der Betonstraßenbau dem Umstande, daß in betontechnischer Hinsicht vorzügliche Vorarbeit geleistet war. Dagegen lagen auf konstruktivem Gebiete weniger Erfahrungen vor. Die ersten deutschen Betonstraßen sind schon in den neunziger Jahren, die erste 1888 in Breslau⁴⁾, gebaut worden. Es sind jedoch meist städtische Straßen mit einigen tausend m² Fläche. Größere Ausdehnung nimmt der Betonstraßenbau in Deutschland erst in den Jahren 1925/26 an. In diese Zeit fällt auch der Bau der ersten Versuchsstrecke von 180 m Länge in Beton. Sie lag in der Braunschweiger Versuchsstraße des Straßenbauverbandes, die zur Untersuchung des Einflusses von Lastwagenverkehr auf verschiedene Befestigungsarten gebaut worden war. Auch auf verschiedenen Landstraßen wurden einzelne Abschnitte versuchsweise in Beton gebaut. Längere Strecken in Beton ließ die Bayerische Staatsbauverwaltung auf der Straße München—Tegernsee ausführen⁵⁾. Es handelt sich aber bei diesen Versuchsstrecken zunächst einmal um die Erprobung von Betondecken gegenüber anderen Belägen und noch nicht um die Prüfung verschiedener Ausführungen in Beton. Jedoch hat sich bei den bayerischen Versuchsstrecken auch schon eine konstruktive Frage geklärt, und zwar ist die Notwendigkeit einer Längsfuge bei Platten von 6 m Breite erwiesen worden. Im Jahre 1927 entstanden auf dem Gelände der T. H. Karlsruhe und auf einer städtischen Straße zwei Betonversuchsstrecken auf Packlage⁶⁾. Aus ihnen ergab sich in konstruktiver Hinsicht die Notwendigkeit des Einbaues von Raumbahnen.

Obwohl die Erfahrungen mit Betondecken nicht ungünstig waren, ist die Ausbreitung des Betonstraßenbaues nur langsam vorwärtsgegangen. Um die Entwicklung hat sich seit 1924 die Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau (seit 1934 Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen) bemüht. Richtlinien wurden bearbeitet, umfangreiche Versuche konnten aber nicht durchgeführt werden. Erst die letzten Jahre haben hier einen Umschwung gebracht. Die Ausführung von Betondecken auf den Reichsautobahnen hat den Betonstraßenbau plötzlich vor eine neue Aufgabe gestellt. Die Forschungen haben in großem Maßstabe eingesetzt, damit die Baustelle den gesteigerten Ansprüchen gerecht werden kann. In vielen Fällen hat man auf alte Erfahrungen zurückgegriffen. Meist aber zwangen strengere Bedingungen, neue Wege zu finden.

Die Verbesserung konstruktiver Einzelheiten der Betondecken ging davon aus, nach den Ursachen zu forschen, die zerstörend auf den Bestand der Decken wirken. Die Betonplatte kann dabei nicht als Einzelglied betrachtet werden. Sie ist in ihrem Verhalten vom Untergrund und Unterbau abhängig und muß in ihrer Ausbildung auf deren Eigenschaften Rücksicht nehmen. Die Straßenbauforschung hat sich deshalb stark der Baugrundforschung zugewandt und ihre Erkenntnisse zur Beurteilung der Gefahren benutzt, die von unten her dem Bestande der Decke drohen. Diese Gefahren bestehen hauptsächlich in Bewegungen, die eine Veränderung der Auflagerbedingungen hervorrufen und zu Rissen führen, zu senkrechter Verschiebung benachbarter Platten an der Fuge oder seitlichem Abwandern nebeneinander liegender Platten. Die Verhütung von Schäden dieser Art ist in erster Linie Aufgabe der Baugrundforschung, die die Maßnahmen für eine gleichmäßige Tragfähigkeit und Standfestigkeit des Planums angeben muß. Im übrigen aber bleibt es Aufgabe des Straßenbauers, die Betondecken den Untergrundverhältnissen entsprechend zu bemessen. Hierzu muß ihm aber erst noch die Forschung die notwendigen Unterlagen an die Hand geben. Vorläufig ist noch wenig bekannt über die Größe der Durchbiegungen, Spannungen unter Einzellasten oder Größenordnung der Bodenkoeffizienten. Bei einer Berechnung muß neben den statischen Beanspruchungen der Platte auch der Einfluß der Wärme berücksichtigt werden, der Längenänderungen der Platte hervorruft und wegen des Temperaturgefälles innerhalb der Platte zu Krümmungen und Verwerfungen führt. Die hierbei auftretenden Spannungen tragen wesentlich zur Zerstörung der Platten bei. Ihre Größe und Verteilung ist noch wenig untersucht. Eine weitere Gruppe von Kräften, denen die Decken ausgesetzt sind, wirkt an der Oberfläche. Sie entstehen durch den Verkehr und seine Stoßwirkung. Der Verschleiß durch Verkehr spielt für die Haltbarkeit der Betondecke eine geringe Rolle. Dagegen kann durch die dynamischen Kräfte eine gefährliche zusätzliche Beanspruchung entstehen, über deren Größe allerdings auch noch wenig bekannt ist.

Um die Größe der Beanspruchungen aus den verschiedenen Ursachen zu ermitteln, stehen der Forschung mehrere Wege offen. Das rechnerische Verfahren nach Westergaard⁷⁾ bleibt eine unvollständige Lösung, da es

⁴⁾ Riepert, Betonstraßenbau in Deutschland, 1927.

⁵⁾ Bautechn. 1926, Heft 18.

⁶⁾ Probst-Brandt, Probleme des Betonstraßenbaues. 1928, Zementverlag.

⁷⁾ Westergaard, Verfahren zur Berechnung von Spannungen in Betondecken. Public Roads 1926, April.

¹⁾ Siehe Public Roads 1935, Oktober, November, Dezember.

²⁾ Deutschland besaß 1934 ohne Reichsautobahnen 4,8 Mill. m² Betondecken.

³⁾ Ministry of Transport, Roads Department, Experimental Work on Roads, Report for the Year 1934.

mit Annahmen über die Auflagerbedingungen rechnet. Für die Beurteilung verschiedener konstruktiver Ausbildungen führt nur der Versuch weiter. Bei allen Fragen spielt das Verhalten des Untergrundes eine ausschlaggebende Rolle. Deshalb führen Modellversuche nicht zum Ziel. Es bleiben nur zwei Wege übrig: der Großversuch mit Rundlaufbelastung oder der Einbau von Versuchsabschnitten in befahrenen Straßen. Im ersten Falle können die Versuchsbedingungen gleichmäßig gestaltet und die störenden Einflüsse am leichtesten ausgeschaltet werden. Die Belastung entspricht nicht genau der Verkehrswirkung, aber die Anordnung hat den Vorteil, daß in kurzer Zeit hohe Belastungen über die Versuchsstrecke geführt werden können und eine Beurteilung des Verhaltens der Decke in viel kürzerer Zeit möglich ist, als wenn die Straße normalem Verkehr unterworfen wird. Ein Mangel dieser Anordnung ist, daß beim beschleunigten Versuch die Witterungsverhältnisse eines vollen Jahres nicht wirksam werden. Liegen die Versuchsabschnitte im Zuge einer Straße, so ist es schwierig, für den gesamten Versuchsbereich gleiche Untergrundverhältnisse zu finden und Zufälligkeiten des Verkehrs zu vermeiden. Die Beobachtungen müssen sich über mehrere Jahre hinziehen, und die Ergebnisse lassen lange auf sich warten. Es liegen bereits große Versuchsreihen mit Versuchsstrecken vor. Oft muß man aber feststellen, daß die Bedingungen nicht einheitlich sind und eine Auswertung nicht möglich ist, oder daß die Zahl der Veränderlichen so groß ist, daß man für eine bestimmte Erscheinung den zugehörigen Grund nicht mehr mit Sicherheit herausfinden kann.

Deckendicke.

Schon die einfachsten Abmessungsfragen von Betondecken können nur mit Hilfe von Versuchsstrecken beantwortet werden. Das statisch und wirtschaftlich wichtigste Maß der Decke ist ihre Dicke. Während sonst bei Konstruktionsteilen der gewählte Querschnitt durch einen Spannungsnachweis begründet wird, ist es vorläufig nicht möglich, einen ähnlichen Nachweis für die Betondecke zu führen. Die Schwierigkeiten liegen hierbei in der Unsicherheit über die Auflagerbedingungen und in der Erfassung der zusätzlichen Spannungen durch Temperatureinflüsse und Stoßwirkung. Auf rechnerischem Wege hat Westergaard⁷⁾ in dieser Richtung einen Versuch unternommen unter der Annahme von Proportionalität zwischen Durchbiegung und Auflagerreaktion des Untergrundes. Der Proportionalitätsfaktor wird je nach der Art des Untergrundes mit 1,4 und 5,6 kg/cm³ angenommen. Aus Spannungs- und Durchbiegungsmessungen hat man in Einzelfällen Bodenziffern der angenommenen Größe errechnet. Selbst bei einer bestimmten Bodenart kann sich die Tragfähigkeit durch Wasseraufnahme oder Frost ändern und zu verschiedener Beanspruchung der Platte führen. Tägliche Spannungsmessungen an einer Betonplatte unter einer Einzellast während der Frost- und Tauperiode haben das in Abb. 1 dargestellte starke Anwachsen der Spannung in der

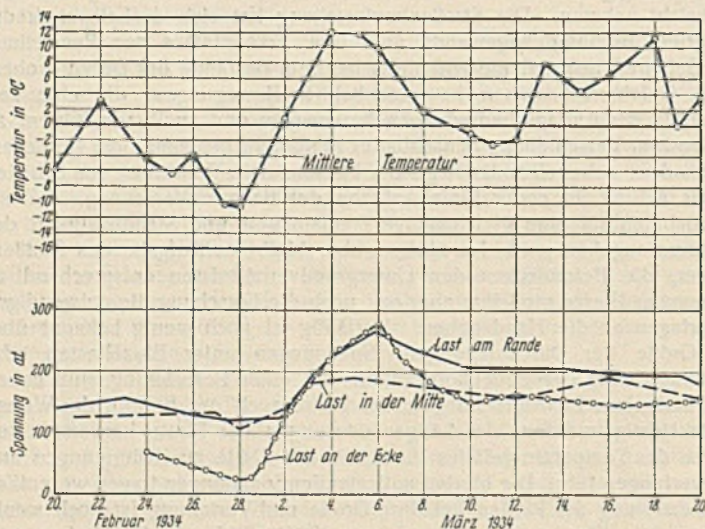


Abb. 1. Änderung der Spannung einer 22,5—15—22,5-cm-Platte unter einer Einzellast von 5 t in einer Frost- und Tauperiode. (Nach Public Roads 1935, November.)

Tauperiode gezeigt⁸⁾. Im ungünstigsten Falle kann sich die Platte wie ein Balken auf zwei Stützen verhalten, oder das Plattenende liegt hohl und wird wie ein Tragarm beansprucht. Vorläufig gibt es keine Handhabe, um für einen bestimmten Untergrund eine zuverlässige Annahme über die Auflagerung zu machen und der Bemessung der Deckendicke zugrunde zu legen. Die Bemessung müßte außerdem die zusätzlichen Spannungen aus Temperatur und dynamischen Einflüssen berücksichtigen. Hierfür sind jedoch noch weniger als für die statischen Beanspruchungen Unterlagen vorhanden.

⁸⁾ Versuche in Arlington. S. Public Roads 1935, November.

Deckenquerschnitt.

Mit der Deckendicke hängt die Frage des Querschnitts eng zusammen. In der Querschnittsform besteht ein auffälliger Unterschied zwischen deutschen und amerikanischen Betonstraßen. In Deutschland wird der rechteckige Querschnitt bevorzugt, in Amerika der Querschnitt mit Randverstärkung. Diese Form war in Amerika nicht von Anfang an vorherrschend. Die Entwicklung ging aus von dem in der Mitte verstärkten Querschnitt und führte über die Rechteckform zur Randverstärkung, die heute von 41 amerikanischen Staaten bevorzugt angewendet wird, nachdem auf den Versuchsstrecken in Pittsburg und beim zweiten Ausbau der Bates Road Abschnitte mit Randverstärkung unter schwerem Verkehr sich am besten gehalten haben. Die Beobachtungen an den Versuchsstrecken sind später durch Spannungsmessungen unter Einzellasten geprüft worden, die vom Bureau of Public Roads an Platten mit und ohne Randverstärkung ausgeführt wurden. Auch diese Untersuchungen haben den günstigen Einfluß der Randverstärkung auf die Beanspruchung der Platte ergeben. Man hat sich dann weiter der konstruktiven Ausbildung zugewendet,

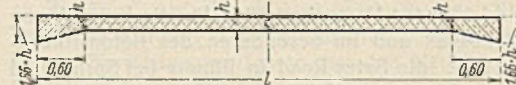


Abb. 2. Querschnitt mit ausgeglichener Beanspruchung unter Einzellasten. (Nach Public Roads 1935, Dezember.)

der Frage, wo die Randverstärkung beginnen soll, welche Dicke sie am Rande haben muß und wie groß die zusätzlichen Spannungen werden, die durch die Versteifung der Platte und die damit erschwerte Krümmung bei Temperaturwechsel auftreten. Hierfür liegen aus jüngster Zeit Messungen vor⁹⁾, die diese Fragen vorläufig dahin beantworten, daß die Randversteifung zum Ausgleich der Spannungen nur auf einem Streifen von 60 cm vom Rande statisch notwendig ist, und daß die Dicke am Rande der Platte das 1,7fache der Dicke in der Mitte betragen soll. Bei einem derart entworfenen Querschnitt (Abb. 2) sind die Spannungen unter einer Einzellast am Rande der Platte nicht größer als in der Mitte. Gleichzeitig haben die Versuche aber erkennen lassen, daß bei langen Platten mit Randverstärkung die Nebenspannungen wegen der erschwerten Krümmung erheblich anwachsen. Deshalb wird eine Randverstärkung nur bei Plattenlängen bis zu 6 m zu einer erhöhten Tragfähigkeit führen. Damit wäre der Vorteil der Randverstärkung allerdings teuer erkauft. Es müssen hier weitere Untersuchungen abgewartet werden, zu denen man sich wegen der grundlegenden Bedeutung dieser Frage auch in Deutschland entschließen sollte. Der statische Wert einer Randverstärkung leuchtet jedenfalls ohne weiteres ein.

Plattenlänge.

So wenig wie man vorläufig die für bestimmte Verhältnisse notwendige Deckendicke berechnen kann, so wenig kann man die Richtigkeit einer bestimmten Plattenlänge unter gegebenen Verhältnissen nachweisen. Es gibt Betonplatten von 40 m, die nicht gerissen sind, und solche, die in 3 m Abständen Risse haben. Auch bei gleichen Betonfestigkeiten und gleicher Einbauweise können diese Unterschiede nebeneinander als Folgen von verschiedenen Einflüssen aus Untergrund, Reibungswiderstand, Temperaturspannungen auftreten. Die üblichen Plattenlängen beruhen auf Erfahrungen. Einzelne Faktoren, die für eine Berechnung notwendig sind, sind untersucht worden. Gemessen wurde die Reibung zwischen Betonplatte und verschieden beschaffenem Planum. Die in Abb. 3 aufgetragenen Versuchsergebnisse zeigen, daß die Reibungswerte bei durchgefrorenem Boden

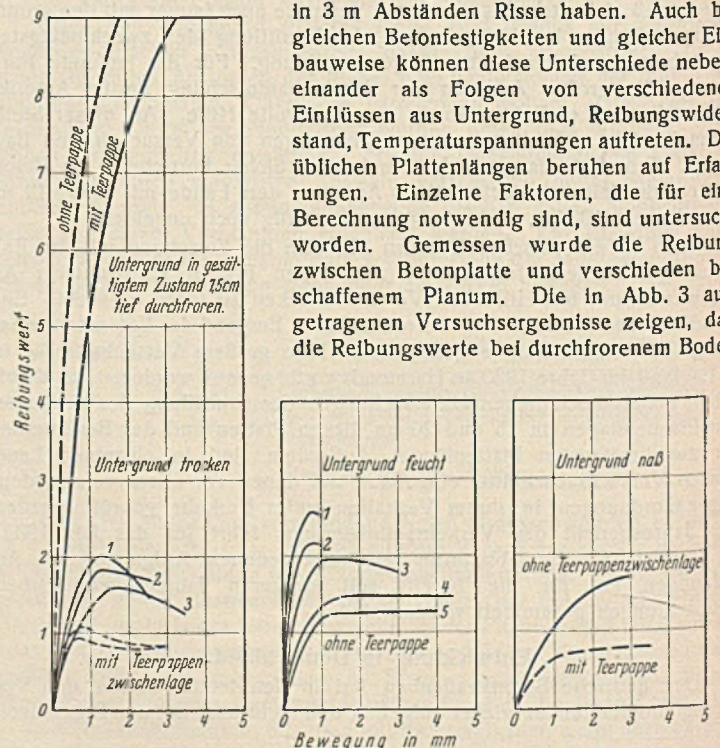


Abb. 3. Reibungswerte für Betonplatten (Größe 180 · 60 · 15 cm) auf sandigem Lehm. (Nach Public Roads, Bd. 10, Nr. 12.)

⁹⁾ Public Roads 1935, Dezember.

beträchtlich größere Werte annehmen können¹⁰⁾. Die Ermittlung der Reibungswerte hat gleichzeitig auch für die Frage der Verankerung der Platten an der Längsfuge Bedeutung. Hierüber bestehen verschiedene Auffassungen. Der Verankerung steht die Ausführung mit vollständiger Bewegungsfreiheit gegenüber. Die Kenntnis der Reibungswerte für die verschiedenen Untergrundverhältnisse ist nötig, um eine Entscheidung zu treffen, ob Ankerreisen und in welcher Dicke sie anzuordnen sind, oder ob sie ohne Gefahr des Abwanderns der Platten weggelassen werden können.

Fugen.

Das Hauptproblem der Betonstraße bildet auch heute noch die Quersfugenfrage. Die Anforderungen, die an die Quersfugen gestellt werden müssen, sind schwer zu erfüllen. Es wird verlangt, daß die beiden Platten vollständig eben aneinander anschließen, daß Längenänderungen stattfinden können, daß der Beton nicht ausbricht oder Risse entstehen und daß die Fuge dicht bleibt. Sowohl über die Anordnung und Fugenart wie auch über die Herstellungswiese gehen die Meinungen noch immer weit auseinander. Während z. B. die Scheinfuge in Amerika wegen ihrer einfachen Herstellung gebräuchlich ist, steht man ihr in Deutschland noch zweifelnd gegenüber. Bei der Ausführung von Raumfugen hält man einerseits an einfachen Bauweisen fest, während sich daneben umständliche Metallfugen immer stärker entwickeln. Für die Prüfung der verschiedenen Ausführungen und Vorschläge kommt nur der Einbau der Systeme in eine Versuchsstrecke oder befahrene Straße in Frage. Dieser Weg ist auch frühzeitig besprochen worden. Versuchsstrecken mit verschiedenen Fugenausbildungen sind z. B. im Jahre 1928 bei Essen und Ohligs eingebaut worden¹¹⁾. In den letzten Jahren hat sich beim Bau der Reichsautobahnen Gelegenheit gegeben, eine Reihe von neuen Fugensystemen auszuprobieren. Für andere Verfahren, über deren Brauchbarkeit man unsicher ist, kann eine Prüfung durch Einbau in untergeordneten Straßen oder auf Versuchsbahnen geschaffen werden.

Dübel.

Auf die Ausbildung der Fugen haben zwei Elemente ausschlaggebenden Einfluß: die Verdüblung und die Vergußmasse. Für das Verhalten der Dübel und ihre Zweckmäßigkeit liegen nur wenige Untersuchungen vor. Auch die Suche nach einer geeigneten Fugenvergußmasse hat noch nicht zu vollem Erfolg geführt. Bisher sind die Decken in Deutschland im allgemeinen ohne Dübel ausgeführt worden, während in Amerika nach Angabe der Portland-Zement-Industrie¹²⁾ im Jahre 1932 60% der staatlichen Straßenverwaltungen den Einbau von Dübeln an der Quersfuge vorschreiben. Es kann die Frage gestellt werden, ob nicht eine Verdüblung wegen der günstigeren Lastverteilung und Verringerung der Durchbiegung der Plattenenden in allen Fällen eine bessere Gewähr für einen ebenen Plattenanschluß bedeutet. Von der statischen Seite her läßt sich die Zweckmäßigkeit der Dübel leicht nachweisen¹³⁾. Was einer Anwendung im Wege steht, ist die Schwierigkeit, die Dübel auf einfache Weise einzubauen. Der Anwendung der umständlichen Verfahren, die von amerikanischer Seite bekannt worden sind, muß zunächst die Untersuchung vorausgehen, ob nicht einfache Anordnungen den Zweck auch erfüllen. Für das Herausfinden einer billigen und zweckmäßigen Verdüblung kann einerseits die Prüfung im Laboratorium dienen, wie es an einer Verdüblungsart auch bereits geschehen ist¹⁴⁾, oder der Einbau in einer Versuchsstrecke¹⁵⁾. Das letztere Verfahren hat den Vorteil, daß auch gleichzeitig die Schwierigkeiten des Einbaues und die Kosten der Verdüblung ermittelt werden. Um zu schnellen Ergebnissen zu kommen, sind Rundlaufversuche für die Wirkung von Dübeln besonders geeignet. Es wäre eine erwünschte Lösung, wenn man nachweisen könnte, daß auch eine einfache Verdüblung in der Lage ist, Querkräfte zu übertragen, die Plattenenden eben zu erhalten und das Auftreten von Querrissen am Plattenende zu vermeiden. Die Entwicklung in Amerika läßt befürchten, daß eine zuverlässige Wirkung der Dübel mit einfachen Mitteln nicht zu erreichen ist.

Vergußmasse.

Während man der Dübelfrage noch verhältnismäßig wenig nachgegangen ist, vor allem, weil sich Schäden erst nach längerer Verkehrsbelastung einzustellen pflegen, ist die Forschung in der Verbesserung der Fugenvergußmassen wesentlich tätiger gewesen. Aber auch hier haben die Fortschritte noch nicht zu einer vollständigen Lösung geführt. Für die Vergußmassen sind zwar strenge Prüfungen aufgestellt, aber auch

wenn sie diese erfüllen, erfordern sie in der Straße im Frühjahr und Herbst Unterhaltung. Bituminöse Fugenvergußmassen sind deshalb kein vollkommener Fugenfüllstoff, weil sie bei allen vorteilhaften Eigenschaften nicht die Fähigkeit besitzen, unter Druck sich auf einen kleinen Raum zusammenpressen zu lassen und nach Entlastung wieder auf das ursprüngliche Maß zurückzugehen.

Neben der Verbesserung von bituminösen Massen ist die Forschung auf die Suche nach Stoffen mit besseren elastischen Eigenschaften gegangen. Prüft man die verschiedenen anderen Baustoffe, die vorläufig als Füllmassen in Frage kommen, auf ihre elastischen Eigenschaften, so zeigt sich, daß sie den bituminösen in dieser Hinsicht weit überlegen sind. Versuche werden in der Weise durchgeführt, daß Platten des Füllstoffes von 12 bis 25 mm Dicke auf die Hälfte dieses Maßes zusammengepreßt werden und der Rückgang nach Entlastung in bestimmten Zeit-



Abb. 4. Elastisches Verhalten von Fugenfüllstoffen.

(Nach Public Roads 1934, März.)

räumen gemessen wird. Ergebnisse von Versuchen zeigt Abb. 4¹⁶⁾. Das günstige Verhalten von Kork hat zur Ausbildung von Raumfugen mit Korkmassen geführt, die sich in amerikanischen Straßen bewährt haben. Daneben ist auch eine Raumfuge unter Vermeidung jeglichen Füllstoffes entwickelt worden, bei der federnde Bleche einen Luftraum umschließen, der die Längenänderungen der Platte aufzunehmen vermag. Das Bitumen dient bei dieser Fugenausbildung nur noch zur Versiegelung an der Deckenoberfläche.

Auch auf diesem Gebiete kann die Forschung der Praxis noch weiter helfen. Sie hat bereits die Bedingungen, denen die Fugenvergußmassen genügen müssen, durch Temperatur- und Längenänderungsmessungen der Platten geklärt und die Einwirkung von Wärme und Kälte im Laboratorium untersucht. Als Ergänzung müßte eine Prüfung der elastischen Eigenschaften hinzutreten. Festzustellen bleibt noch, ob die Prüfungen im Laboratorium alle zerstörenden Einflüsse erfassen, die auf der Straße auf die Fugenmassen wirken. Neben Laboratoriumsversuchen ist deshalb auch der Einbau in der Straße notwendig, der eine unmittelbare Antwort gibt — wenn auch nach längerer Zeit erst.

Eiseneinlagen.

Als letztes Konstruktionsglied der Betondecken seien die Eiseneinlagen erwähnt. Über ihre Bedeutung in Betonstraßen herrscht insoweit Klarheit, als man ihren geringen Wert für die Biegefestigkeit der Platten erkannt hat. Man teilt ihnen nur noch eine Aufgabe zu, nachdem ein Riß entstanden ist, nämlich: die gerissenen Teile eng zusammenzuhalten. Solange die Platten nicht gerissen sind — und dieser Zustand muß als der normale gelten — sind die Eiseneinlagen rechnerisch überflüssig. Es fällt hier der Unterschied der Einstellung auf, die man beim Einbau von Dübeln gegenüber dem Verlegen von Eiseneinlagen findet. Bei den Dübeln ergibt die Rechnung die Zweckmäßigkeit ihres Einbaues zur Verstärkung der Tragfähigkeit der Plattenenden, im allgemeinen unterläßt man aber den Einbau. Bei den Eiseneinlagen kann man für die ungerissene Platte die Bedeutungslosigkeit der Eisen nachweisen, verlegt aber Eisen. Soweit die den Berechnungen zugrunde gelegten Annahmen berechtigt sind, bleibt dabei noch zu prüfen. Wenn aber entgegengesetzt der rechnerischen Notwendigkeit auf Dübel verzichtet wird, weil sich keine Schäden zeigen, so könnte man noch eher auf die Eiseneinlagen verzichten, solange keine Risse festgestellt werden. Eiseneinlagen sind dagegen berechtigt, wenn man mit künftigen Rissen rechnen muß. Beobachtungen haben einwandfrei gezeigt, daß Eiseneinlagen nach dem Auftreten der Risse beitragen, diese eng zu halten¹⁷⁾.

Was an Erfahrungen über die Häufigkeit von Rissen bei bewehrten und unbewehrten Platten vorliegt, spricht teilweise für die Bewehrung, teils dagegen. Als Kriterium gilt bei derartigen Versuchen die ungerissene

¹⁶⁾ Public Roads 1934, März.

¹⁷⁾ Highway Research Board, Proceedings of the 15th Annual Meeting 1935, S. 157.

¹⁰⁾ Public Roads, Bd. 10, Nr. 12.

¹¹⁾ Petry, Versuche mit Fugen in Betonfahrbahndecken. Betonstraße 1935, Oktober.

¹²⁾ A Chartered Summary of Concrete Road Specifications, 1932.

¹³⁾ Bautechn. 1936, Heft 1 u. 9.

¹⁴⁾ Graf, Über die Widerstandsfähigkeit von Rundseindübeln. Jahrbuch 1936 der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Charlottenburg 2.

¹⁵⁾ Die Straße 1935, S. 592.

Plattenlänge oder die Summe der Risse auf eine bestimmte Länge bezogen. Die Versuchsstrecken bestehen entweder aus einzelnen Platten oder langen Streifen ohne jede Fuge. Die meisten Versuche sind nicht auszuwerten, weil die Versuchsbedingungen ungleichartig sind. Oft sind außer der Bewehrung noch andere Teile in der Versuchsstrecke verschieden ausgebildet, so daß die Entstehung von Rissen nicht in eindeutigen Zusammenhang mit den Eiseneinlagen gebracht werden kann. Die Unregelmäßigkeit der Ergebnisse von Versuchen zur Ermittlung des Einflusses von Eisen-

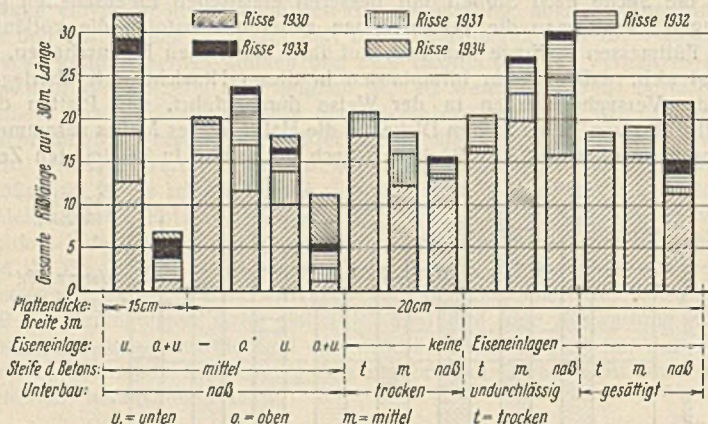


Abb. 5. Beobachtete Risse auf 9 bis 13 m langen Platten der Versuchsstrecke Harmondsworth, England.

einlagen zeigt ein Diagramm von der Versuchsstrecke in Harmondsworth (Abb. 5)¹⁸⁾. Die Strecke liegt seit vier Jahren unter dem Verkehr und wird laufend beobachtet. Abb. 6 gibt Versuche wieder, bei denen sich die Eiseneinlagen günstig auf die ungerissene Länge ausgewirkt haben¹⁹⁾. Es handelt sich bei diesen Versuchen nur um Querrisse, die ohne Ein-

¹⁸⁾ S. Fußnote 3, S. 583.

¹⁹⁾ nach Public Roads 1930, Febr.

Alle Rechte vorbehalten.

Betonfahrbahndecken auf den Reichsautobahnen.

Erfahrungen, Versuche und Vorschläge¹⁾.

Von Regierungsbaumeister Fr. Leonhardt, Berlin.

Beim Bau der Reichsautobahnen werden in steigendem Ausmaße Betonfahrbahndecken ausgeführt. Während vorher bei den wenigen Betonstraßenbauten weder ausreichende Erfahrungen noch leistungsfähige Einrichtungen zur Verfügung standen, ist es in kurzer Zeit gelungen, den Vorsprung des Auslandes aufzuholen, eigene Erfahrungen zu sammeln und wichtige Fragen der baulichen Durchbildung zu klären. Die an den zahlreichen Baustellen verwendeten maschinellen Einrichtungen stehen dank der regen Tätigkeit der Baumaschinenindustrie bereits auf einer hohen Entwicklungsstufe. Leider sind die eingeleiteten umfangreichen Versuche über die bauliche Durchbildung der Fahrbahnbeläge, insbesondere der Fugenausbildung, noch nicht abgeschlossen, immerhin lassen die bis jetzt vorhandenen Ergebnisse wichtige Schlüsse zu. Bisher umstrittene Bauarten haben die auf sie gesetzten Erwartungen versuchs-technisch und in der praktischen Ausführung erfüllt. Andere Vorschläge wurden nach kurzer Zeit verlassen. Nach der angestrebten Arbeit der letzten zwei Jahre können die Fortschritte herausgestellt und Richtlinien für die Weiterentwicklung gegeben werden.

I. Untergrund.

Die genaue Untersuchung des Baugrundes auf seine Tragfähigkeit, Gleichmäßigkeit, Grundwasserverhältnisse und Frostgefahr ist für den Bau von Betonstraßen lebenswichtig. Nach ihrem Ergebnis richten sich viele Maßnahmen für die Ausführung und Bemessung der Decke. Für die Herstellung von Dämmen sind zahlreiche Versuche durchgeführt worden, die zu Richtlinien für die Schüttung, Verdichtung u. dgl. geführt haben. Doch ist selbst bei sorgfältiger Verdichtung eine Überwinterung der Dämme vor dem Aufbringen der Decken zu empfehlen. Besondere Maßnahmen werden in rutschgefährlichen Gebieten getroffen, wo durch sorgfältige Entwässerung der Schleif- und Gleitschichten oder durch Entfernen der rutschgefährlichen Böden eine sichere Lage der Bahn erzielt wird. Das Beseitigen von Moor- und Schlückschichten durch Sprengung sei nur erwähnt.

Für den Bestand aller Deckenarten ist eine spätere Durchfeuchtung der obersten Schicht des Bahnkörpers schädlich. Wo die Gefahr der Durchfeuchtung besteht, muß durch Gräben oder Sickerungen eine Vor-

¹⁾ Vgl. hierzu den Aufsatz von Reg.-Baumeister H. Sack und Dipl.-Ing. K. Haufe über die Ausgestaltung der Fahrbahndecken auf den Reichsautobahnen, besonders Abschn. III auf S. 580 u. 581.

wirkung von Verkehr durch Schwinden oder Temperatur in den 60 m langen Streifen entstanden sind. Auffallend ist der zeitliche Unterschied im Auftreten der Risse mit und ohne Eiseneinlagen.

Trotz der zahlreichen Versuchsreihen erscheint die Frage noch nicht geklärt, ob Eiseneinlagen und unter welchen Umständen sie notwendig sind.

Ist diese Frage beantwortet, so schließt sich daran die Untersuchung, in welcher Anordnung Eiseneinlagen am wirksamsten sind. Da die Risse zum größten Teil durch Veränderung der Auflagerbedingungen, Temperaturwechsel und Krümmen der Platten entstehen, so müssen für den Versuch die natürlichen Verhältnisse auf der Straße gewählt werden.

Die Beurteilung der Wirkung von Eiseneinlagen und der Vergleich anderer konstruktiver Ausbildung von Betonfahrbahnen führen in den meisten Fällen zu Großversuchen.

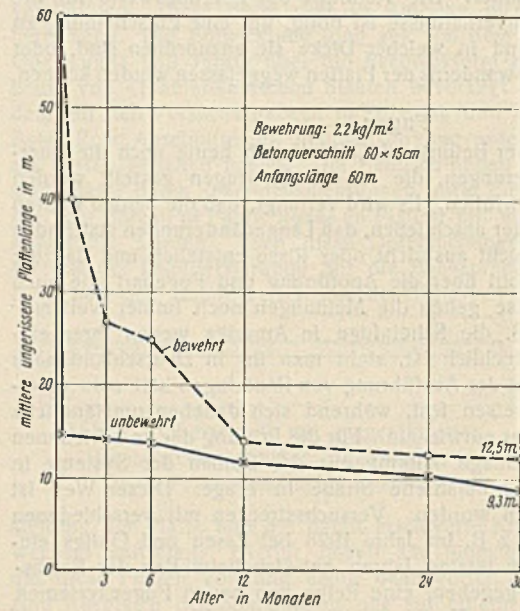


Abb. 6.

Einfluß von Eiseneinlagen auf die Rissebildung.

(Nach Public Roads 1930, Februar.)

Bei sorgfältiger Auswahl der Versuchsstrecke in bezug auf gleichmäßigen Untergrund und bei strenger Einhaltung gleicher Versuchsbedingungen wird dieser Weg der Entwicklung der Betondecken am besten dienen.

flut geschaffen werden. Von den Landschaftsgestaltern wird angestrebt, die Gräben wegzulassen, jedoch kann an all den Stellen, denen Tagwasser zufließt (beispielsweise in Einschnitten, an der Bergseite von Hängen und in Kurven am Mittelstreifen) auf Gräben nur verzichtet werden, wenn an ihrer Stelle Sickerungen und Ableitungsrohre eingebaut werden, die den Bahnkörper trocken halten. Bei sandigen oder kiesigen Böden, in denen das Wasser rasch versickert, können die Entwässerungsanlagen auf ein Mindestmaß herabgedrückt werden. Über Maßnahmen zur Vermeidung von Frosthebungen sind ebenfalls Richtlinien erschienen.

II. Vorbereitung des Planums.

Der Erdkörper wird mit einer Genauigkeit von ± 5 cm abgewalzt. Nach dem Verlegen der für die Deckenherstellung erforderlichen Fahrschienen ebnet bei sandigen Böden ein Abstreifer mit Stampfböhlde das Planum weiter ein und stampft unter dauerndem Anfeuchten die oberste Schicht zu einer festen, sauberen Fläche (größte Abweichung ± 1 cm).

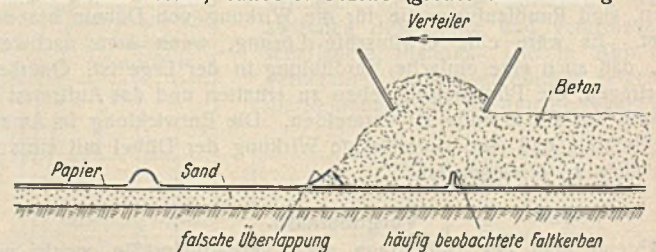


Abb. 1. Das Entstehen von Kerben durch das Papier beim Einbringen des Betons.

Bindige Böden können auf diese Weise nicht geebnet werden. Es wird daher dort allgemein eine Sandschicht auf das abgewalzte Planum aufgebracht, eingeebnet und feucht abgestampft. Diese Sandschicht bildet

1. eine Rollschicht zur Verminderung der Reibung zwischen Platte und Untergrund bei der Bewegung der Platten infolge Temperaturänderung, Schwinden und Quellen,
2. eine Sauberkeitsschicht bei nassem Wetter,
3. eine Entwässerungsschicht für Wasser, das durch Fugen oder durch den Mittelstreifen eindringt.

Als Rollschicht wird diese Sandlage auch auf nicht bindigen, aber fest gelagerten Untergrund (z. B. lehmigen Kies) aufgebracht. Während



Abb. 2. Unebene Unterfläche einer auf nassem Lehm verlegten Platte.

für die Rollschicht 3 bis 5 cm Sand genügen würden, müssen auf schweren Lehmböden mindestens 10 bis 15 cm Sand aufgebracht werden, um bei Regenwetter ein sauberes Arbeiten zu gewährleisten. Bei hohem Grundwasserstand und frostgefährlichen Böden kann die Sandschicht bei 25 bis 50 cm Dicke gleichzeitig als Trennschicht zur Vermeidung von Frosthebungen dienen. Als Material für diese Zwischenschicht wird ungewaschener Klessand mit Korngrößen bis zu 15 mm verwendet.

Da die Plattenunterflächen auf Zug beansprucht werden, wird zur Erzielung

hoher Zugfestigkeiten auf glatte und kerbfreie Lagerflächen Wert gelegt. Hierfür wird auf das abgestampfte und geebnete Planum ein zähes Papier oder eine dünne Pappe verlegt. Kerben werden aber nur vermieden, wenn das Papier bei Wasseraufnahme nicht faltig und nicht betreten wird. Auch dürfen die Ränder an den Stößen beim Einbringen des Betons mit dem Verteilerwagen nicht angehoben werden (Abb. 1). Wie schlecht eine Unterfläche werden kann, wenn jeder Arbeiter auf dem verlegten Papier nach Belieben herumspaziert, zeigt Abb. 2. Jede Arbeit in der Fahrbahn muß von Querbühnen aus oder mit Hilfe von breiten, kräftigen Brettern vorgenommen werden. Beim Verlegen des Papiers selbst wurden mit gutem Erfolg die in Abb. 3 gezeigten Abrollvorrichtungen verwendet.

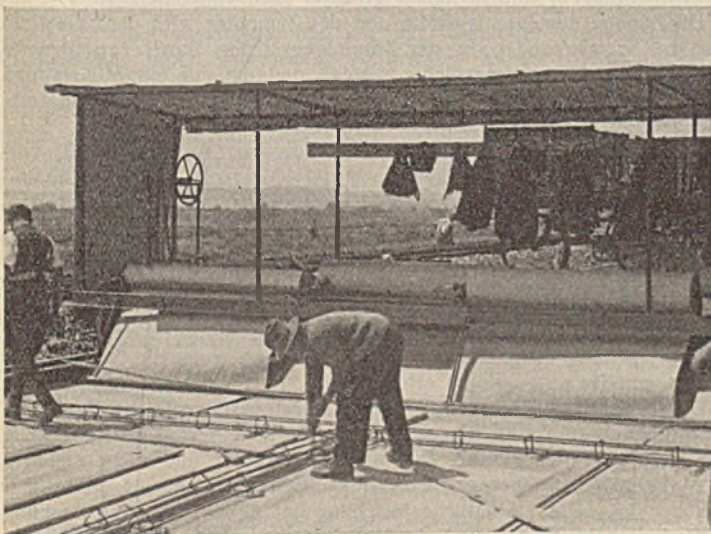


Abb. 3. Abrollvorrichtung zum Verlegen des Papiers.

III. Randschalungen und Randschwellen.

Die für das Abstellen parkender Wagen und zur Fahrsicherheit vorgesehenen Randstreifen müssen kräftig befestigt werden, so daß sie unter den Radlasten nicht einbrechen. Man benutzt die Randstreifen immer mehr zur Herstellung und zum Schutze der Fahrbahnplatten selbst und führt sie als fugenlose Stampfbetonschwellen (Zementgehalt 100 bis 150 kg/m³) mit dünnem Gußasphalt aus. Die schon bei den ersten Bauausführungen festgestellten Vorteile sind:

1. einfache und billige Herstellung,
2. unnachgiebige Unterlage für die Fahrschienen der Baumaschinen (ebene Decken),
3. einfaches Verlegen, Befestigen, Einnivellieren und Vorstrecken der Fahrschienen,
4. Schutz der fertiggestellten Fahrbahndecke vor Unterspülen durch Wasser, das von den glatten Platten rasch abfließt (Abb. 4),
5. genügende Festigkeit für das Abstellen schwerer Lastwagen.

An der Dicke der Schwellen soll besonders bei Anordnung einer Roll- und Sauberkeitschicht auf lehmigen Böden nicht zu sehr gespart werden, d. h. die Randschwelle sollte auf einer Breite von 30 bis 40 cm mindestens 5 cm in das Erdplanum eingreifen (Abb. 5), damit die zwischen den Schwellen eingebrachte Sandschicht später nicht seitlich ausweichen kann. Dabei sind Dränrohre durch die äußeren Randschwellen einzulegen, die das Planum entwässern. Die neuen Fertiger sind so gebaut, daß

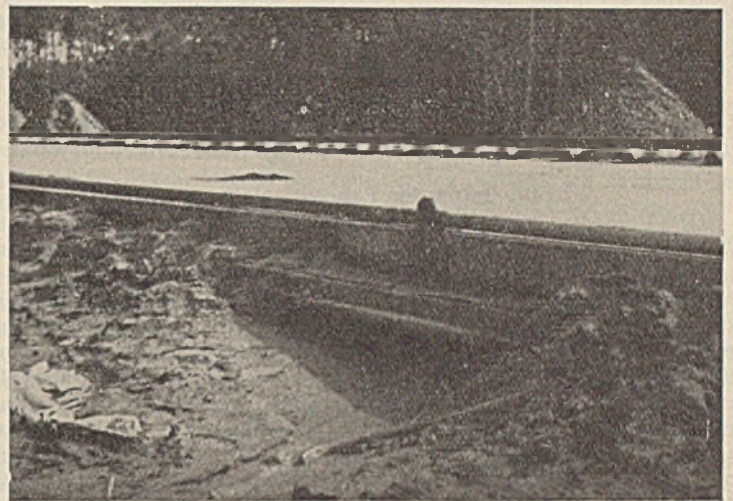


Abb. 4. Unterspüter Plattenrand.

sie an Stelle von niederen Kranbahnschienen auf Kleinbahn- oder Eisenbahnschienen laufen, die bei kleinem Stahlgewicht ein großes Widerstandsmoment haben und daher die erheblichen Lasten der Maschinen längs verteilen. Neben der Schienenbefestigung mit Holzdübeln werden

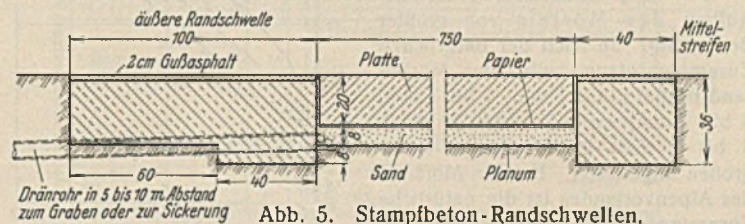


Abb. 5. Stampfbeton-Randschwellen.

neuerdings Peschelrohre oder Drahtspiralen unmittelbar einbetoniert, die ein Gewinde für die Befestigungsschrauben bilden (Abb. 6). Sie sind billiger als Holzdübel.

Die Schienenträger und Randschalungen aus Stahl auf einer Magerbetonunterlage haben ihre Beliebtheit verloren, weil sie für die immer schwerer werdenden Baumaschinen kräftig bemessen werden mußten und neben den hohen Anschaffungskosten erhebliche Schwierigkeiten im Ausrichten und Vorstrecken bereiteten. Dagegen wird in zunehmendem Maße für die Herstellung der Stampfbetonrandschwellen eine leichte Stahlschalung verwendet (Abb. 7).

Für die Fuge zwischen der Randschwelle und der Platte hat sich das Einlegen oder Einkleben von Pappe nicht ganz bewährt, weil häufig Steine dahinter zu liegen kamen. Neuerdings wird ein doppelter Bitumenanstrich bevorzugt. Poröse Stellen der Randschwelle werden vorher mit Mörtel glatt gerieben, so daß die Längsbeweglichkeit der Platten gesichert ist.

Frisch geschüttete Dämme haben sich oft an den Rändern mehr gesetzt als in Dammitte, weil es nicht möglich ist, die Ränder mit schwerem

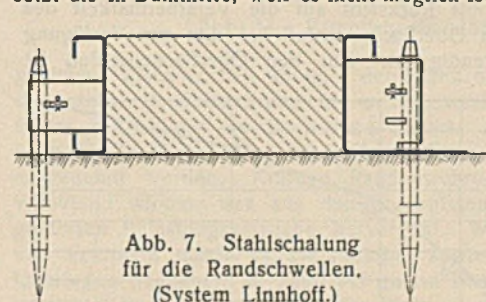


Abb. 7. Stahlschalung für die Randschwellen. (System Linnhoff.)

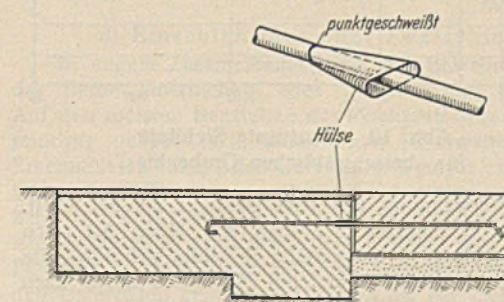


Abb. 8. Verankerung der Randschwelle auf Dämmen.

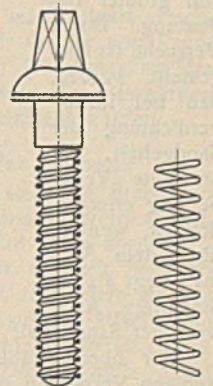


Abb. 6. Drahtspiralen zum Einbetonieren als Gewinde.

Gerät zu verdichten und Kleingerät nicht die gleiche Wirkung erzielt. Dadurch öffnet sich die Fuge zwischen Randschwelle und Fahrbahn-

platte, was teure Nacharbeiten verursacht. Es wird daher der Vorschlag gemacht, auf Dämmen die Randschwelle und Platte durch Ankerisen zusammenzuhalten und durch Anordnung einer konischen Hülse die Längsbeweglichkeit der Platten zu erhalten (Abb. 8). Wenn sich der Randstreifen nach außen neigt, kann er durch Anheben und Unterstopfen vom äußeren Rande aus wieder in die richtige Lage gebracht werden.

IV. Beton der Fahrbahnplatten.

Die Vorbedingung für eine gleichmäßige Güte des Betons wird durch Vorbehandlung der Zuschlagstoffe geschaffen. Waschen, Sieben und nach Korngrößen getrenntes Anliefern und Lagern wird heute für die Fahrbahndecken der Reichsautobahnen allgemein verlangt. Wenn die Richtlinien für Fahrbahndecken, Ausgabe 1936, sagen, daß Waschen nicht immer zweckmäßig ist, so dürfte diese Angabe nur für Kiessande gelten, die von Natur aus nicht mehr als 1% tonige oder lehmige Teile enthalten. Solche Vorkommen sind aber selten. Beim Waschen ist nachteilig, daß auch feinste, unschädliche Teile ausgespült werden, deren Anteil an der gesamten Körnung wichtig ist für die Dichte, Verarbeitbarkeit und den Deckenschluß. Für die Haltbarkeit der Betonstraßen ist jedoch die größtmögliche Zugfestigkeit zu verlangen, die durch lehmige Bestandteile nur herabgemindert wird. Der durch Waschen entstandene Mangel an feinsten Korngrößen kann ohne hohe Kosten durch kleine Zusätze von Traß oder Steinmehl behoben werden.

Für den Straßenbeton ist der Aufbau des Mörtels von größter Bedeutung. Je nach der natürlichen Zusammensetzung wird der Mörtelsand in drei (0 bis 1 mm, 1 bis 3 mm, 3 bis 7 mm) oder in zwei (0 bis 3, 3 bis 7 mm) verschiedenen Korngrößen angeliefert. Bei den Moränen des Alpenvorlandes ist die natürliche Zusammensetzung meist so gut, daß eine Trennung der Korngrößen unter 7 mm nicht erforderlich ist. Die Abstufungen müssen die Zusammensetzung des Mörtels nach den Sieblinien der Richtlinien ermöglichen. Natürliche Sande werden bevorzugt, weil Brechsande schwer zu verarbeiten sind.

Für die groben Zuschläge über 7 mm ist eine weitere Teilung der Korngrößen nicht von so großer Bedeutung wie beim Sand. Auf den meisten Baustellen werden Korngrößen von 7 bis 15 mm und von 15 mm bis Größtkorn verarbeitet. Für die gesamte Mischung werden die in den Richtlinien für Fahrbahndecken, Ausgabe April 1936 (herausgegeben von der Direktion der Reichsautobahnen), angegebenen Grenzen der Sieblinien (Abb. 9) eingehalten. Hier ist die Möglichkeit zu weiterer Gütesteigerung gegeben, indem durch Probestücken und Probewürfel, die mit verschiedener Kornzusammensetzung bei gleicher Konsistenz, gleicher Verdichtung und Nachbehandlung hergestellt werden, diejenige Sieblinie (Soll-Linie) festgestellt wird, die die besten Festigkeiten ergibt. Diese Sieblinie wird nach den bisherigen Versuchsergebnissen etwas weniger Sandgehalt aufweisen, als mit Rücksicht auf die Verarbeitbarkeit des Betons und auf den guten Oberflächenschluß bei den zur Verfügung stehenden Maschinen notwendig ist. Für den Oberflächenschluß ist der Anteil und die Beschaffenheit der Körnungen unter 0,2 mm von größter Bedeutung. Durch Versuche ist festgestellt worden, daß bei Rüttelverdichtung der Sandgehalt, der für gute Verarbeitung erforderlich ist, weniger über dem Sollmaß liegt als bei Stampfen. Auch

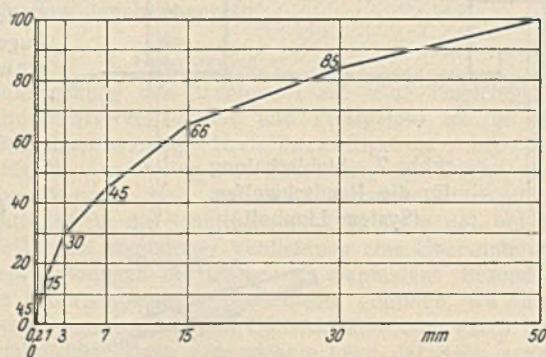


Abb. 10. Günstigste Sieblinie für oberschwäbischen Grubenkies.

wird der Sandgehalt bei Verwendung von Kies geringer als bei Splitt.

Für oberschwäbischen Grubenkies hat man auf diese Art nach wenigen Versuchen die auf Abb. 10 dargestellte Sieblinie gefunden, die bei Rüttelverdichtung neben hoher Festigkeit (im Mittel 540 kg/cm² nach 28 Tagen) ein gutes Schließen der Fahrfäche sicherstellt. Ein solches Vorgehen ermöglicht, die durch die Vorbehandlung der Zuschlagstoffe erreichten Fortschritte voll auszunutzen. Bei fast allen Zuschlagstoffen,

die nicht in starkem Maße sperrige Kornformen enthalten, zeigt sich, daß die idealen, stetigen Sieblinien zwischen den Linien *J* und *D* der Richtlinien liegen. Es wäre also richtiger, diesen Bereich als besonders gut zu empfehlen und nur in Ausnahmefällen einen Sandgehalt bis zur Linie *K* zuzulassen.

Als Größtkorn wird heute meist 50 mm verwendet. Bei einschichtigem Einbau kann mit Korngrößen bis 70 mm bei gleichem Zementgehalt eine weitere Steigerung der Güte des Betons erzielt werden. Auch bei diesen Korngrößen werden sich bei richtigem Mörtelgehalt keine Schwierigkeiten beim Verdichten des Betons oder beim porenfreien Schließen der Fahrfäche ergeben. In VStA hat man verschiedentlich Korngrößen bis 80 mm mit gutem Erfolg verwendet.

Fehlt im natürlichen Vorkommen eine Korngröße, so sollte vor ihrer teuren Beschaffung durch Versuche festgestellt werden, ob das fehlende Korn nicht ohne Schaden weggelassen werden kann²⁾. Ausfallkörnungen können auch dort wirtschaftliche Vorteile haben, wo kleine Korngrößen bei Splitt teurer sind als große. Gute Erfahrungen über die Verwendung derartiger Ausfallkörnungen liegen besonders in Frankreich vor. Die bereits weitgehend durchgeführten Versuche auf diesem Gebiete berechtigen, Ausfallkörnungen nach Durchführung einer Eignungsprüfung zuzulassen.

Die Fortschritte in der Aufbereitung und Kornzusammensetzung des Straßenbetons, die durch feste Vorschriften auf Grund der seit Jahren bekannten Erkenntnisse der wissenschaftlichen Versuchsforschung erzielt wurden, lassen hoffen, daß auch auf anderen Gebieten des Beton- und Eisenbetonbaues die Zusammensetzung und Auswahl der Zuschlagstoffe strenger gehandhabt werden wird. Die neue „Anweisung für Mörtel und Beton“ der Deutschen Reichsbahn, Ausgabe 1936, verlangt für den Brückenbau die gleichen Maßnahmen. Wenn nun im Hochbau eine entsprechende Regelung getroffen werden könnte, dann wäre es möglich, an eine das ganze Reich umfassende Normung der Sand- und Kieselieferung heranzugehen, so daß die jetzt im Betonstraßenbau erzielten Fortschritte im Interesse des Betons als Baustoff erweitert würden. Die hierfür benötigten Aufbereitungsanlagen (Wasch- und Siebanlagen, Abwegevorrichtungen) sind in immer größerer Zahl vorhanden.

Die Zugabe der Zuschlagstoffe und des Zementes wird nach Gewicht verlangt. Schwankungen in der Zusammensetzung durch verschiedene Feuchtigkeit und Lagerungsdichte werden dadurch auf ein Mindestmaß herabgedrückt. Der Zementgehalt ist in der Regel 300 kg normal bindender Portlandzement auf 1 m³ fertigen Beton.

Die in den Richtlinien für Fahrbahndecken, Ausgabe 1936, vorgeschriebenen Mindestfestigkeiten (im Mittel 400 kg/cm² Druck-, 45 kg/cm² Biegezugfestigkeit nach 28 Tagen) sind noch nicht überall erreicht worden. Die ungenügenden Ergebnisse sind entweder auf schlechte Zuschlagstoffe, falsche Kornzusammensetzung oder Mängel in der Verarbeitung (z. B. ungenügende Verdichtung) zurückzuführen. Falsch ist jedoch, die Festigkeiten durch Erhöhung des Zementgehaltes verbessern zu wollen, da 300 kg normengemäßer Zement je m³ fertigen Beton zur Erreichung der vorgeschriebenen Festigkeiten bei weitem genügt, wenn die übrigen Voraussetzungen für guten Beton erfüllt sind.

Da an der Unterfläche der Platte mindestens die gleiche Zugfestigkeit vorhanden sein muß wie an der Oberfläche, so wird auf die ganze Dicke der Platte der gleiche Zementgehalt gewählt und nicht mehr in dem Maße zwischen Ober- und Unterbeton unterschieden, wie dies früher geschehen ist. Die einheitliche Mischung hat neben der Vereinfachung der Baustelleneinrichtung und der Arbeit den Vorzug, daß innere Spannungen infolge verschiedener Schwind-, Quell- und Dehnungsmaße vermieden werden.

Die Zementauswahl wird streng gehandhabt (vorläufige Anweisungen für die Prüfung, Lieferung und Abnahme von Zement, 1935). Die Prüfung erstreckt sich auf

1. chemische Zusammensetzung,
2. Raumbeständigkeit,
3. Abbindeverhältnisse,
4. Mahlfineinheit,
5. Normendruckfestigkeit,
6. Biegezugfestigkeit mit weich angemachtem Mörtel,
7. Schwinden.

Die Zulassung geschieht erst nach einer Vorprüfung durch Prof. Graf (Materialprüfungsanstalt Stuttgart).

Was die Konsistenz des Betons anbelangt, so findet man Baustellen, wo der Beton erdfeucht eingebracht wird. Aus solchen Strecken herausgeschnittene Versuchskörper zeigen, das man mit der an sich wünschenswerten Verringerung des Wassergehalts besonders beim Unterbeton zu weit gegangen ist, so daß mit den eingesetzten Verdichtungsgeräten die Hohlräume nicht ganz beseitigt werden konnten. Die Festigkeit des Betons wird durch verbleibende Poren meist mehr gemindert als durch die Erhöhung des Wasserzusatzes auf das Maß, das eine einwandfreie Verdichtung zuläßt. Die Biegefestigkeiten derartiger Platten betragen oft

²⁾ Alfred Hummel, Ausfallkörnungen. Die Straße 1936, Heft 5.

nur 18 bis 20 kg/cm². Für jedes Verdichtungsgerät muß der Bestwert der Wasserzugabe unter den örtlichen Bedingungen auf der Baustelle festgestellt werden.

Beim Wasserzusatz ist der durch Witterungseinflüsse wechselnde Wassergehalt der Zuschlagstoffe (2 bis 6%) zu berücksichtigen, wenn erhebliche Schwankungen in der Konsistenz des Betons vermieden werden sollen. Der Ausgleich muß bei der Wasserzugabe an der Betonmischmaschine durch erfahrene Arbeiter gefühlsmäßig geschehen. Die Berechnung der Wasserzugabe je nach der in der Baustoffprüfstelle ermittelten Feuchtigkeit der Zuschlagstoffe ist zu umständlich und erfolglos. In Amerika wird in manchen Staaten der Wassergehalt der Zuschlagstoffe durch künstliche Berieselung gleichgehalten. In allen Fällen sind jedoch die Mischungen auf dem Transport durch ein Dach gegen Regen zu schützen.

Die Erhöhung der Festigkeit und die Verringerung des Schwindens durch Nachbehandlung des Betons sind bekannt³⁾. Die Abdeckung mit niedrigen Schutzdächern beginnt sofort nach der Fertigstellung. Nach dem Abbinden werden lehmiger Sand, Stroh-, Schilf- oder Gewebematten verlegt und drei Wochen lang feucht gehalten. Neuerdings befeuchten Sprengwagen die Decke, es ist jedoch abwegig, zu glauben, daß bei Verwendung solcher Sprengwagen auf die Abdeckung vor Ablauf von 7 bis 10 Tagen ohne Herabsetzung der Wirkung verzichtet werden kann.

V. Die Platte.

a) Dicke und Querschnitt.

Die Platten werden im allgemeinen über den ganzen Querschnitt 20 cm dick gemacht. Belastungsversuche auf gutem Lehmboden haben gezeigt, daß 15 cm dicke Platten für die heutigen Verkehrslasten auf die Dauer zu schwach sind. Eine 15-cm-Platte (Betonzugfestigkeit rd. 60 kg/cm²) ist unter einer 10-t-Achslast auf Vollgummireifen beim Überfahren eines 18 mm dicken Brettes mit rd. 20 km Stundengeschwindigkeit gebrochen. Mit ähnlicher Stoßwirkung muß bei unverdübelten Querschnitten mit der Zeit gerechnet werden. 18 cm dicke Platten erreichten bei Eckbelastung nur 18 bis 19 t Bruchlast (ruhende Last). Auch bei 20 cm dicken Platten haben Eckbelastungen unter den heute vorkommenden Achslasten von 10 bis 12 t Spannungen ergeben, die bei oftmaliger Wiederholung und bei Erhöhung durch Stoßwirkung zu Brüchen führen können (Versuchsstrecke bei Stuttgart; Messungen durch Prof. O. Graf). Dagegen werden die gleichen Lasten in Plattenmitte ohne Rissegefahr ertragen. Die Versuche bestätigen die auf Grund der Elastizitätslehre gewonnene Überzeugung, daß die Spannungen bei Verkehrsbelastung am Rande und an den Ecken um ein Vielfaches größer werden als in Plattenmitte. Es wäre unwirtschaftlich, die ganze Platte dicker zu machen. Dagegen ist eine weitere Sicherung der Ränder und Ecken notwendig. Die in anderen Ländern auf Grund langjähriger Erfahrungen gewählten Randverstärkungen und Fugendübel haben sich bei uns noch wenig eingeführt. Doch weisen die Versuchsergebnisse auf die Zweckmäßigkeit dieser Anordnungen hin.

Neben der Randverstärkung kann eine Auflagerung der Platten am Längsrande durch geeignete Ausbildung der für die Fahrschienen und Seitenstreifen als Unterbau dienenden Längsschwellen die Randbeanspruchungen herabmindern. An der Mittelfuge sind besondere Maßnahmen nicht nötig, wenn lastübertragende Scheinfugen ausgeführt werden.

b) Die Plattenlänge.

Die Plattenlänge wechselt je nach der Reibung der Platte auf dem Untergrunde zwischen 6 und 20 m. Bei geringer oder ungleichmäßiger Tragfähigkeit des Baugrundes werden 10 bis 12 m Länge auch bei kleiner Reibung nicht überschritten. Eine genaue Kenntnis der Reibung von Platten auf verschiedenen Bodenarten ist zur Bemessung der rissfrei bleibenden Plattenlänge erwünscht; die auf diesem Gebiete eingeleiteten Versuche sind noch nicht abgeschlossen. Vorläufig wird bei den Reichsautobahnen die schon erwähnte Sandrolischiicht auf festen Böden zur Verminderung der Reibung genügen. In engen Kurven müssen die Platten kurz gemacht werden, um Zwängungen in der Längsfuge zu vermeiden.

c) Die Plattenbewehrung.

Die Flächenbewehrung mit dünnstabigen Bewehrungsmatten zwischen Unter- und Oberbeton herrscht vor, obgleich wiederholt nachgewiesen wurde, daß sie ungeeignet ist. Als einziger Zweck einer Bewehrung in wirtschaftlich tragbaren Grenzen verbleibt das sogenannte „Verhären“ entstandener Risse, d. h. das Zusammenhalten gerissener Plattenteile. Hierfür sind Rundeißen mit 5 bis 6 mm Durchm. in Abständen von 15 bis 20 cm zu schwach, denn die Kräfte, die zum Bruch des ganzen Betonquerschnitts ausreichen, werden bei einer Wiederholung die schwachen Eisen dehnen und die Risse öffnen. Die Quereisen der Matten können kaum zur Wirkung kommen, weil bei Begrenzung der Plattenbreite auf 3,75 m durch Längsfugen erfahrungsgemäß keine Längsrisse

auftreten und damit erwiesen ist, daß der Beton allein zur Aufnahme der Momente in Querrichtung ausreicht. Bei richtiger Fugenanordnung können Risse nur durch Verkehrsbelastung entstehen. Sie sind also Biegerisse und beginnen stets oben oder unten am Plattenrande. Das Öffnen und Fortpflanzen solcher Risse kann deshalb nur durch sehr kräftige Randeißen verhindert werden, die mit einer Mindestbetondeckung von 3,5 bis 4 cm in der Zugzone des auf Biegung beanspruchten Plattenquerschnitts liegen. Da die Zugzone an den Plattenecken oben und im mittleren Teile des Längsrandes unten ist, müssen die Eisen entsprechend geführt werden. Rand- und Eckbewehrungen als Flächenbewehrung zwischen Ober- und Unterbeton (7 cm unter Oberfläche) erfüllen daher ihren Zweck nur mangelhaft, dagegen eignet sich die in einem früheren Aufsatz⁴⁾ vorgeschlagene räumliche Rand- und Eckbewehrung nach wie vor am besten und hat sich in beinahe zweijähriger Anwendung bei einschichtiger Bauweise unter Benutzung von Stampf- oder Rüttelverdichtern beim Einbau bewährt. Spannungsmessungen und Bruchbelastungen haben gezeigt, daß die damals 1 m lang gezeichneten diagonalen Eckeißen zu kurz sind. Eine Verlängerung auf 1,70 bis 2 m wäre nötig, sie erschwert aber den Einbau. Neuerdings hat man sich überlegt, ob die diagonalen Eckeißen nicht wegleiben können, wenn

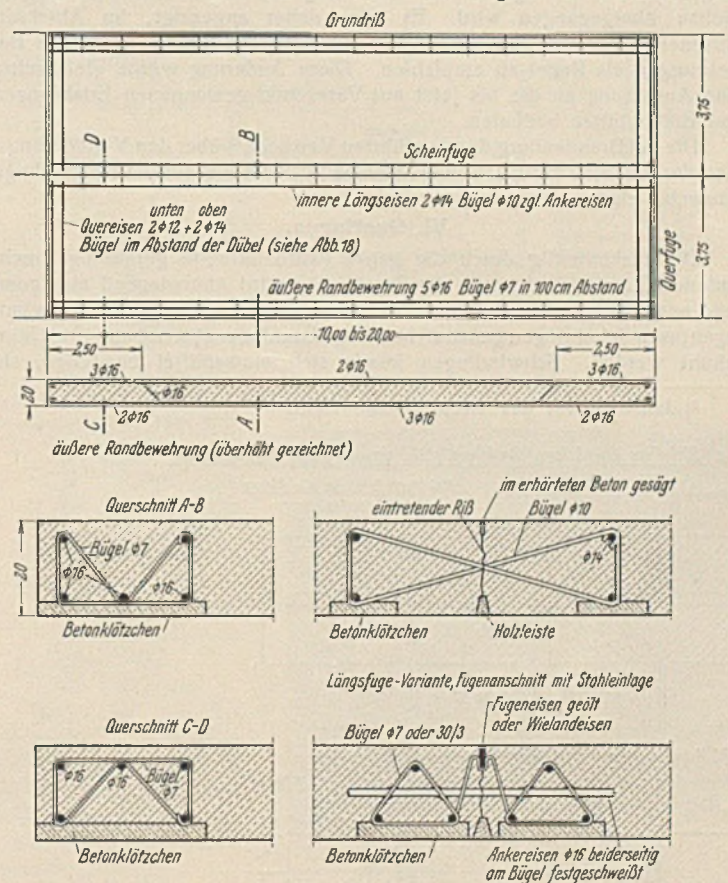


Abb. 11. Räumliche Randbewehrung.

genügend Eisen an den Rändern der Ecken oben liegen. Die in Abb. 11 dargestellte Randbewehrung ist entsprechend entworfen und wird einfacher und billiger als die frühere Bauart. Auf schlechtem Untergrund kann die Randbewehrung mit stärkeren Eisen auf eine breitere Randzone ausgedehnt werden. Kräftige Randbewehrungen können auch rissverhütend wirken, was aus den Ergebnissen der bei Stuttgart durchgeführten Belastungsversuche hervorgeht. Wird der Gefahr von Rand- und Eckrisse durch Randverstärkung sowie durch Überbrückung der Querschnitte begegnet, so kann bei gutem Baugrund auf eine Bewehrung verzichtet und die Herstellung der Platte damit vereinfacht werden.

d) Einschichtiger oder zweischichtiger Einbau.

In engem Zusammenhang mit der Bewehrung steht die Frage, ob der Beton einschichtig oder zweischichtig eingebracht werden soll. Auf den meisten Baustellen der Reichsautobahnen wird heute noch zweischichtig gebaut. Wie schon unter IV erwähnt, ist es nach heutigen Erkenntnissen falsch, den Unterbeton weniger zugfest zu machen als den Oberbeton. Zementersparnisse scheiden also aus. Zweierlei Mischungen haben nur dort Berechtigung, wo frostbeständige Zuschlagstoffe mit hohem Abnutzungs-widerstand wesentlich teurer sind als Zuschlagstoffe, deren Eigenschaften zur Erzielung hoher Betonfestigkeiten allein und damit für den Unterbeton genügen. Dagegen ist der zweischichtige Einbau teurer

³⁾ Dr. K. Walz, Die Nachbehandlung der Betonfahrbahn. Die Straße 1936, Heft 8, S. 244.

⁴⁾ Bautechn. 1935, Heft 22.

als der einschichtige, weil er annähernd die doppelte Baustelleneinrichtung und erhöhten Arbeitsaufwand erfordert. Bei einschichtigem Einbau müssen die unzuverlässigen Matten- oder Flächenbewehrungen verlassen und an ihrer Stelle — soweit überhaupt bewehrt werden soll — am Werkplatze fertig hergestellte räumliche Bewehrungen fest und unverschieblich eingebaut werden, die so entworfen sind, daß Nester- oder Hohlraumbildung ausgeschlossen ist.

Für die viele Millionen m² Fahrbahndecken, die für den Bau der Reichsautobahnen noch zu verlegen sind, ist die Maschinenindustrie bestrebt, Maschinen zu entwickeln, die den Einbau weiterhin verbilligen und die Güte verbessern. Der Weg ist klar vorgezeichnet: Die Vielzahl von Maschinen (mehrere Lorenzüge zur Beschickung von zwei Mischmaschinen, zwei Verteiler, zwei Fertiger usw.) und das viele Hinundherbewegen dieses Maschinenparks muß durch wenige Großmaschinen mit Fließbetrieb ersetzt werden. Außerdem muß die gleichzeitig im Bau befindliche Strecke wesentlich verkürzt werden, damit die Einflüsse plötzlich eintretender Regen und starker Sonnenbestrahlung weitgehend ausgeschaltet werden können. An der Konstruktion solcher Maschinen wird bereits gearbeitet. Diese für die Wirtschaftlichkeit und Güte bedeutsame Entwicklung ist aber nur möglich, wenn zu einschichtigem Einbau übergegangen wird. Es wäre daher angezeigt, im Abschnitt „Eiseneinlagen“ in den Richtlinien für Fahrbahndecken räumliche Bewehrungen als Regel zu empfehlen. Diese Änderung würde gleichzeitig eine Anpassung an die bis jetzt aus Versuchen gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse bedeuten.

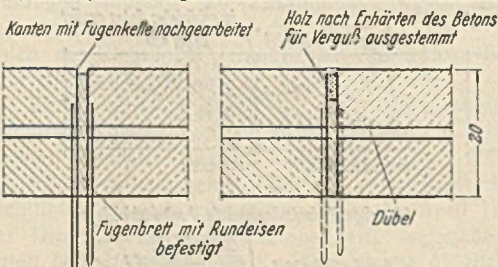
Die bei Brandenburg durchgeführten Versuche⁵⁾ über den Verdichtungsgrad der heutigen Fertiger zeigen, welche Systeme sich für die einschichtige Bauweise eignen.

VI. Querfugen.

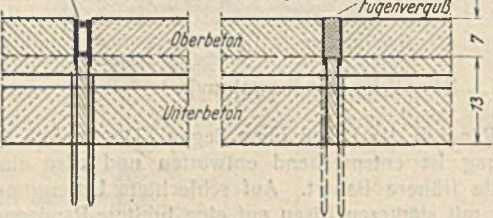
Die rechtwinklig durch die ganze Fahrbahnbreite geradlinig durchlaufende Querfuge ist heute die Regel. Sie wird überwiegend als Raumfuge ausgebildet. Durch Einschalten von ein bis zwei billigeren Schwindfugen (auch Scheinfugen genannt) kann der Raumfugenabstand auf 40 bis 50 m erhöht werden. Schwindfugen lassen sich einwandfrei herstellen, sie

⁵⁾ Jahrbuch für das Straßenwesen 1936.

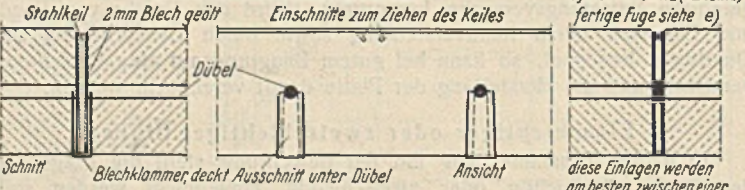
a.) *Finteilige Holzeinlage (durchfeuchtet) für ein- oder zweischichtigen Bau.*



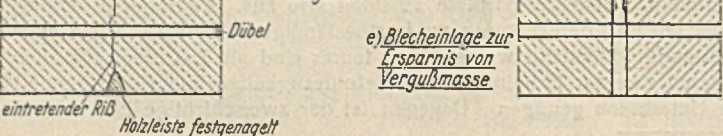
b.) *Holzeinlage mit Stahlreiter für zweischichtigen Bau. Wielandisen mit Mexphalt überzogen wird nach Anwärmen mit Dampf aus erhärtetem Beton gezogen.*



c.) *Stahleinlage, die auf ganze Höhe aus dem erhärteten Beton gezogen wird. (für ein- und zweischichtigen Bau)*



d.) *Schwindfuge*



e.) *Blecheinlage zur Ersparnis von Vergußmasse*

Abb. 12. Verschiedene Herstellungsarten von Querfugen.

benötigen weniger Vergußmasse, sind leichter zu verdübeln und werden stoßfreier befahren als Raumfugen. Je nach dem Raumfugenabstande ist die Fugenbreite zu bemessen. In deutschem Klima ist dabei eine höchste Bewegung von ± 3 mm für 10 m Plattenlänge einzusetzen. Entsprechend der Nachgiebigkeit der Fugeneinlage ist daraus die Fugenbreite zu bestimmen. In Abb. 12 sind die heute üblichen und zugelassenen Herstellungsarten zusammengestellt. Um das Absprengen der unteren Plattenkante bei Druck in der Fuge (starke Ausdehnung oder Längsgefälle) zu vermeiden, müssen die Fugen parallel und senkrecht ausgeführt werden (Abb. 13). Vor dem Vergleßen der Fugen wird neuerdings ein kräftig federndes Blech eingelegt (Abb. 12e), durch das Vergußmasse gespart und das Hochpressen von Wulsten vermindert wird.



Abb. 13. Absprengen der unteren Kanten bei Druckübertragung in konischen Fugen.

Eine bemerkenswerte Beobachtung wurde in diesem Frühjahr nach längerem Regen bei einer auf Lehm verlegten Fahrbahn gemacht. Durch die Fugen war Wasser eingedrungen, das den Untergrund aufweichte; beim Befahren dieser Platten wurde trotz Verdübelung Lehmbrühe an undichten Stellen der Fuge hochgepumpt. In kurzer Zeit wird dadurch die Lagerung der Platte an der Fuge so verschlechtert sein, daß Rissegefahr entsteht. Die gleiche Erscheinung hat in New Jersey zu einer sehr kostspieligen Raumfugenausbildung Anlaß gegeben⁶⁾, die das Eindringen

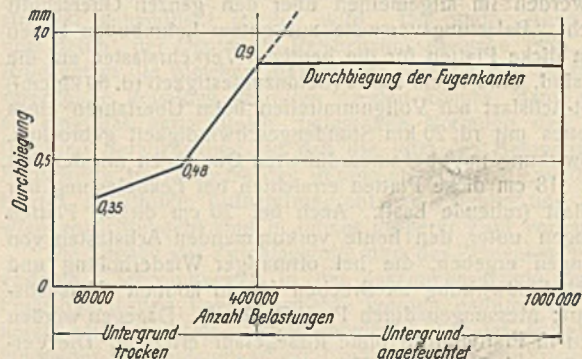
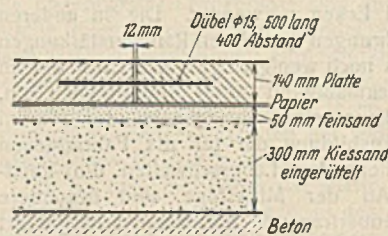


Abb. 14. Durchbiegungen der Kanten nebenstehender Fuge beim Rundlaufversuch.



Zu Abb. 14.

Befahren ausgeblasen. Wie die Durchbiegungen dadurch zugenommen haben, zeigt die Linie in Abb. 14. Nach 400 000 Belastungen wurde der Sand durchfeuchtet, das Hochblasen des Sandes hörte auf, und im weiteren Verlauf des Versuches haben die Durchbiegungen nicht mehr zugenommen. Solange die Fugenvergußmassen nicht bei jeder Witterung gut dichten, müßten die Raumfugen so ausgebildet werden, daß durch sie unabhängig vom Fugenverguß, kein Wasser nach dem Untergrund gelangen kann, und daß gleichzeitig durch den Verkehr keine feinen Teile vom Untergrund nach der Oberfläche gepumpt werden können. Der in den VStA beschrittene Weg, mit Blechfalten (meist in Verbindung mit der air cushion joint) zu dichten, scheltet vorläufig an der Rohstoffbeschaffung, weil sich nur Kupfer- oder Bleibleche eignen. Die als Fugenüberbrückung vorgeschlagene Querschwellen kann eine Rinne erhalten, die eindringendes Wasser ableitet (Abb. 15).

Wie weit in Amerika heute mit der Ausführung der Raumfugen gegangen wird, zeigt die in Abb. 16 u. 16a dargestellte Kalman Road Joint.

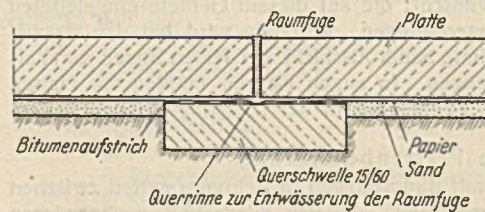


Abb. 15. Querschwellen als Fugenbrücke.

Wie weit in Amerika heute mit der Ausführung der Raumfugen gegangen wird, zeigt die in Abb. 16 u. 16a dargestellte Kalman Road Joint.

VII. Überbrückung der Querfuge.

Da bei den Autobahnen eine sehr große Lebensdauer der Beläge angestrebt wird, ist eine Überbrückung der Querfuge nicht nur bei schlechtem Baugrund nötig, sondern bei jedem Grund, der unter oftmals wieder-

⁶⁾ Eng. News-Rec. 1934, 6. September.

holten Durchbiegungen freier Plattenenden bleibend verformt wird. Ausgabeln für sachgemäße Fugenbrücken lohnen sich auf die Dauer.

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Fugenüberbrückung zu bewerkstelligen:

1. die Verdübelung,
2. die Querschwellen.

Die Verdübelung ist mehr erprobt als die Querschwellen und wird in anderen Ländern allgemein angewendet.

Sie bewirkt bei richtiger Bemessung:

1. eine Verringerung der Durchbiegungen und damit der Beanspruchungen der Plattenenden um mehr als die Hälfte,
2. eine Abminderung der Stöße beim Befahren,
3. eine Verzögerung der Verformung des Untergrundes, des Hohllegens der Plattenenden und damit der Gefahr der Eckabbrüche,
4. stufenlose Übergänge an den Fugen.

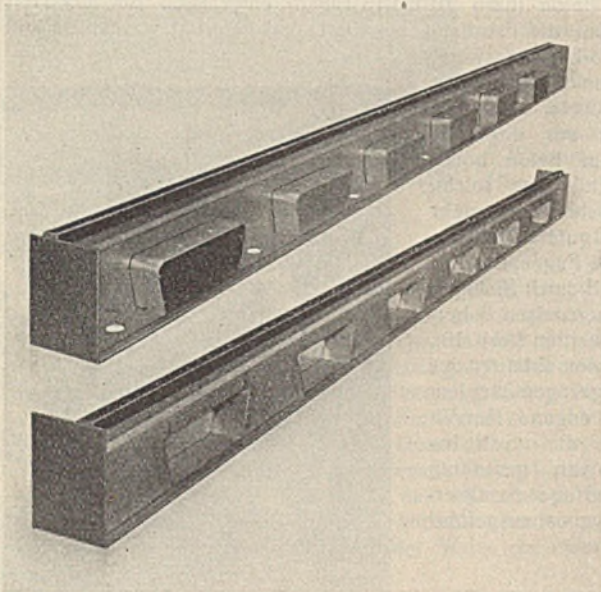


Abb. 16. Eine amerikanische Raumfuge (Kalman Road Joint).

Um die Längsbeweglichkeit der Platten sicherzustellen, müssen die Dübel genau parallel zur Straßenachse eingebaut und hälftig zwei- bis dreimal mit Öl oder Inertol gestrichen werden. Für den Einbau sind die Angaben der Richtlinien vorzüglich, wonach Dübel mit Zubehör auf dem Planum so aufzustellen sind, daß ein Mann auf sie treten kann, ohne ihre Lage zu verändern. Eine bewährte Bauweise in diesem Sinne gibt die Randbewehrung mit Bügeln (Abb. 17 a u. c), bei der die Dübel auf der einen Seite fest an die Bügel angeschweißt und auf der anderen Seite im Bügel geführt sind. Die Fugeneinlage wird durch Betonklötzchen oder durch an der Querbewehrung festgeschweißte Klemmbügel gehalten. Die Randbewehrung mit den Bügeln schützt den Betonrand gegen Scherrisse infolge der Dübelkräfte, setzt aber einschichtige Bauweise voraus.

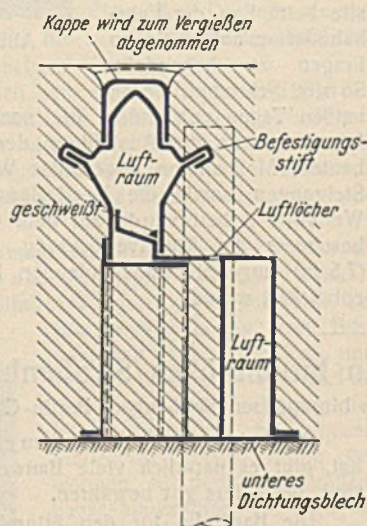


Abb. 16 a. Schnitt durch die „Kalman Road Joint“.

Die Dübelbefestigung mit hochkant gestellten Flacheisen, durch die die Dübel gesteckt und auf der einen Seite festgemacht sind, ist dann gut, wenn die Flacheisen auf stählernen Stühlchen oder auf fertigen Betonklötzchen, wie sie sonst im Eisenbetonbau üblich sind, in richtiger Lage festgehalten werden (Abb. 17b).

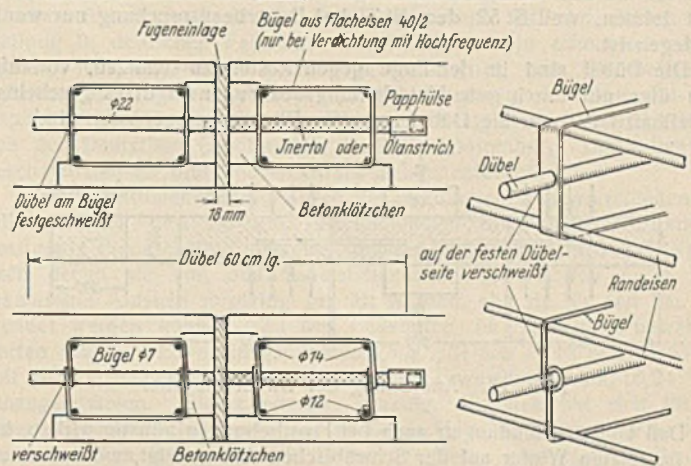
Die Dübel sollen so bemessen sein, daß

1. der Dübel bei Überbeanspruchung bricht und die Platte ganz bleibt,
2. keine bleibenden Verbiegungen unter den zulässigen Achslasten auftreten.

Die von Prof. Graf durchgeführten Dauerversuche haben gezeigt, daß die bei früheren Ausführungen eingebauten Dübel Durchm. 20 mm in 50 cm Abstand zu schwach waren. Die von Dr. Görner durchgeführten Berechnungen⁷⁾ haben zu dem gleichen Ergebnis geführt.

⁷⁾ Goerner, Statische Betrachtungen zur Querfugenverdübelung von Betonstraßen. Bautechn. 1936, Heft 1.

a.) Mit Hilfe der Randbewehrung. (Bügel und Randeisen verschweißt)



b.) Mit Flacheisen.

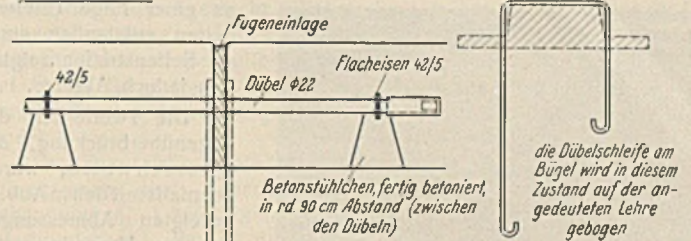


Abb. 17. Befestigung der Dübel beim Einbau.

- Für die Bemessung der Dübel ist maßgebend
1. die Größe der Verkehrslast,
 2. die Nachgiebigkeit des Untergrundes,
 3. die Fugenweite,
 4. die Widerstandsfähigkeit des Betons gegen Lochleibungsdruck und Scherkräfte,
 5. die Dübellänge.

Einige der bei den Versuchen ermittelten mittleren Tragfähigkeiten von Rundeseidübeln aus St 37 nach 1 Million Lastwechsel sind in Tafel 1 zusammengestellt.

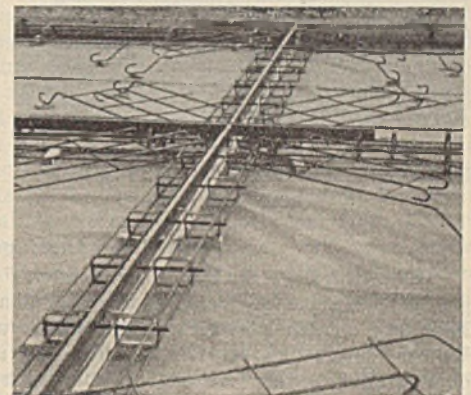


Abb. 17c. Dübeleinbau mit Hilfe der Randbewehrung.

Tafel 1.

	Dübel		Fugen-	Beton-	Trag-	Bel
	Durchm.	Länge	weite	festigkeit	fähigkeit	höherer Last
	cm	cm	cm	kg/cm ²	kg	Bruch im
1	2,0	40	1,2	400 bis 500	2200	Dübel
2	2,0	60	1,2	400 „ 500	2600	Dübel
3	2,5	60	1,2	400 „ 500	3300	Beton
4	2,2	60	1,0	400 „ 500	3200	Dübel
5	2,2	60	2,0	400 „ 500	1950	Dübel
6	2,2	60	3,0	400 „ 500	rd. 2100	Dübel

jedoch bleibende Formänderungen bis 2 1/2 mm

Die Versuchsanordnung ist aus Abb. 18 zu ersehen. Legt man eine größte Achslast von 10 t, eine einneinhalbfache Sicherheit und die geforderten Betonfestigkeiten von 400 kg/cm² zugrunde, so findet man, daß die Dübel bei 10 bis 12 mm Fugenweite, 30 cm (am Rande 15 und 20 cm) Abstand und 60 cm Länge mit 20 mm Durchm. in einer 20 cm dicken Platte ausgeglichen bemessen sind. Bis 20 mm Fugenweite werden Dübel Durchm. 25 mm bei sonst gleicher Anordnung ausreichen. Bei Schwindfugen, die sich meist nur 3 bis 4 mm weit öffnen, werden Dübel Durchm. 18 mm im Abstände von 30 bis 40 cm genügen. Es ist zweckmäßig, die Dübel an den Plattenrändern enger zu legen als in der Mitte (s. Richtlinien für Fahrbahndecken). Für die genaue Abhängigkeit der Dübel Durchmesser von der Fugenweite müssen weitere Versuche ab-

gewartet werden. Die Verwendung von St 52 für die Dübel wird sich nicht lohnen, weil St 52 dem St 37 bei Dauerbeanspruchung nur wenig überlegen ist.

Die Dübel sind in der Fuge gegen Rosten zu schützen, vorläufig kann dies nur durch gute Unterhaltung des Fugenvergusses geschehen. Vorteilhaft ist, wenn die Dübel selbst in Bitumen eingegossen sind.

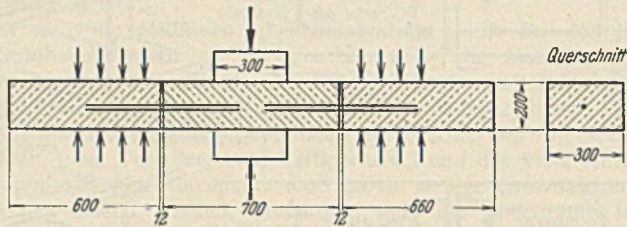


Abb. 18. Anordnung der Dübelversuche.

Daß Dübelverbindungen auch bei Frosthebungen günstig wirken, hat sich im letzten Winter auf der Schwäbischen Alb gezeigt, wo auf einem Damm aus fest eingestampftem Süßwasserkalk die Platten sich um 5 bis 6 cm gehoben haben und im Frühjahr in ihre ursprüngliche Lage zurückgekehrt sind, ohne daß an einer Fuge Unebenheiten entstanden sind; am Seitenstreifen zeigten sich jedoch Absätze.

Die zweite Art der Fugenüberbrückung, die Querschwellen, wurde ebenfalls mit den in Abb. 15 gezeigten Abmessungen auf der Versuchsstrecke bei Stuttgart eingebaut. Die gemessenen Spannungen auf den Platten bei Eckbelastung waren um 20 bis 40 % kleiner als ohne Fugenbrücke. Ob sie sich bewährt, bleibt abzuwarten, weil die Gefahr besteht, daß sie sich unter den Lasten im Laufe der Zeit mehr senkt als die Platten.

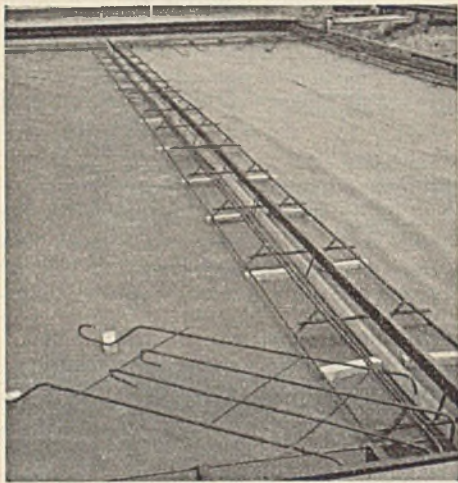


Abb. 19. Längsfuge als Scheinfuge; der obere Fugenanschnitt wird mit Fugeneisen hergestellt.

VIII. Die Längsfuge.

Eine Längsfuge in der 7,5 m breiten Fahrbahn wird allgemein angeordnet, sie hat aber eine andere Funktion als die Querfuge. In der Mittelfuge werden hauptsächlich Winkeländerungen ausgeglichen, die das Wölben der Platten bei Temperaturwechsel unschädlich machen. Trotzdem wurden seither meistens Raumbahnen ausgeführt. Erst in neuerer Zeit wird wegen der oft erwähnten Gefahr des Öffnens der Fuge, zur

Ersparnis von Vergußmasse und zur Vereinfachung der Herstellung die Scheinfuge mit Ankereisen vorgesehen (Abb. 11 u. 19). Als Ankereisen genügen Rundseile Durchm. 16 mm im Abstände von 0,8 bis 1,2 m oder entsprechende gekreuzte Bügel der Randbewehrung, die einfach einzubauen sind. Die Ankereisen müssen genau auf halber Höhe der Platte liegen, um die in der Längsfuge vor sich gehenden Winkeländerungen nicht zu behindern. Bei dieser Fugenart entstehen durch die gute Lastübertragung keine übermäßig hohen Randbeanspruchungen, auch sind ungleiche Setzungen entlang der Längsfuge unmöglich.

Neben dem oberen Fugeneinschnitt ist entgegen den amerikanischen Vorbildern das Einlegen einer unteren Holzleiste zweckmäßig, die den eintretenden Riß zu ungefähr senkrechtem Verlauf zwingt und die unteren Kanten vor Absprengungen schützt. Der obere Fugeneinschnitt (4 bis 5 cm tief, 0,6 bis 0,8 cm weit) wird am besten mit der in zweijährigem Betriebe bewährten Streicherschen Fugensäge (Abb. 20) in den erhärteten Beton (nach 10 bis 15 Tagen) eingesägt. Bei der Herstellung kann dann die Fahrbahn betoniert und gefertigt werden, als ob keine Fuge vorhanden wäre. Die Fugenkanten werden scharf, gerade, eben und bestehen aus ungestört erhärtetem Beton hoher Festigkeit. Eine solche Fuge kostet nicht mehr als eine gute Raumbahn. Der obere Fugeneinschnitt kann auch durch Einlegen von Fugeneisen hergestellt werden (Abb. 19), die nach dem Erhärten des Betons gezogen werden.

In engen Kurven müssen die Scheinlängsfugen geradlinig von Querfuge zu Querfuge polygonal ausgeführt werden.

Schlußbemerkung.

Es ist hier unmöglich, alle beim Bau der Fahrbahndecken aufgetretenen Fragen zu behandeln. So sind Schrumpfrisse an heißen Tagen entstanden, die noch nicht endgültig erklärt sind. Von Interesse wäre die Ausbildung der Decken am Übergang zu Brückenbauten, Maßnahmen gegen das Wandern der Platten in Kurven und Steigungen, sowie die Herstellung der Betonfahrbahnen auf Brücken. Wertvolle Arbeit wurde auf dem Gebiete der Baumaschinen geleistet, besonders die Rüttelverdichtung mit über die ganze Fahrbahnbreite (7,5 m) ungeteilt durchlaufenden Hochfrequenzschwingbohlen ist hoch entwickelt worden.



Abb. 20. Sägen von Fugeneinschnitten im erhärteten Beton.

Alle Rechte vorbehalten.

Zeitgemäße Baustoffe für den bituminösen Straßenbau.

Von Dr. von Skopnik, Speziallaboratorium für den bituminösen Straßenbau, Berlin-Charlottenburg.

Über dieses für den Straßenbau wichtige Gebiet habe ich in der „Bautechnik“ bereits im Jahre 1930¹⁾ berichtet. In den seitdem verstrichenen sechs Jahren sind die Baustoffe für den bituminösen Straßenbau durch wissenschaftliche und praktische Forschung weitgehend verbessert und dem neuzeitlichen Verkehr angepaßt worden. Wenn man das einschlägige Fachschrifttum²⁾ verfolgt und die Stadt- und Landstraßen im Kraftwagen bereist, so wird jeder an der gleichmäßigen, ebenflächigen, schlaglochfreien Beschaffenheit der meisten bituminösen Straßen den Fortschritt, der durch diese Arbeiten erreicht wurde, begreifen, und man wird erkennen, daß der bituminöse Straßenbau für den Ausbau des deutschen Straßennetzes unentbehrlich geworden ist. Die bituminösen Bauweisen werden leicht allen straßenbautechnischen Anforderungen gerecht, da sie ein großes Anpassungsvermögen an jede Art und Stärke des Verkehrs besitzen.

Wichtig ist aber vor allem, daß Deutschland für den bituminösen Straßenbau über Rohstoffe in ausreichenden Mengen und bester Qualität verfügt sowie technisch vorzüglich eingerichtete Anlagen besitzt, in denen aus den eingeführten ausländischen Rohstoffen veredelte Baustoffe erzeugt werden können, die z. T. wieder im Auslande als deutsches Fertigerzeugnis abgesetzt werden.

¹⁾ v. Skopnik, Bautechn. 1930, Heft 7, S. 100 bis 102.

²⁾ v. Skopnik, Erfahrungen im bituminösen Straßenbau. Zeitschrift Teer u. Bitumen 1930, Heft 19/20; 1931, Heft 25/27; 1932, Heft 31/34; 1934, Heft 4/5; 1935, Heft 10/12 und 1936, Heft 10/12.

Da der bituminöse Straßenbau eine vielseitige Verwendungsmöglichkeit hat, gibt es natürlich viele Bauweisen, die sich dort, wo sie am Platze sind, besonders gut bewähren.

Die Baustoffe für den bituminösen Straßenbau bestehen aus etwa 90 und mehr %, je nach der Art der Bauweise, aus Mineralien. Diese mineralischen Baustoffe, sei es Diabas (Grünstein), Basalt, Quarzporphyr usw., ferner Sande und Füllstoffe verschiedener Herkunft, werden jetzt in geeigneter Form von der Steinindustrie für den bituminösen Straßenbau so geliefert, daß die minderwertigen Bestandteile, wie Verwitterungserzeugnisse, Zerfallstoffe, Lehm usw., die früher des öfteren zur raschen Zerstörung der Straßendecke Anlaß gaben, von vornherein ausgeschlossen werden und daher nicht mehr beim Bau in die Straße gelangen. Beim Basalt wird beispielsweise auf Vorhandensein von Sonnenbrenner (Abb. 1) hin untersucht und die kranken Teile durch wissenschaftliche Prüfung erkannt, so daß hierdurch dem bituminösen Straßenbau kein Schaden erwachsen kann. Die für den bituminösen Straßenbau gut verwendbare Hochofenschlacke wird durch einfache Prüfung auf ihre Brauchbarkeit für den Straßenbau kontrolliert.

Man hat in den letzten Jahren erkannt³⁾, daß die Druckfestigkeit eines Minerals nicht von so ausschlaggebender Bedeutung als Wert-

³⁾ Krüger, Mitteilungen der Auskunft- und Beratungsstelle für Teerstraßenbau, 1936, Heft 2.

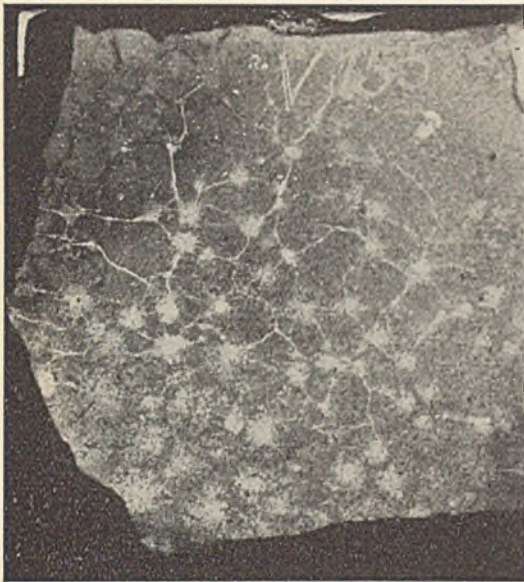


Abb. 1. Sonnenbrenner eines Basaltes (für den Straßenbau unbrauchbar).

bestimmung für ein Gestein für den bituminösen Straßenbau ist, wie man früher glaubte, sondern man prüft heute neben der Druck- und Schlagfestigkeit die Verschleißhärte, Kantenfestigkeit, Frost- und Wetterbeständigkeit und vor allen Dingen das Verhalten gegen die zu verwendenden bituminösen Bindemittel durch die Verfahren von Riedel-Weber und durch Umhüllungsversuche mit nachfolgender Wasserlagerung. Hierdurch bekommt man wichtige Aufschlüsse über die Eignung der Mineralien besonders für den bituminösen Straßenbau. Der Splitt und Grus, der für den bituminösen Straßenbau verwendet wird, muß nach den neuesten Anschauungen eine geeignete Form besitzen, um nach der Umhüllung mit dem bituminösen Bindemittel ein möglichst gut in sich verankerndes Steingerüst zu erzeugen. Er darf daher keine größeren Mengen an plattigen Bestandteilen enthalten, die unter der Walze zermahlen und zur Kornverfeinerung sowie Abmagerung der Decke führen, wodurch ein schneller Zerfall eintreten kann. Dieser sogenannte „Edelsplitt“, der fast ausnahmsweise in den letzten Jahren für den bituminösen Straßenbau verwendet wird, hat eine unregelmäßige kubische Form und scharfe, feste Kanten. Er fügt sich leicht unter der Walze zu einer fest geschlossenen Masse zusammen.

Ebenso wie man in den letzten Jahren bestrebt war, das Steinmaterial zu verbessern und dem Verwendungszweck anzupassen, hat man auch die Zusatzstoffe, wie Füller⁴⁾, Sande für hochwertige Decken, studiert und verwendet nur noch solche Stoffe, die auf Grund wissenschaftlicher Prüfung und praktischer Erfahrung geeignet erscheinen.

Am eingehendsten hat man sich mit den bituminösen Bindemitteln befaßt, da man, wenn sie sich auch nur in geringem Prozentsatz in der Decke befinden, in ihnen den wichtigsten Bestandteil der bituminösen Straßen erkannt hat. Sie sollen das Steingerüst fest zusammenkleben und die Decke vor dem Eindringen des Wassers von unten und oben schützen.

Aus den beiden bituminösen Hauptgrundstoffen, dem Bitumen als Erzeugnis des Erdöls, und dem Straßenteer, der aus der Steinkohle gewonnen wird, hat man für den Straßenbau, teils durch geeignete Zusammenmischungen von Bitumen mit Teer, Teerölen und anderen Stoffen, teils durch Präparierung, wie Zerlegung der feinst verteilten bituminösen Stoffe in Wasser, Stoffe gewonnen, mit denen der Straßenbauer einwandfreie Straßen für sämtliche Verkehrsarten bauen kann.

Das Bitumen, das aus rein deutschem Erdöl gewonnen wird, wird in den Anlagen der Deutschen Petroleum AG, der Deutschen Gasolin AG und schließlich in der Raffinerie Salzbergen (Wintershall AG) hergestellt und findet im deutschen Straßenbau in den verschiedensten Formen als reines Bitumen verschiedenster Weichheitsgrade, als Verschnittbitumen, in Mischung mit Straßenteer und als Bestandteil der Straßenbau-

Emulsionen vielfach Verwendung. Besonders gern wird das aus dem bitumenreichen mexikanischen Erdöl gewonnene Bitumen, dessen Herstellung in deutschen Fabriken vor sich geht, wie schon seit vielen Jahren, im bituminösen Straßenbau verarbeitet, und die bekannten Fabrikate der Ebano-Asphalt-Werke AG, Hamburg, der Mineralöl- und Asphaltwerke AG, Hamburg, der Rhenania-Ossag, Hamburg, und schließlich der Deutschen Gasolin AG, Berlin-Charlottenburg, sind allgemein geschätzt und im bituminösen Straßenbau unentbehrlich.

⁴⁾ Herrmann, Tätigkeitsbericht, herausgegeben im Jahre 1931 und 1932, S. 32 ff.

Da die Bitumensorten, je nach der Fabrikation, sehr verschieden ausfallen können und für die verschiedensten Straßenbaukonstruktionen bestimmte Eigenschaften aufweisen müssen, liegen Vorschriften (DIN) vor, nach denen sie von den Spezialstraßenbau-Laboratorien unter fachmännischer Aufsicht sorgfältig geprüft werden, ehe sie für den Bau verwendet werden können. Zu den bekannten, im Straßenbau bewährten Sorten mit den Erweichungspunkten 25/30, 31/35, 36/40 und 41/45° ist seit 1932 noch eine weitere Sorte, die den Erweichungspunkt 16/24° hat, hinzugekommen. Dieses weiche, ölhaltige Bitumen hat sich für die Oberflächenbehandlung sehr gut in Deutschland eingeführt, da es leicht zu verarbeiten ist, gut in die Poren der Decke eindringt und den Abdecksplitt bzw. -grus leichter bei Abkühlung bindet als die härteren ölärmeren Sorten.

Eine große Entwicklung haben aber die Straßenbau-Emulsionen (Kaltasphalte) durchgemacht. Während sie früher allgemein nur für Oberflächenbehandlung und für Flickarbeiten verwendet wurden und daher nur eine Emulsionsart (schnellbrechend) benötigt wurde, hat man neuerdings auf Grund jahrelanger Versuche Emulsionstypen geschaffen, die für die verschiedensten Anwendungsgebiete im bituminösen Straßenbau geeignet sind⁵⁾.

Die Bauverfahren, die man heute erfolgreich mit Emulsionen ausführen kann, sind: Oberflächenbehandlungen, verstärkte Oberflächenbehandlungen, Tränkdecken, Mischdecken, Einstreudecken und Bodenmischverfahren. Ferner dienen sie aber auch zur Herstellung von Emulsionsmörtel, für Flickzwecke, zum Ausgleich von Steinpflaster, als Fugenverschluß von Großpflaster, Reihenpflaster und Kleinpflaster, aber auch im Betonstraßenbau (z. B. bei den Reichsautobahnen), für Flugplätze, Versammlungsplätze, Radfahr- und Fußwege, Bahnsteige, Wohn- und Wirtschaftswege in Siedlungen und schließlich zur Aufrauung glatter Fahrbahnen. Es wurde daher im November 1935 ein Merkblatt über die Verwendung von Bitumen-Emulsionen bei der Herstellung von Straßenbefestigungen von der Forschungsgesellschaft für das Straßewesen herausgegeben, das sich mit dem Wesen und Eigenschaften, mit den verschiedensten Arten der Bitumen-Emulsionen, wie den schnellzerfallenden Emulsionen, deren Zerfall durch Brechung am Gestein eintritt, und langsam zerfallenden Emulsionen, die wieder untergeteilt werden in halbstarile Emulsionen, bei denen der Vorgang der Brechung durch Einwirkung eines der Emulsion zugefügten Stoffes (des Stabilisators) verzögert wird, und in stabile Emulsionen, deren Zerfall entweder in der Hauptsache durch Verdunstung des Wassers und in geringem Umfange durch Brechen oder ausschließlich durch Verdunsten des Wassers eintritt. Für die Prüfung der Beschaffenheit der Emulsionen sind DIN 1995 (1934), die seiner Zeit für die schnellbrechenden Emulsionen ausgearbeitet wurden, maßgebend. Von den prüfenden Speziallaboratorien werden daher meist Zusatzprüfungen vorgenommen, die sich an die Eigenart der Emulsionen anlehnen.

Noch zu erwähnen ist ferner eine sehr kältebeständige Emulsion, Colas F, die bei Kältegraden von unter -30° einfriert, aber nach dem Auftauen nicht die geringste Veränderung zeigt (mikroskopische Prüfung).

Abb. 2 bis 4 geben Bauweisen wieder, die unter Verwendung von stabilen Emulsionen ausgeführt sind. Man erkennt daraus, wie sich diese langsam brechenden Emulsionen (beispielsweise Vialit H der



Abb. 2. Radfahrweg. Bodenvermörtelung. Kies mit Vialit H.

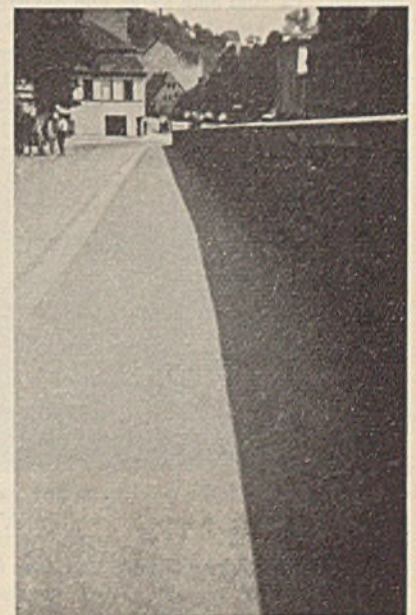


Abb. 3. Bürgersteig (Fußgängerweg). Bodenvermörtelung. Sand mit Vialit H.

⁵⁾ Kaltasphalt in seinen verschiedenen Anwendungsgebieten, 1934, vom Reichsverband der deutschen Kaltasphaltunternehmungen e.V., und Beitrag zur Systematik der Bitumen-Emulsionen von Dr.-Ing. A. Stellwaag, 1936, Reichsverband der deutschen Kaltasphaltunternehmungen.

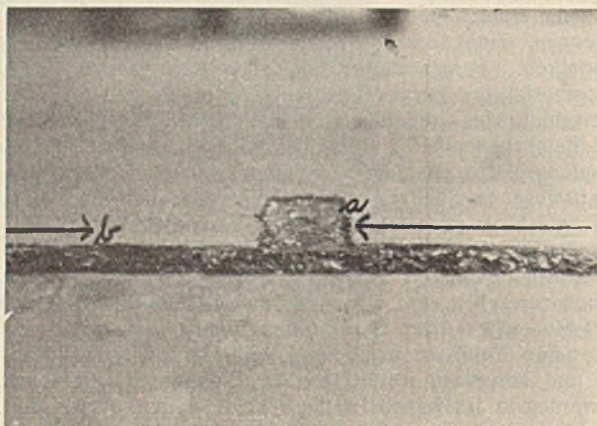
deutschen Vialit-Gesellschaft m. b. H., Beuel und Fürstenberg/Oder) für Bauzwecke eignen, bei denen früher die Verwendung von Emulsionen nie in Frage kommen konnte.

Für die Erhaltung im Zerfall begriffener bituminöser Straßendecken war es notwendig, leicht flüssige, bituminöse Regenerierungs-



Abb. 4. Schulhof (Bodenvermörtelung). Kies und Sand mit Vialit H.

mittel zu finden, die auf das verhärtete, nicht mehr klebkräftige bituminöse Bindemittel der alten Straßendecken lösend wirken und sie regenerieren, sowie der im Laufe der Jahre abgemagerten, brüchig und rissig gewordenen Decke in geringen Mengen normales bituminöses



Man erkennt die fehlerlose Oberfläche der Vialoldecke an dem viereckigen Aufbruch, die Stärke der neu gebildeten Verschleißschicht (a) und an dem Längsaufbruch (b) die regenerierende Wirkung des Vialolöls auf die alte verhärtete bituminöse Decke.

Abb. 6. Aufbruch einer mit Vialol behandelten Decke.

Bindemittel an der Oberfläche zuführen und so die Straße bis zur vollständigen Erneuerung vor dem Zerfall schützen und „automobilfähig“ machen. Es sind eine Reihe von derartigen Stoffen im Handel, von denen



Abb. 7. Landstraße vor der Behandlung mit Vialit-Verschnittbitumen (Einbau im Herbst 1933, Aufnahme im Februar 1934).

das bekannteste das „Vialol“ ist⁶⁾, das fast ausschließlich für diese Zwecke verwendet wird.

Abb. 5 u. 6 zeigen die ins Auge springende Wirkung dieses Präparates.

⁶⁾ v. Skopnik, Asph. Teer 1933, Heft 29.

Weitere Bestrebungen, insbesondere, um Bitumensplitt in ortsfesten Anlagen herzustellen und nach kurzer oder längerer Lagerzeit kalt einbauen zu können, führten zur Herstellung von Verschnittbitumen⁷⁾.



Abb. 5. Rissige Straßendecke, für Vialolbehandlung geeignet.

Mit dem Verschnittbitumen, das aus einem ölarmen Bitumen und bestimmten Teerölen hergestellt wird, läßt sich Splitt bei niedrigen Wärmegraden (70°) umhüllen. Das so hergestellte bituminöse Mischgut ist versandfähig und läßt sich kalt verarbeiten. Nach dem Einbau und Abwalzen erhält man sofort festverklebte Decken, die später mit einem Porenabschluß versehen werden und sich in der Praxis sehr gut bewährt haben. Auch für dieses neue bituminöse Bindemittel wurden erstmalig im Jahre 1933 Untersuchungsvorschriften geschaffen und werden zur Zeit durch Forschungsarbeiten, mit denen sich die Forschungsgesellschaft für Straßenwesen befaßt, noch weiter ausgearbeitet. Die bekanntesten Marken der Verschnittbitumensorten sind Shelmac, Ebanol, das Verschnittbitumen der Deutschen Vialitgesellschaft m. b. H. und das der Deutschen Petroleum AG, Berlin.

Abb. 7 u. 8 zeigen eine Straße vor und nach der Behandlung mit Verschnittbitumen.

Als ein sehr wichtiges Straßenbaubindemittel ist auch der deutsche Naturasphalt⁸⁾ anzusprechen, der in Deutschland als Asphaltkalkstein in größeren Mengen sich vorfindet. Nach Beimischung von weichen Erdölbitumensorten und Splitt werden Beläge für Landstraßen hergestellt (viel in braunschweigischen Landstraßen eingebaut⁹⁾).

Die Verwendung des Straßenteers (Kokerei- und Gasanstaltsteer) hat erfreulicherweise Fortschritte gemacht. Man war bestrebt, die Anzahl der Standard-Straßenteersorten möglichst zu vermindern, um dem Straßenbauer die Auswahl und dem Fabrikanten die Herstellung zu vereinfachen. Nach Ansicht der Fachleute¹⁰⁾ sind zwei Gesichtspunkte maßgebend, nach denen sich die Wahl eines Straßenteers richten muß, nämlich die

⁷⁾ Westmeyer, Über die Verwendung von Verschnittbitumen im praktischen Straßenbau und die an ihre Beschaffenheit und Bewährung zu stellenden Anforderungen. Halle/Saale (1934), Verlag Boener. —



Abb. 8. Landstraße nach der Behandlung mit Vialit-Verschnittbitumen (Einbau im Herbst 1933, Aufnahme im Februar 1934).

Herrmann, Tätigkeitsbericht, herausgegeben 1934, S. 40 bis 44. — v. Skopnik, Jahrbuch für das Straßenwesen in Österreich, 1934, S. 114 bis 119.

⁸⁾ Bösenberg, Die Straße 1935, Heft 20, und Asph. Teer 1935, Heft 10.

⁹⁾ Moll, Der Straßenbau 1933, Heft 19.

¹⁰⁾ Mitteilungen der Auskunft- und Beratungsstelle für Teerstraßenbau 1936, Heft 3.

Art der Bauausführung und die Jahreszeit, in der die Arbeiten durchgeführt werden sollen. Da der Straßenbauer sich hauptsächlich nach der Viskosität richtet, werden die Sorten der Teere mit Viskosität angegeben, die einerseits im Frühjahr und Herbst, andererseits im Sommer für die Verarbeitung zu empfehlen sind, und zwar für Bauweisen, die in Deutschland im Teerstraßenbau hauptsächlich angewendet werden, wie Oberflächen-teerung, Teertränkmakadam und Teermischmakadam sowie Teerbeton. Man ist daher bestrebt, das Teerbindemittel der Bauweise genau anzupassen, um erstklassige Decken zu erhalten.

Durch geeignete Zusätze sucht man die Straßenteere zu verbessern, um ihnen erhöhte Klebkraft, erhöhte Witterungsbeständigkeit und erhöhte Widerstandsfähigkeit trotz Rauheit der Decke zu geben. In der Praxis



Abb. 9. Aufrauhung mit Irga-Rauhmasse:
Berlin, Friedrichstraße, Ecke Puttkamerstraße.



Abb. 10.
Aufrauhung mit Irga-Rauhmasse: Berlin, Saarlandstraße.

haben sich die Zusätze von ölarmen Bitumen (15 bis 20%) und anderen Sonderstoffen eingebürgert und bewährt, von denen besonders die Irga-Rauhmasse¹¹⁾ und die Irga-Teerprodukte¹²⁾ zu erwähnen sind. Durch Verwendung dieser Zusatzstoffe bzw. Sonderpräparate erhält man, wie die Praxis bewiesen hat, besonders gut griffige und langlebige Decken.

Abb. 9 u. 10 zeigen Aufrauhungen von Berliner Stadtstraßen mit Irga-Rauhmasse.

Für Ausbesserungszwecke bedient man sich mit Erfolg des Kaltteers¹³⁾. Dies sind meist Normenteere, denen ein geringer Prozentsatz an leichtledenden Ölen (7 bis 10%) zugesetzt wurde. Derartige Teere lassen sich kalt ohne große Apparatur verarbeiten und schrecken beim

¹¹⁾ v. Skopnik, *Asph. Teer* 1936, Heft 19.

¹²⁾ Geißler, *Asph. Teer* 1935, Heft 18.

¹³⁾ Mallison und Geißelbrecht, *Teerstraßenbau* 1933. *Chemie und Physik des Straßenteers*, S. 110 bis 113; v. Skopnik, *Asph. Teer* 1930, Heft 35.

Auftreffen auf das Steingerüst nicht wie Heißteere ab, sondern sie behalten für eine kürzere Zeit ihren Flüssigkeitsgrad. Sie besitzen auch ein ausgeprägtes Durchdringungsvermögen für staubiges und schwach feuchtes Gestein. Für die Beschaffenheit und Prüfung dieser Teerpräparate bestehen seit 1932 Vorschriften¹⁴⁾.

Füllerteere, die in Frankreich viel verwendet werden, haben sich in Deutschland noch nicht eingebürgert. Weniger als in früheren Jahren werden Teeremulsionen im bituminösen Straßenbau verwendet, da man in dem Kaltteer für Flickarbeiten auch im Winter¹⁵⁾ ein gutes kalt verarbeitbares Teerbindemittel gefunden hat.

Den besten Beweis für den Fortschritt und die Güte der Baustoffe für den bituminösen Straßenbau hat aber die Praxis geliefert, da man in

den letzten Jahren besonderen Wert darauf legte, nicht allein bestes Material für den bituminösen Straßenbau zu verwenden, sondern auch die Stoffe, wie die Art des Gesteins zur Art des Bindemittels und die Menge des Bindemittels zur Größe des Gesteinkorns, genau abzustimmen, sowie das Mineralkorn zur Erreichung standfester, wellenfreier Decken genau abzustufen.

Bei richtigem Einbau, geeigneter Bauweise mit genormten Materialien sind daher heutzutage die gebauten Asphalt- und Teerstraßen so beschaffen, daß die Forderung, die man an die neuzeitlichen Straßen stellen muß:

neben Verkehrssicherheit große Haltbarkeit,
für jede Art des Verkehrs erfüllt ist.

¹⁴⁾ S. auch „Wie prüft man Straßenbaustoffe?“ S. 95 bis 103. *Allgemeiner Industrie-Verlag G. m. b. H.* 1932,
¹⁵⁾ Caroselli, *Asph. Teer* 1934, Heft 3.

Alle Rechte vorbehalten.

Geräte für den maschinellen Straßenbau.

Von Fr. Riedig, VDI, Zeulenroda (untere Haardt).

Durch das Straßenbauprogramm, das die Reichsregierung vor einigen Jahren verkündete und dessen Durchführung jetzt in vollem Gange ist, sind Aufgaben entstanden, die über das sonst gewohnte Maß weit hinausgehen. Es sind doch nicht nur die bestehenden Straßen zu erneuern, zu verbessern und auszubauen, sondern auch neue Straßen zum ausschließlichen Befahren mit Kraftfahrzeugen anzulegen. Wenn auch andere Länder für den Bau der Reichskraftfahrbahnen gewisse Vorbilder boten, so sind diese trotzdem nicht oder nur beschränkt für unsere Verhältnisse zu gebrauchen, weil bei uns die Verhältnisse besonders in sozialer Hinsicht ganz andere sind. Es galt, nicht nur rein technische Fragen zu lösen, sondern auch möglichst viele Arbeitskräfte beim Bau der Straßen selbst und in den vom Straßenbau beeinflussten Industrien unterzubringen. Die Straßenbau- und die Baumaschinenindustrie wurden plötzlich vor eine Unmenge neuer Aufgaben gestellt und mußten bei deren Lösung Wege gehen, die bisher unbekannt waren. In Amerika z. B. baut man die Straßen rein fabrikmäßig, wobei die menschliche Arbeitskraft weitgehend ausgeschaltet wird. Bei uns dagegen müssen die Güte und Wirtschaftlichkeit der Maschinenarbeit ebenso in Rücksicht gezogen werden wie die Beschäftigung einer möglichst großen Zahl von Arbeitskräften. Unter diesem Gesichtspunkte ist bei uns der Straßenbau zu betrachten. Die verwendeten Maschinen sind daher keine Riesenanlagen, sondern einzelne, mehr oder weniger kleine Einrichtungen, die aber hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Leistungsfähigkeit und Güte des Erzeugnisses ein Höchstmaß an technischer Leistung darstellen.

Aushubgeräte.

Vielseitige Verwendbarkeit und Handlichkeit bestimmen die Bauart der Aushubgeräte, die im kleinen und mittleren Umbauföhlbagger mit 0,3 bis 1,2 m³ Löffelinhalt eine Lösung gefunden zu haben scheint. Der

Wettbewerb, der sich auf diesem Gebiete entspann, führte zu den verschiedenen baulichen Durchbildungen und Abmessungen der Bagger. Schweißungen der Stahlbau- und Getriebeteile ergaben nicht nur eine höhere Festigkeit der einzelnen Teile, sondern auch beachtliche Gewichtsersparnisse am ganzen Gerät¹⁾. Die Entleervorrichtungen des gewöhnlichen Hochlöffels oder des Tieflöffels²⁾ sind so durchgebildet worden, daß sie allen Anforderungen entsprechen. Auf die Steuerung der Getriebeteile, die mittelbar (Druckluft) oder unmittelbar (Einzelhebel) geschehen kann, wurde Wert gelegt, um dadurch die Leistungsfähigkeit der Geräte zu steigern³⁾. Abweichend von den mittleren und großen Baggern entstanden die kleinen 0,3-m³-Umbaubagger von Orenstein & Koppel AG⁴⁾ oder des Eisenwerks Weserhütte AG (Abb. 1), mit denen Arbeiten geringen Umfangs in wirtschaftlicher Weise ausgeführt werden können. Weiter führte der Bedarf an Baggern mittlerer Größe (0,6 m³) zu neuen Bauarten, z. B. der R. Dolberg AG⁵⁾ oder des Eisenwerks Weserhütte AG. Als Energiequelle herrscht bei allen Umbaubaggen der Rohölmotor vor, dessen Vorzüge in der Unabhängigkeit von einem Dampferzeuger, der Einsparung eines Heizers, der ständigen Betriebsbereitschaft und des wesentlich geringeren Betriebsstoffgewichts (Verhältnis 1 : 60) liegen.

Fördereinrichtungen.

Über größere Strecken fördert man den gelösten Boden ausschließlich im Zugbetrieb, wobei auch wieder der Rohölmotor in steigendem

¹⁾ Elektroschweißung 1936, Heft 4, S. 61 bis 64.

²⁾ Bautechn. 1936, Heft 21, S. 285.

³⁾ Bautechn. 1934, Heft 54, S. 728.

⁴⁾ Bautechn. 1935, Heft 21, S. 267.

⁵⁾ Bautechn. 1936, Heft 18, S. 256.

Maße Eingang findet. Lokomotiven von 600 mm Spur mit kompressorlosen Dieselmotoren und teilweise in ventilloser Zweitaktbauart sind fast ebenso häufig wie die früher allein verwendeten Dampflokomotiven. Als Wagen sind 1-m³-Muldenkipper bei 600 mm Spur oder 2-m³-Fahrzeuge bei 900 mm Spur am verbreitetsten. Gelegentlich setzt man auch größere Selbstentlader (5 m³) der Bauart Krupp oder Orenstein & Koppel ein.



Abb. 1. Umbau-Kleinbagger in der Form als Greifbagger.

Inhalt des Greifers 0,28 m³. Geschweißte Bauart.
Zwei einstellbare Fahrgeschwindigkeiten.
Antrieb durch Verbrennungsmotor 42 PS Leistung.

Für Förderungen über kleine Strecken sind in den neuen fahrbaren Förderbändern brauchbare Hilfsmittel entstanden. Nicht nur das Fahrwerk wurde durch luftbereifte Räder, sondern auch die Höhenverstellvorrichtung des Abwurfendes wurde durch leicht bedienbare Getriebe den Bedürfnissen auf den Baustellen angepaßt. An dem neuen fahrbaren Förderbande der Bleichert-Transportanlagen G. m. b. H. (Abb. 2) z. B. geschehen das Heben und das Senken des Abwurfendes durch eine frostsichere Druckwassereinrichtung.

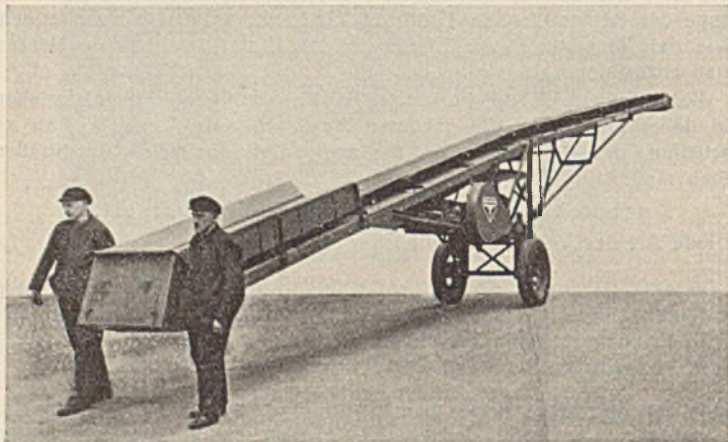


Abb. 2. Fahrbares Förderband mit Druckwasser-Verstelleinrichtung des Abwurfendes.

Antrieb durch Rohölmotor im Fahrgestell, Keilriemen und zwei Trommeln.

Verdichtungsgeräte.

Bei den heutigen Straßenbauten kann man die natürliche Setzung loser Schüttungen nicht abwarten, so daß der Einsatz von Geräten, die die Verdichtung vornehmen, nötig wird.

Bisher war allgemein das Walzen üblich. Die Beobachtungen und Erfahrungen erwiesen jedoch, daß die üblichen Zweiradwalzen mit 3/7 und 4/7 Gewichtsverteilung die Verdichtung nur unvollkommen ausführen. Beim Fahren weicht der lose Baugrund aus, und die sich bildenden Wellen werden schließlich beim weiteren Befahren so weit verdichtet, daß die Walze darüber hinwegfährt und der Wellenberg bestehen bleibt. Eine ebene, verdichtete Fläche erreicht man nicht. Diese Erscheinung führte zu neuen Bauarten von Walzen. Bei der einen Bauart von J. Kemna (Abb. 3) ist man dazu übergegangen, die Vorderwalzen weitgehend zu entlasten und den Druck hauptsächlich auf die Hinterwalzen zu verlegen. Da die Vorderwalzen nur ein Tastrad darstellen, wird der eigentliche Walzdruck von den Hinterwalzen (1,4 m Durchm.) ausgeübt, die nicht nur Wellenbildungen weitgehend vermeiden, sondern auch unwegsames Gelände (Schüttungen usw.) mit Sicherheit befahren. Die andere Bauart gleicht etwa entstehende Wellen durch ein Paar starre Zusatz-

walzen aus (Fünfradwalze⁹). Die sonst für Verdichtungen heute öfters verwendeten Einradwalzen haben geringeres Gewicht¹⁰) und kommen daher zum Verdichten loser Schüttungen weniger in Frage. Eine Ausnahme ist die Schafffußwalze von Menck & Hambrock G. m. b. H.¹¹), deren Verzahnung eine gute, schichtenweise Verdichtung ermöglicht. Merkwürdigerweise wird aber die Walze nur wenig verwendet.

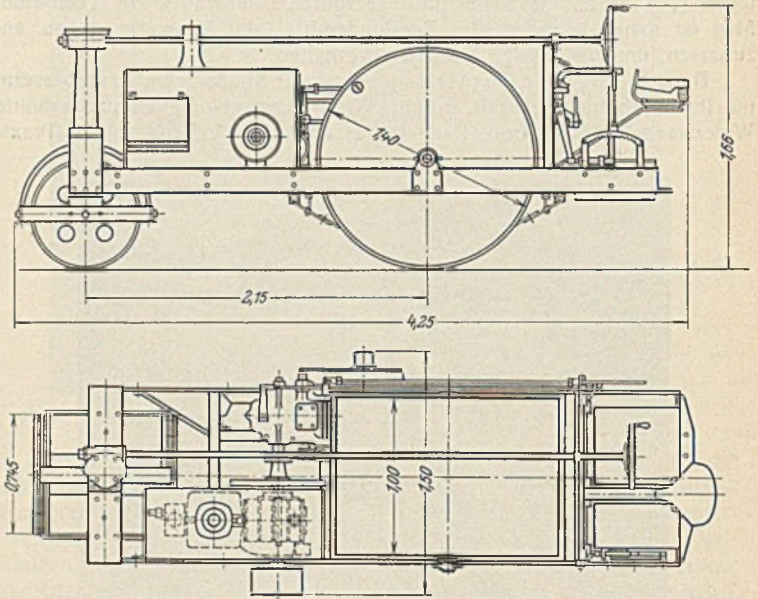


Abb. 3. Einradwalze.

Die Vorderwalze ist nur ein Tastrad. Gewicht 3 bis 4,2 t. Antrieb durch Dieselmotor (9 PS). Breite der Hinterwalze 1,0 bis 1,3 m.

Die Geräte, die den Boden durch fallende Gewichte verdichten, sind in drei Arten je nach der Schlagzahl in der Zeiteinheit entwickelt worden. Die eine Art verdichtet mit langsamen Schlägen bei hohem Arbeitsvermögen eines Schläges, die zweite arbeitet mit höheren Schlagzahlen zum Teil auf Kosten des Arbeitsvermögens eines Schläges, und bei der dritten wird die Schlagzahl so groß, daß sich einzelne Schläge kaum noch unterscheiden lassen und die Schläge in Schwingungen übergehen.

Verdichtungsgeräte mit langsamen Schlägen und nur für Verdichtungen verwendbare Einrichtungen sind die Explosionsstamper, die z. B. von der Delmag zu sehr großen Einheiten entwickelt wurden (1000-kg-Explosionsstamper¹²). In letzter Zeit wurden diese Stamper dahin verbessert, daß das Führungsgestänge eine andere Form erhielt, durch die die Schläge nicht mehr auf den Bedienungsmann übertragen werden und der Vergaser auch mit Leichtbenzin arbeiten kann (Verwendung im Auslande). Die Zündung geschieht wie an den früheren Ausführungen durch eine Batterie und einen von Hand zu drückenden Knopf. Mit einer Magnetzündung sind die Stamper von Irmer & Elze versehen (Abb. 4). Der Bedienungsmann braucht nur den oberen, leicht gefederten Bügel mit den Handgriffen nach unten zu drücken, um den Zündmagnet zu bewegen. Beim Auffallen des Stampfers auf den Boden bewegt sich der Bügel von selbst und ruft die Zündung für den nächsten Sprung hervor.

Weitere Verdichtungseinrichtungen mit langsamen Schlägen sind die Stampfbagger als Umbauformen der obenerwähnten, kleinen und mittleren Löffelbagger¹³). Die Stampfplatte, die meist 2 bis 2,5 t wiegt, läßt man aus 1,5 bis 2 m Höhe fallen. Die Steuerungen arbeiten teils selbsttätig als mechanische Getriebe¹⁴) oder als Druckluftvorrichtungen¹⁵), teils werden sie von Hand ausgelöst. Bei den nichtselbsttätigen Steuerungen der Stampfplatten, die an den Geräten von Menck & Hambrock G. m. b. H. und der Maschinen- und Kranbau AG zu finden sind, ging man davon aus, daß die Bodenverhältnisse nicht überall gleich sind und es daher vorteilhafter für eine Stampfung ist, wenn die Schläge einzeln von Hand



Abb. 4. Explosionsramme mit Magnetzündung.

a Zündmagnet.

⁹) Bautechn. 1935, Heft 1, S. 17; 1936, Heft 12, S. 192.

⁷) Bautechn. 1936, Heft 13, S. 204.

⁸) Bautechn. 1936, Heft 28, S. 420.

⁹) Bautechn. 1936, Heft 9, S. 139.

¹⁰) Bautechn. 1936, Heft 24, S. 344.

¹¹) Bautechn. 1935, Heft 1, S. 18.

¹²) Bautechn. 1935, Heft 17, S. 224.

¹³) Bautechn. 1934, Heft 37, S. 485.

¹⁴) Bautechn. 1936, Heft 4, S. 59.

¹⁵) Bautechn. 1935, Heft 50, S. 670.

gesteuert werden. In bezug auf die Anzahl der Schläge/min und die Leistung des Geräts besteht auf Grund angestellter Beobachtungen kein nennenswerter Unterschied. Als Stampfgerät mit selbsttätiger Steuerung der Stampfplatte kommt auch ein Raupendrehkran (der Ardeletwerke G. m. b. H.) in Frage.

Größere Schlagzahlen mit einer Verminderung des Arbeitsvermögens/Schlag weisen die Druckluftstampfer, z. B. der Dinglerwerke AG oder der Flottmann AG usw., auf, während die schwere, auf Raupen fahrende Stampfmaschine von Menck & Hambrock G. m. b. H.¹⁶⁾ mit großer Schlagzahl und großem Arbeitsvermögen/Schlag eine Schüttung verdichtet.

Mit so hohen Schlagzahlen, daß die einzelnen Schläge in Schwingungen übergehen, arbeitet der Bodenschwingungsrüttler des Losenhausenwerks AG¹⁷⁾. Ebenso wie sich das Verdichten von Beton durch Schwingungsrüttler bewährt hat, so hat auch das Schwingungsverdichten von losen Schüttungen vieles für sich. Das Bestreben geht dahin, diese Art von Geräten weiter zu entwickeln. Versuche mit einem neuen Gerät (Losenhausenwerk AG) hatten bis jetzt günstige Ergebnisse.

Geräte zum Herstellen von Straßendecken.

Die Entwicklung der Geräte zum Herstellen der Decken ist bis heute nicht abgeschlossen. Am größten sind die Fortschritte auf dem Gebiete der maschinellen Herstellung der Betondecken. Bei den Schwarzdecken tauchen immer wieder neue Fragen auf, deren Lösung die Entwicklung der hierfür brauchbaren Maschinen beeinträchtigt hat. Unklar sind z. B. die Ursachen der Wellenbildung von Schwarzdecken. Da beim Beton einheitliche Zusammensetzungen der Mischstoffe und Vergleichsmessungen bestehen, ist bis jetzt die Betondecke auf den Reichskraftfahrbahnen vorherrschend.

Die Geräte für das Herstellen der Betondecken umfassen das Lagern der Zuschlagstoffe, das Mischen des Betons, das Verteilen, das Verdichten mit dem Glätten und schließlich das Schneiden der Fugen.

Für das getrennte Lagern der Zuschlagstoffe und des Zementes, wobei man gleichzeitig eine mengen- und gewichtsmäßige Abmessung vornimmt, sind auf verschiedenen Baustellen besondere Bunker errichtet worden¹⁸⁾, mit denen jederzeit eine gleichmäßige Beschaffenheit des Betons gewährleistet wird.

Das Mischen des Betons geschieht in größeren Zwang- oder in Freifallmischern, deren Bauarten eine möglichst gleichbleibende Beschaffenheit des Betons anstreben¹⁹⁾. Teils bringt man den Beton vom Mischer durch zusätzliche Förderrichtungen (meist Muldenkipper) nach der Einbringstelle und verteilt ihn über die Straßenbreite durch Verteilwagen²⁰⁾, teils mischt man den Beton unmittelbar an der Einbringstelle in besonderen Geräten²¹⁾, die gleichzeitig die Verteilung vornehmen. Zum Verteilen des Betons in der Längs- und Querrichtung der Straße haben die Dinglerwerke AG ein neues Gerät entwickelt.

Zum Festlegen der Betondecke sind die verschiedenartigsten Einrichtungen entstanden. Teils arbeiten sie als Stampfer mit Antrieb durch Druckluft²²⁾ oder Elektrizität²³⁾, teils als Schwingungsrüttler mit Antrieb durch Verbrennungsmotor²⁴⁾, teils mit Stampfbohlen oder einer Reihe Stampfhämmer²⁵⁾ und teils mit umlaufenden und schwingenden Walzen, die gleichzeitig die Längsfugen in die frische Betondecke einschneiden²⁶⁾.

Während die Stampfer mit Antrieb durch Druck-

¹⁶⁾ Bautechn. 1935, Heft 20, S. 255.

¹⁷⁾ Bautechn. 1936, Heft 19, S. 264.

¹⁸⁾ Bautechn. 1935, Heft 48, S. 650.

¹⁹⁾ Bautechn. 1935, Heft 35, S. 481.

²⁰⁾ Bautechn. 1934, Heft 37, S. 485.

²¹⁾ Bautechn. 1934, Heft 49, S. 651.

²²⁾ Bautechn. 1935, Heft 9, S. 112.

²³⁾ Bautechn. 1935, Heft 35, S. 481.

²⁴⁾ Bautechn. 1936, Heft 3, S. 24.

²⁵⁾ Bautechn. 1934, Heft 37, S. 485.

²⁶⁾ Hierüber wird demnächst die Bautechn. Näheres bringen.

luft (der Deprag) oder Elektrizität (von Rob. Wacker) im allgemeinen unverändert geblieben sind, erfahren die Schwingungsrüttler (von Heinr. Frisch) eine weitere Entwicklung. Zum Abgleichen und Glätten ist eine Abziehbohle entstanden, die durch einen über die ganze Straßenbreite (bis 7,5 m) reichenden eisernen Kastenträger mit einer Schwingsplatte auf der Unterseite gebildet wird. Auf der einen Seite trägt die Platte für den ersten Arbeitsgang eine angeschärftete Kante zum Abschneiden von Unebenheiten der Betondecke, und auf der anderen Seite ist die ganze Längskante für den zweiten Arbeitsgang (Rückwärtsbewegung) zum Glätten aufgebogen. Die außenmittig gelagerte Schwingscheibe, die die Platte in Bewegung hält, führt 3600 U/min aus und wird durch einen 2-PS-Benzin- oder Elektromotor angetrieben. Das Verschieben des Gerätes geschieht durch einfaches Ziehen von Hand an zwei Seilen an den Enden der Bohle, wobei die Eigenwanderung des Gerätes infolge der Schwingungen das Verschieben außerordentlich erleichtert. Der Außenrüttler für Beton mit elektrischem Antrieb des Losenhausenwerks AG, der ursprünglich zum Einrütteln von Beton in Schalungen bestimmt war²⁷⁾, hat eine andere Form erhalten, mit der er zur Oberflächenrüttlung geeignet wird (Abb. 5). Durch Heben oder Senken des Stieles bewegt sich der Rüttler rascher oder langsamer auf der Betondecke vorwärts. Die Grundplatte ist gegen eine größere auswechselbar, mit der die Oberflächen sehr glatt ausfallen. Die Tiefenwirkung des Verdichtens reicht bis etwa 30 cm. Kommt man mit dieser Tiefenwirkung nicht aus, so kommt ein nach demselben Grundsatz arbeitender Rüttler in Frage, in dessen wasserdichtem Hohlkörper von 60 mm Durchm. (*a* in Abb. 6) der Schwingungserreger läuft. Der Antrieb geschieht durch eine biegsame Welle in dem federnden Rohr *b* durch einen 0,2-kW-Elektromotor *c* am oberen Ende des Rohres.

Neuerdings ist man bestrebt, von der bisher allgemein üblichen zweischichtigen Herstellung der Betondecke (Unter- und Oberbeton) auf eine einschichtige überzugehen und gleichzeitig eine hohe Festigkeit und völlig ebene Oberfläche zu erzielen. Entsprechend der Dicke des Betons kommen daher nur schwere Maschinen in Frage. Eine schwere Rüttelmaschine hat z. B. die Joseph Vögele AG entwickelt (Abb. 7), die, wie auch die genannten kleineren Geräte, nach dem Hochfrequenz-Schwingungsgrundsatz arbeitet. Die Hauptteile der Maschine sind der Abstreifvorverdichter *a*, mit dem der aufgebrachte Beton abgestreift, geräumt und durch Knet- und Reibwirkung vorverdichtet wird, der Schwingverdichter *b*, der das eigentliche Verdichten ausführt, und der Schlichtabstreifer *c*, der die Decke durch Kneten und Reiben nachverdichtet und die Oberfläche schließt. Der Abstreifvorverdichter *a* ist ein schwerer Profilleisenbalken, der große Betonmengen vor sich herschieben kann und bei 200 mm Hub 70 Stöße/min ausführt. Die Bewegungen der Schwingbohle *b* aus Stahl erzeugen zwei Schwingmassen, die zum Ausgleich um 180° gegeneinander arbeiten, so daß die Schwingungen nicht auf die Maschine selbst übergehen, und über Gummifedern zwecks Arbeitens in der Nähe der Resonanzlage angetrieben werden. Der Schlichtabstreifer *c* ist ähnlich wie der Abstreifvorverdichter *a* gebaut (Hub 200 mm, 70 Stöße/min) und liegt als Profillehre in der Arbeitstellung auf den Schienen zwecks Erzeugung einer ebenen Decke auf. Das Gerät, das je nach Größe durch einen Dieselmotor von 10 bis 18 PS Leistung angetrieben wird, verfährt vor- und rückwärts mit zwei Geschwindigkeiten (1 bis 2 und 9 bis 13 m/min). Je nach den Verhältnissen beträgt die Leistung 10 bis 25 m/h.

Mit einer ebenen Stampfbohle und einem Verteiler ist auch der Betonstraßenfertiger von Gauhe, Gockel & Cie G. m. b. H. versehen (Abb. 8). Die Stampfbohle, die über zwei federnde Kurbelstangen angetrieben wird, führt bei einem Kurbelhub von 80 mm 150 Schläge/min aus. Zum Antrieb der Bewegungen der Stampfbohle, des Verteilers, der sich ebenfalls auf und nieder bewegt, und des Fahrwerks dient ein Dieselmotor von 10 PS Leistung.

An Stelle von Schwingbohlen hat man an den Betonstraßenfertigern auch schwingende, umlaufende Walzen angebracht. Mit

²⁷⁾ Bautechn. 1935, Heft 29, S. 402, Außenrüttler.



Abb. 5. Oberflächenrüttler für Betondecken. Rasche, sinusförmig verlaufende Schwingungen. Elektrischer Antrieb (0,2 kW). Gewicht 35 kg.



Abb. 6. Schwingungsrüttler für Tiefenwirkung. *a* Hohlkörper mit dem Schwingungserreger, *b* federndes Rohr mit Antriebswelle im Inneren, *c* Antriebmotor. Gewicht 16 kg.

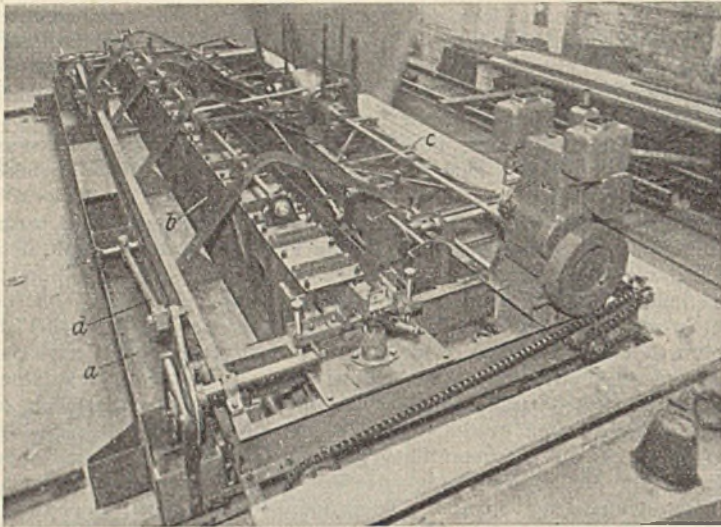


Abb. 7. Schwere Hochfrequenz-Rüttelmaschine für Betondecken.
a Abstreifvorverdichter, b Hochfrequenz-Schwingverdichter, c Schlichtabstreifer,
d Antrieb des Abstreifvorverdichters.

zwei Walzen arbeitet das Gerät von Gauhe, Gockel & Cie G. m. b. H. (Abb. 9). Hinter der Abgleichbohle *a*, die sich quer zur Straße hin und her bewegt, folgen die beiden Verdichterwalzen *b*, von denen die eine als Fräswalze ausgebildet ist. Die Fräswalze führt beim Schwingen eine gegen den Beton und die Fahrtrichtung gerichtete langsame Drehbewegung aus, wodurch die Oberfläche der Betondecke glatt gemacht wird. Die nachfolgende, ebenfalls schwingende Walze, die nicht fräst, setzt den Verdichtungsvorgang fort, bis das Glättblech den Deckenschluß vollendet.

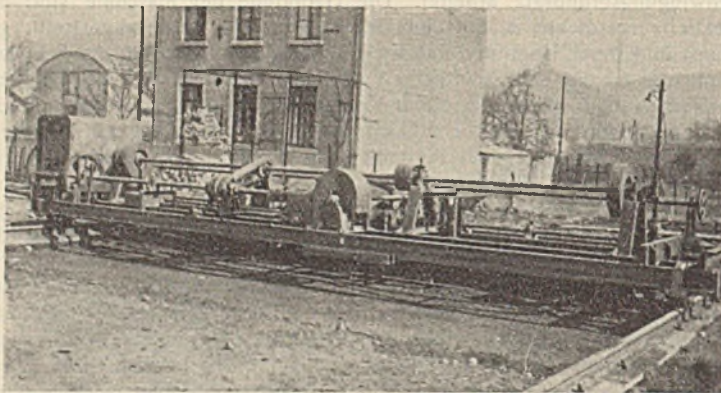


Abb. 8. Betonstraßenfertiger mit ebener Stampfbohle und Verteiler.
Fahrtgeschwindigkeit vorwärts 1,5 m/min, rückwärts 24 m/min.

Bei zweimaligem Überfahren der Betondecke beträgt die Leistung etwa 35 m/h.

Mit nur einer umlaufenden und schwingenden Verdichterwalze in der Fahrtrichtung arbeiten die Verdichter von W. & J. Scheid²⁸⁾.

Für die Verarbeitung von Teerbeton (schwarze Straßen) sind die genannten Geräte weniger geeignet. Ein Gerät für diesen Straßenbelag

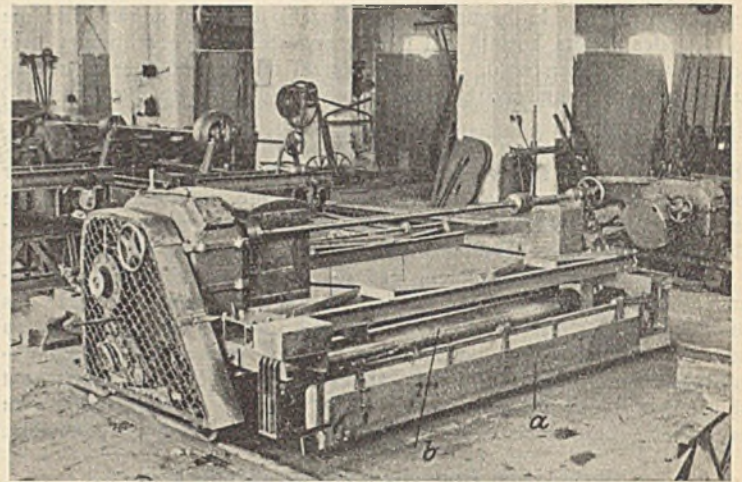


Abb. 9. Straßenfertiger mit zwei umlaufenden, schwingenden Walzen zum Verdichten des Betons.

a Abgleichbohle, b Verdichterwalzen. Geschwindigkeit vorwärts 1,6 m/min, rückwärts 20 m/min. Leistung des Antriebsdieselmotors 6 PS. Gewicht bei halbseitigem Straßenbau (3,75 m) 3,6 t.

haben bisher die Dinglerwerke AG entwickelt²⁵⁾, jedoch auch nicht ausschließlich für diesen Zweck, sondern auch zur Verarbeitung eines möglichst trockenen Betons²⁶⁾. Auf die Schwierigkeit der Herstellung von Schwarzdecken war oben bereits hingewiesen worden.

Mit dem Verdichten der Betondecken sind die Arbeiten noch nicht abgeschlossen. In der Längs- und Querrichtung müssen noch Ausgleichfugen angebracht werden. Die Verfahren, die man hierbei einschlägt, sind verschieden. Teils stampft man Schaleisen in den Beton mit ein (ein Verfahren der Dinglerwerke AG), teils schneidet man die Fugen in die fugenlos gestampfte, noch frische Betondecke ein. Für die letztere Art des Herstellens der Fugen sind verschiedene Geräte entstanden, die entweder absatzweise mit einem mit großer Anzahl auf und nieder gehender Bewegungen arbeitenden Fugenmesser (Joseph Vögele AG) oder mit rasch sich drehenden Messerscheiben fortlaufend die Längsfugen einschneiden. Die Querrfugen schneidet man entweder mit einem Gerät für sich (W. & J. Scheid) oder mit einer Maschine, die Längs- und Querrfugen herstellt (Eduard Linnhoff)²⁹⁾. Das Einlegen bitumierter Pappstreifen wird sowohl mit der Hand als auch gleichzeitig mit dem Schneiden der Fugen durch die Maschine ausgeführt²⁹⁾.

Sonstige Geräte.

Die Geräte, die zum Ausbessern bestehender Straßen oder Neubaurarbeiten von einfachen Teer- und Asphaltstraßen verwendet werden, sind im allgemeinen die gleichen geblieben, wie sie schon seit Jahren bestehen (August Jacobi AG, Herm. Meyer, Henschel & Sohn AG, Albrecht Reiser, Krupp-Grusonwerk AG usw.). Diese Einrichtungen haben sich seit vielen Jahren bewährt und brauchten daher, da außerdem bei diesen Straßenbauarbeiten keine so schwierigen Aufgaben vorlagen wie beim Bau der Reichskraftfahrbahnen, keine solche, beinahe sprunghafte Entwicklung durchzumachen wie die geschilderten Maschinen für den Bau der Reichskraftfahrbahnen.

²⁸⁾ Bautechn. 1935, Heft 31, S. 422.

²⁹⁾ Bautechn. 1936, Heft 17, S. 244.

Vermischtes.

Personalmeldungen.

Preußen. Ernann: zum Oberregierungs- und -baurat: der Regierungsbaurat (W) Schäfer bei der Wasserstraßendirektion Hannover und der Regierungs- und Baurat (W) Ademeit bei der Wasserbaudirektion Kurmark in Berlin; zum Regierungs- und Baurat: der Regierungsbaurat (W) Schade bei der Regierung in Aurich.

Versetzt: der Regierungs- und Baurat (W) Stieglitz von der Regierung in Schleswig an die Wasserstraßendirektion Hannover; die Regierungsbauräte (W) Crackau vom Wasserbauamt Tilsit an das Wasserbauamt Stralsund-Ost, Witt vom Wasserbauamt Stralsund-Ost an das Wasserbauamt Münster, Roßmann vom Wasserbauamt Oppeln an das Neubauramt Schweidnitz, Zündorf vom Wasserbauamt Stralsund-West an das Wasserbauamt I Koblenz, H. Schmitz vom Wasserbauamt Magdeburg an die Wasserbaudirektion Münster; die Regierungsbauassessoren (W) F. Poppe vom Wasserbauamt Tönning an das Wasserbauamt Stralsund-West, Kuhlbrodt vom Wasserbauamt Münster an das Wasserbauamt Meppen.

Unter Übernahme in den Staatsdienst überwiesen: die Regierungsbauassessoren (W) Helbig dem Reichs- und Preußischen Verkehrsministerium, Karth dem Wasserbauamt Stralsund-Ost, Pajunk dem Wasserbauamt Münster i. W., Nix dem Wasserbauamt Stade, Werner Becker dem Wasserbauamt Magdeburg.

Verstorben: Regierungs- und Baurat (W) Foß bei der Wasserstraßendirektion Hannover.

INHALT: Der deutsche Landstraßenbau von 1930 bis 1935. — Das Straßenbauwesen der Stadt München. Entwicklung und Stand. — Oberflächenbehandlungen von Straßen. — Ausgestaltung der Fahrbahndecken auf den Reichsautobahnen. — Forschungsarbeit zur konstruktiven Verbesserung von Betonfahrbahnen. — Betonfahrbahndecken auf den Reichsautobahnen. Erfahrungen, Versuche und Vorschläge. — Zeitgemäße Baustoffe für den bituminösen Straßenbau. — Geräte für den maschinellen Straßenbau. — Vermischtes: Personalmeldungen.

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