

Der Straßenbau in U.S.A.

Von

F. Knipping- K. Gölz- H. Mittmeyer

**Der Straßenbau der
Vereinigten Staaten von Amerika**
unter Berücksichtigung der Nutzenanwendung
für Deutschland

Von

F. Knipping **K. Gölz** **H. Mittmeyer**
o. Professor Dr.-Ing., Reg.-Baum. a. D. Dipl.-Ing.
Technische Hochschule Darmstadt

Mit 201 Textabbildungen, 4 Tafeln und
39 Zusammenstellungen



Berlin
Verlag von Julius Springer
1934

ISBN 978-3-642-51264-3 ISBN 978-3-642-51383-1 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-642-51383-1

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.**

Copyright 1934 by Julius Springer in Berlin.

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1934

Vorwort.

Den Anstoß zu dem vorliegenden Buch hat eine Studienreise des Erstunterzeichneten nach den Vereinigten Staaten von Amerika gegeben. Die Besichtigung zahlreicher Straßen und die Fühlungnahme mit den amerikanischen Fachleuten ließen den Eindruck großer Leistungen auf dem Gebiete des Straßenbaus entstehen. Die Durchsicht der bei den Besichtigungen übergebenen Literatur durch die Mitunterzeichneten befestigte und erweiterte diese Auffassung. Schließlich entstand bei uns Dreien der Gedanke, über den umfangreichen und für uns Deutsche bemerkenswerten Stoff in einem Buche eine Übersicht zu geben. Durchsicht, Auswahl und Verarbeitung der gesamten, nach und nach auf den neuesten Stand ergänzten Literatur erfolgten durch K. Gölz und H. Mittmeyer, während endgültige Auswertung und Textfassung gemeinsam geschahen. Mit den Abschnitten über Entwicklung und Verwaltung sowie Bitumen-, Beton-, Klinker- und sonstige Decken befaßte sich K. Gölz, mit den Abschnitten über Finanzierung, Planung und Entwurf sowie Untergrund und einfache Decken H. Mittmeyer.

Von vornherein war eine Beschränkung schon im Stoff, dann aber auch im Text und in den Abbildungen notwendig, um Umfang und Kosten des Buches nicht zu groß werden zu lassen. Es wurden aber die Abschnitte über Verwaltung, Finanzierung, Planung und Entwurf sowie einfache Decken umfassender behandelt, weil hierüber zusammenhängende Veröffentlichungen bei uns kaum vorliegen. Über die hochwertigen Decken ist hingegen seit langem und besonders auch in den letzten Jahren in der deutschen Fachliteratur vielfach und eingehend berichtet worden. Infolgedessen konnte bei der Behandlung dieses Stoffes von der ausführlichen Wiedergabe zahlreicher Einzelheiten abgesehen werden. Die Forschungen und Prüfverfahren, die ebenfalls viel Neues und Interessantes bringen, konnten des beschränkten Buchumfanges wegen nur an wichtigen Stellen angegeben werden. Auf eine Erleichterung des Verständnisses durch Beifügung zahlreicher Abbildungen legten wir besonderen Wert.

Die Auswertung der amerikanischen Literatur für das vorliegende Werk machte zahlreiche Anfragen bei den zuständigen amerikanischen Stellen erforderlich. Dankbar ist anzuerkennen, daß die gewünschten Auskünfte mit seltenen Ausnahmen gern und willig und auch ausgiebig

erteilt wurden. Allen amerikanischen Behörden, Verbänden, Firmen und einzelnen Fachleuten, die uns unterstützt haben, sprechen wir hierdurch wärmsten Dank aus. Auch deutsche Veröffentlichungen, die auf amerikanische Berichte oder eigene Feststellungen und Besichtigungen zurückgehen, wurden verwendet. Die gesamte benutzte Literatur ist am Schluß im einzelnen aufgeführt. Im Text und bei den Abbildungen sind nur die wichtigeren Quellen mit der Nummer des Literaturverzeichnisses in [] angegeben.

Wenn wir uns auch bewußt sind, daß die vorliegende Arbeit nicht lückenlos ist, so hoffen wir doch, daß sie einen Einblick und Überblick über den Straßenbau der Vereinigten Staaten Amerikas ermöglicht. Den Wert für den deutschen Straßenbau und den deutschen Fachmann erblicken wir einmal in dem Vergleich amerikanischer Auffassungen und Methoden mit deutschen, den wir vielfach angestellt haben, und sodann in Anregungen, soweit sich für Deutschland Neues bietet. Für Mitteilungen aus der Fachwelt, die auf besonders wertvolle Ergänzungen hinweisen, sind wir dankbar.

Die Herren Dipl.-Ing. Kuhlmann und Dipl.-Ing. Küpper haben uns bei der Anfertigung der Zeichnungen und bei der Durchsicht des Textes wertvolle Dienste geleistet. Hierfür sei ihnen an dieser Stelle gedankt.

Die Fülle der amerikanischen Literatur, die dauernden Neuerscheinungen und die Veröffentlichungen in den laufenden amerikanischen Zeitschriften führten häufig zu Ergänzungen und Umarbeitungen, welche die Herausgabe des Buches verzögerten. Der Verlagsbuchhandlung Julius Springer schulden wir dafür Dank, daß sie mit Verständnis unseren Wünschen mehrfach in dieser Richtung entgegengekommen ist. Der gleiche Dank gebührt dem Verlag dafür, daß er in altbekannter Güte den Druck des Textes und der Abbildungen durchgeführt und das Buch ausgestattet hat, eine Aufgabe, die besonders hinsichtlich zahlreicher Abbildungen nicht leicht gewesen ist.

Darmstadt, im Januar 1934.

Knipping Gölz Mittmeyer.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
I. Land, Bevölkerung, Verkehr	3
A. Land	3
a) Flächen- und Höhenverhältnisse	3
b) Bodenverhältnisse	4
c) Witterungsverhältnisse	5
B. Bevölkerung	7
a) Geschichte	7
b) Politische Gliederung	7
c) Besiedlungsdichte	8
d) Wirtschaft	13
C. Verkehr	13
II. Entwicklung, Verwaltung und Finanzierung	15
A. Entwicklung	16
B. Verwaltung	20
a) Bundesbehörde: Bureau of Public Roads	20
b) Staatliche und lokale Behörden	23
C. Finanzierung	25
a) Quellen der Finanzierung	26
1. Zwecksteuern	27
α) Brennstoffsteuern (gasoline tax) S. 28. — β) Kraftfahrzeug-Gebühren (motor vehicle fees) S. 29. — γ) Steuern auf den Besitz von unbeweglichem Vermögen für Straßenbauzwecke (real-property tax for higsaw purposes) S. 31. — δ) Vergleich der Zwecksteuern auf Personenkraftwagen in den V.St.A. und Deutschland S. 32.	
2. Zuweisungen aus allgemeinen Mitteln	33
3. Beihilfen über- und nachgeordneter Behörden	33
4. Eigene Einnahmen aus den Straßen	36
5. Anleihen	36
b) Einnahmen und Ausgaben für alle Landstraßen	37
c) Derzeitige Bestrebungen und Vergleich mit Deutschland	37
III. Planung und Entwurf	41
A. Straßennetze	41
B. Straßenausbaupläne	43
a) Verkehrsuntersuchungen	43
1. Örtliche Feststellungen	44
α) Zählstellen und Zählungen S. 44. — β) Auswertung der Ergebnisse S. 45. — γ) Besondere Feststellungen S. 50.	
2. Schätzung des künftigen Verkehrs	52
3. Einteilung der Straßen nach ihrer Verkehrsbedeutung	56
b) Ausbaupläne	57

	Seite
C. Richtlinien für die Entwurfsbearbeitung	60
a) Gesetzliche Bestimmungen über Größe, Gewicht und Geschwindigkeit der Straßenfahrzeuge	61
b) Linienführung und Querschnitt	65
c) Ausgestaltung der Krümmungen	74
d) Nebenanlagen und besondere Bauwerke	84
IV. Straßendecken	95
A. Allgemeines	95
B. Untergrund	99
a) Allgemeines	99
b) Einteilung der Bodenarten	101
c) Maßnahmen zur Verbesserung des Straßenuntergrundes	104
C. Einfache Decken	104
a) Einfache Decken ohne bituminöse Bindemittel	106
1. Decken ohne Einbringung mineralischer Baustoffe	106
2. Einfache Decken mit Einbringung mineralischer Baustoffe	117
α) Tonsandstraßen S. 117. — β) Kiesstraßen S. 122. —	
γ) Kleinschlagstraßen S. 126. — δ) Wassergebundene Schotterstraßen S. 129.	
b) Einfache Decken mit bituminösem Bindemittel	133
1. Oberflächenbehandlungen	136
α) Behandlung unverbesserter Erdstraßen mit Öl S. 136. —	
β) Behandlung einfacher Decken mit Öl oder Bitumen S. 139.	
2. Oberflächenvermischungen	146
3. Maschinenvermischungen	154
D. Bitumendecken	155
a) Bituminöse Bindemittel	156
1. Begriffserklärung	156
2. Einteilung der bituminösen Bindemittel	156
b) Geräte und Maschinen für die Herstellung von Bitumendecken	160
1. Handgeräte und ihre Beförderungs- sowie Heizwagen	160
2. Heizwagen zur Beförderung von Bitumen	160
3. Drucksprengwagen für Bitumen	164
4. Mischanlagen	165
5. Vorrichtungen und Maschinen zur Verteilung der Erzeugnisse der Mischanlagen auf der Straße und zur Fertigstellung der Decke	168
6. Walzen	171
7. Maschinen und Geräte für Ausbesserungen	172
8. Wagen zur Beförderung von Straßenbaumaschinen	175
c) Asphaltdecken	175
1. Allgemeines über die Verwendung von Asphalt im Straßenbau	175
2. Asphaltmakadam	178
3. Asphaltbeton	187
4. Sandasphalt	192
5. Sonstige Asphaltbauweisen	197
6. Unterbau aus Asphaltbeton oder Asphaltmakadam (black base).	198

Inhaltsverzeichnis.

VII

	Seite
d) Teerdecken	199
1. Allgemeines über die Verwendung von Teer im Straßenbau	199
2. Teermakadam	200
α) Tränkverfahren S. 200. — β) Mischverfahren S. 201.	
3. Teerbeton	204
4. Unterbau aus Teermakadam	204
E. Betondecken	204
a) Aufbau	207
b) Baustoffe	209
c) Vorbereitung des Planums	211
d) Ausführung	216
1. Lagerung, Zumessung und Beförderung der Baustoffe	216
2. Bauvorgang	218
3. Nachbehandlung	232
4. Prüfung	233
e) Unterhaltung	234
f) Sonderbauweisen	235
g) Kosten	237
F. Klinkerdecken	237
a) Aufbau	239
b) Baustoffe	241
c) Vorbereitung des Planums	242
d) Ausführung	243
e) Unterhaltung	244
f) Kosten	246
G. Sonstige Decken	247
a) Steinpflaster	247
b) Holzpflaster	248
V. Zusammenfassung	249
A. Organisation und Verwaltung	249
B. Planung und Ausführung	251
C. Nutzenwendung für Deutschland	253
Umrechnungstabelle	254
Literaturverzeichnis	255
Amerikanische Fachausdrücke	272
Sachverzeichnis	274

Druckfehlerberichtigung.

Seite 48, Anm. 1 lies richtig: (city) statt (citie).

Seite 134, Anm. 2 lies richtig: Also für die Zeit vom 1. I. 1932 zum 1. I. 1933.

Einleitung.

Das vorliegende Buch soll sich mit dem amerikanischen Straßenbau beschäftigen. Unter Straßenbau ist dabei der Landstraßenbau verstanden, da nur für diesen die große Reihe der grundsätzlichen Fragen hinsichtlich Planung und Unterlagen für die Entwurfsbearbeitung in Betracht zu ziehen ist und im übrigen hinsichtlich der Befestigung grundsätzliche Unterschiede zwischen Land- und Stadtstraßen nicht bestehen. Zudem fehlen in ähnlicher Weise wie bei uns zusammenfassende Veröffentlichungen und einen Überblick gewährende Statistiken über den Stadtstraßenbau.

Trotz des gewaltigen Unterschiedes in der Größe — das Gebiet der V.St.A. ist das 16½-fache Deutschlands — besteht in dem staatlichen Aufbau eine große Ähnlichkeit. Die V.St.A. stellen einen Bund von 48 Staaten dar, gleich wie das Deutsche Reich aus 17 Ländern besteht. Hier wie dort sind für den Straßenbau nicht der Bund bzw. das Reich, sondern die Staaten bzw. die Länder zuständig, neben den letzteren in beiden Fällen die örtlichen Verwaltungsbezirke, die Counties, Towns oder Townships, Cities und Villages bzw. die Kreise, Städte und Gemeinden. Hier wie dort geschieht die Finanzierung des Baues und der Unterhaltung der Straßen zu einem beträchtlichen Teil aus Zwecksteuern. Ein bedeutungsvoller Unterschied besteht aber insofern, als in den V.St.A. der Bund alljährlich einen erheblichen Betrag zur Unterstützung des Straßenbaues den Staaten zur Verfügung stellt. Dieser wird als nachträglicher Zuschuß für den Ausbau wichtiger Straßen gegeben, sofern Entwurf und Ausführung die Zustimmung des Bureau of Public Roads gefunden haben. Hierdurch ist es erreicht, daß der Bund — welcher ebensowenig wie in Deutschland das Reich zuständig ist — in Wirklichkeit durch sein Bureau of Public Roads einen maßgebenden und weitreichenden Einfluß auf den gesamten amerikanischen Straßenbau ausübt und eine Einheitlichkeit in fast allen wichtigen Fragen des Straßenwesens durchsetzt. Infolgedessen mußte auch die Stellung dieser Behörde in dem vorliegenden Buche stark in den Vordergrund gerückt werden.

Bei den Preisangaben des Buches in RM ist der Dollar nach der früheren Währungsparität (1 \$ = 4,20 RM) umgerechnet. Die Kaufkraft des Dollar hat aber bis zum Eintritt seiner Entwertung kaum

mehr als $\frac{2}{3}$ der alten Währungsparität ausgemacht. Die Veränderung der Preise durch Aufgabe der Goldwährung läßt sich augenblicklich und wohl auch für die nächste Zeit noch nicht übersehen.

Schon an dieser Stelle soll mit einer Anschauung über den amerikanischen Straßenbau aufgeräumt werden, die sich vielfach im Auslande, insbesondere auch in Deutschland, findet. So groß die Leistungen im amerikanischen Straßenbau sind und so sehr dieselben Anerkennung verdienen und sicherlich in dem vorliegenden Buche anerkannt werden sollen, muß doch auf der anderen Seite darauf hingewiesen werden, daß der Anteil der hochwertig ausgebauten und befestigten Straßen an dem gesamten Landstraßennetz verhältnismäßig gering ist. Von den rund 3 Millionen Meilen = 4,8 Millionen km des amerikanischen Landstraßennetzes sind rund 80% reine Erdstraßen und von den verbleibenden 20% noch weitere 15% Tonsand- und Kiesstraßen mit und ohne Oberflächenbehandlung mit Bitumen. Es verbleiben schließlich nur rund 5% der gesamten vorhandenen Straßen, die hochwertig befestigt sind. Immerhin fallen aber von diesen 5% noch 2% auf die wassergebundene Schotterstraße mit und ohne Oberflächenbehandlung mit Bitumen. Im Gegensatz hierzu ist das deutsche Landstraßennetz seit langem gut, für den früheren Pferdeverkehr auch genügend widerstandsfähig befestigt. Der Grund für diesen Unterschied liegt einmal in der historischen Entwicklung, welche in Deutschland langsam, Jahrhunderte hindurch, sich vollzog, in den V.St.A. aber bis zum Aufkommen des Kraftwagens gegenüber derjenigen der Eisenbahnen gehemmt war. In der neueren Zeit sodann steht für den durch die lange Entwicklungszeit nicht beschwerten und praktisch eingestellten Amerikaner die Wirtschaftlichkeit obenan, welche einen der jeweiligen Verkehrsgröße und Verkehrsbedeutung angepaßten Ausbau der Straßen verlangt, jedes Zuviel aber ablehnt. Interessant sind in dieser Hinsicht die eingehenden und gut durchdachten Verkehrsuntersuchungen, welche im Laufe der letzten Jahre von dem Bureau of Public Roads in Gemeinschaft mit den Wegeunterhaltungspflichtigen angestellt wurden.

Der wirtschaftlichen Einstellung, der Tendenz der Arbeit am laufenden Band entspricht es auch, wenn im amerikanischen Straßenbau die Maschinenarbeit weitgehend Eingang gefunden hat. Diese Tatsache berücksichtigt das Buch gebührend, wenn natürlich auch gerade hier eine stoffliche Beschränkung nötig war.

Die aus dem Krieg erwachsene wirtschaftliche Blüte und der dadurch ins Groteske gesteigerte Kraftwagenverkehr bedingten in den V.St.A. eine intensive Beschäftigung mit dem Straßenbau und seinen einzelnen Problemen. Die ungeheuren Kraftquellen des Landes im Verein mit der sprichwörtlich gewordenen „Prosperity“ ermöglichten die Einstellung erheblicher Mittel für diesen Zweck, welche auch einer großzügigen

Forschung zugute kamen. So ist es kein Wunder, daß in Theorie und Praxis große Erfolge erzielt wurden, die nach mancher Richtung auch eine Überlegenheit über den europäischen und deutschen Straßenbau erbrachten. Die Beschäftigung mit dem amerikanischen Straßenbau ist daher für den deutschen Fachmann lehrreich und geeignet, seine Kenntnisse zu bereichern und zu fördern, ihm auch manche Anregungen zu bieten.

I. Land, Bevölkerung, Verkehr.

Für das Verständnis des amerikanischen Straßenbaues ist es zweckmäßig, einige kurze Bemerkungen über Land und Leute vorauszuschicken. Dies soll in dem I. Kapitel geschehen, zumal ein Vergleich mit deutschen Verhältnissen fruchtbringend nur gezogen werden kann, wenn man sich über die Verschiedenheiten klar ist. Diese sind recht groß und erklären vieles, was uns zunächst merkwürdig und unverständlich erscheint.

A. Land.

a) Flächen- und Höhenverhältnisse.

Das Gebiet der V.St.A. umfaßt 7,7 Millionen qkm und ist damit gegenüber dem heutigen Deutschland mit 0,47 Millionen qkm 16½-mal größer. Von dem gesamten amerikanischen Kontinent entfällt auf das Gebiet der V.St.A. rund ein Fünftel. Die größte Ausdehnung in der Ost-West-Richtung ist 4000 km, in der Nord-Süd-Richtung 2500 km. Die erstere Entfernung entspricht etwa derjenigen von Lissabon nach Moskau, die letztere derjenigen von der Nordspitze Dänemarks bis zur Südspitze Siziliens. Gegenüber dem außerordentlich zerklüfteten, beinahe in Halbinseln aufgelösten Europa handelt es sich bei den V.St.A. um eine kompakte Landmasse, welche sich einem Rechteck nähert. Dieses ungeheure Landgebiet grenzt nur im Norden und etwa zur Hälfte im Süden an andere Länder (Kanada und Mexiko) an. Im übrigen ist das Land auf eine Länge von rund 23000 km vom Meere begrenzt.

Die Höhenverhältnisse und damit im Zusammenhang die Bodenverhältnisse, über die gleich noch zu sprechen sein wird, teilen das Land in vier große Gebiete unter. Der ganze Westen, über ein Viertel des ganzen Landes, ist Hochland, aus welchem längs der Küste des Stillen Ozeans das Kaskadengebirge und die Sierra Nevada, nach dem Innern zu die Rocky Mountains mit Spitzen bis über 4000 m hervorragen. Nach Osten schließt sich der stufenförmig abfallende, in einer Höhe von 1800 m bis 200 m liegende Streifen der Prärien an, dem weiter nach Osten ein waldreiches Vorland folgt, aus welchem das Ozarkgebirge

(bis 850 m Höhe) besonders emporsteigt. Nunmehr kommen die Täler des Mississippi und seiner Nebenflüsse, welche im Norden durch das große Seengebiet abgeschlossen werden (Wasserspiegel bei etwa 180 m über Meeresspiegel). Zwischen diesem Talzug und dem Atlantischen Ozean liegt das wirtschaftlich wichtigste Gebiet der V.St.A., welches den Gebirgszug der Appalachen (bis über 2000 m Höhe) etwa parallel der Küste des Atlantischen Ozeans enthält. Die Reliefkarte der Abb. 1 läßt mit hinlänglicher Deutlichkeit das eben skizzierte Gesamtbild überblicken.

An der Steilküste des Stillen Ozeans sind nur an wenigen Stellen geeignete Häfen vorhanden. Auch das Flachland der Südküste und des



Abb. 1. Reliefkarte der Vereinigten Staaten von Amerika [F 18].

größeren südlichen Teils der Ostküste gibt nur wenig Gelegenheit zur Anlegung von Häfen. Günstig hierfür liegen aber die Verhältnisse im nördlichen Teil der Ostküste, wo sich denn auch die bekannten Welthäfen der V.St.A. befinden. Von dort aus ist auch die Kolonisation des Kontinents im wesentlichen ausgegangen. Dort finden sich die ältesten, bedeutenden europäischen Niederlassungen.

Die mittlere Höhe des gesamten Landes liegt 800 m, diejenige von Europa nur 300 m und diejenige der oberbayerischen Hochebene 500 m über dem Meeresspiegel. [F 46, F 48.]

b) Bodenverhältnisse.

Geologisch stammt das westliche Hochland aus dem ältesten, dem archaischen Zeitalter mit späteren Ablagerungen aus allen Epochen.

Die Hauptfaltungen der Gebirge sind vulkanischen Ursprungs aus der Tertiärzeit. Die Gebirge enthalten wertvolle Bodenschätze: Edelmetalle (Gold, Silber), Kupfer, Blei, Zink, Eisen, Kohle und Erdöl.

Das Präriengebiet besteht im Untergrund aus Kreide, Sandsteinen und tertiären Mergelschichten, in der Oberfläche zum Teil aus unfruchtbarem Sand, teilweise aber auch aus fruchtbarem Lößboden. An Bodenschätzen finden sich Steinsalz, Gips und Kohle.

Das Ozarkgebirge im waldreichen Vorland besteht aus Schiefer, Quarzit, Kalk und Sandstein. Bodenschätze dieses Gebietes sind Blei, Zink, Kohle und Erdöl.

Im Flußgebiet des Mississippi und seiner Nebenflüsse finden sich die üblichen Ablagerungen von grobem Schutt bis zum Sand und Löß. Im unteren Lauf liegen ausgedehnte Überschwemmungsgebiete, auch Sumpfland kommt vor. Das weite Niederungsgebiet nebst den nach Osten anschließenden Flächen ist die Kornkammer der V.St.A. Im Norden bis über die Mitte hinaus wird Weizen gebaut, in der Mitte und im Süden Mais und Baumwolle. Auch die Viehzucht befindet sich in der Mitte dieses Gebietes. Nach Osten zu schließt sich der Tabakbau an. Im nördlichen Teil dieses Flußlandes finden sich Bodenschätze: Eisen, Zink, Kupfer, Kohle und Erdöl.

Das anschließende Ostgebiet, in dessen Innern die Appalachen sich erheben, ist das industriell wichtigste und betriebsamste Gebiet der V.St.A. Die Appalachen entstammen dem Paläozoikum und dem Mesozoikum. Granit, Gneis, Quarzit, Marmor und Schiefer sind vorherrschend. Hier befindet sich in der Nähe von Pittsburg das Hauptkohlengebiet der V.St.A. Neben der Kohle treten die übrigen Bodenschätze Eisen, Zink und Erdöl zurück.

Das bereits erwähnte, die Bildung von Häfen erschwerende, niedrige Küstenland im Süden und Südosten ist im wesentlichen angeschwemmt von Flüssen oder vom Meer und ist durchweg sandig und wenig fruchtbar (Mais). Im Mississippidelta wird auch Reis gebaut. [A 62, A 63, F 48.]

c) Witterungsverhältnisse.

Da das Land zwischen dem 25. und 49. Breitengrad liegt, da es außerordentliche Höhenunterschiede aufweist und da es zwar ausgedehnte Küsten, aber auch weit vom Meer abliegende Flächen hat, sind einmal die klimatischen Verhältnisse sehr verschieden, zum anderen auch die Übergänge der Jahreszeiten außerordentlich schroff. So finden sich milde Winter an der Küste des Stillen Ozeans und sehr kalte Winter in den nördlichen Rocky Mountains. So werden durch starke Temperaturunterschiede heftige Stürme ausgelöst, welche für bestimmte Gebiete (Prärien und Mississippital) geradezu charakteristisch sind.

Die Sommertemperaturen liegen durchweg sehr hoch, wenn man von

den beiden nördlichen Zipfeln im Osten und Westen absieht. In den Wüstengebieten von Arizona und Südkalifornien kommen fast in jedem

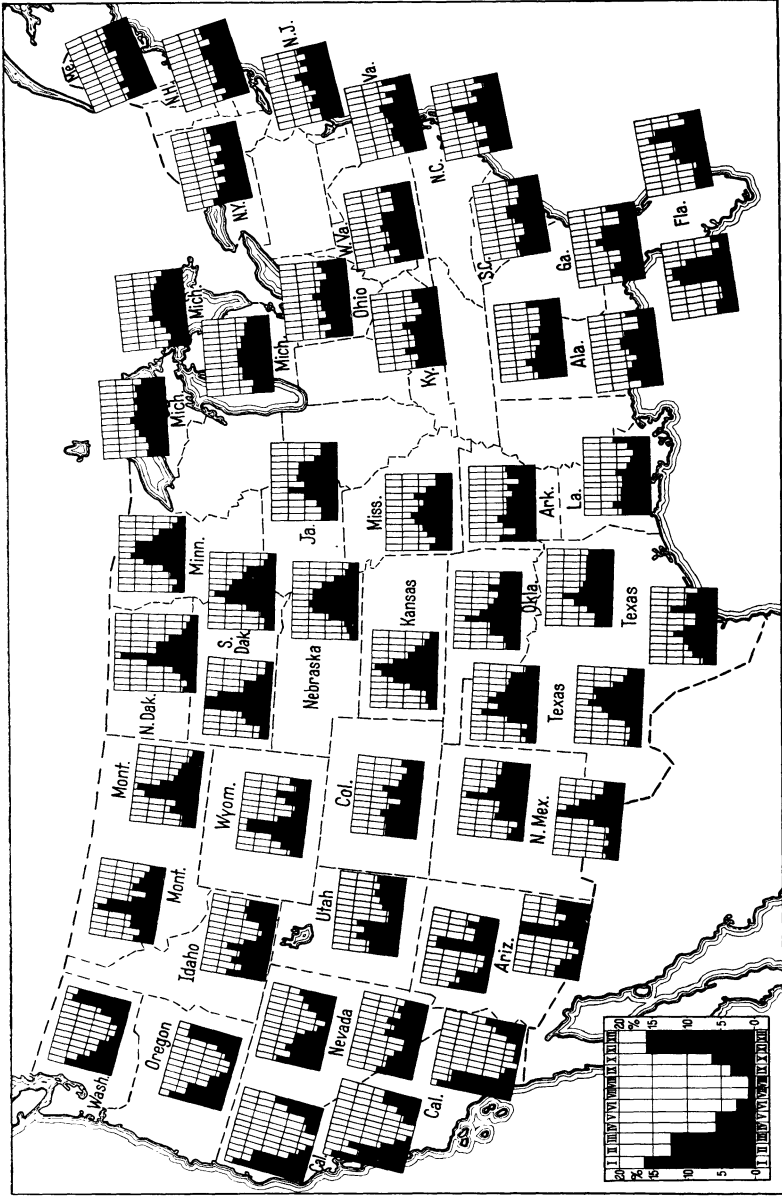


Abb. 2. Verteilung der Niederschlagsmenge des ganzen Jahres auf die einzelnen Monate, ausgedrückt in Prozenten der Jahresmenge, für die einzelnen Staaten der Union, Mittelwerte aus Beobachtungen von 1895—1914 [C 51].

Jahre Temperaturen bis 55° C vor. Andererseits reichen die kalten Luftströmungen aus dem Norden bis weit nach dem Süden herunter und

erreichen häufig selbst Florida, dort die Temperaturen bis unter 0° absenkend.

Natürlich sind auch die Niederschlagsmengen innerhalb des gesamten Gebietes außerordentlich verschieden. Am niederschlagreichsten sind der Osten und Südosten (bis 2000 mm Niederschlagshöhe) sowie die nördliche Hälfte der Westküste (sogar über 2000 mm Niederschlagshöhe). Am niederschlagärmsten sind die an Mexiko angrenzenden Teile von Kalifornien, Arizona und Neu-Mexiko (unter 250 mm Regenhöhe). Vergleichsweise liegt die Regenhöhe in Deutschland durchschnittlich zwischen 600 bis 700 mm. Einen guten Überblick über die Verteilung der Niederschläge über das ganze Jahr und in den einzelnen Staaten gibt eine von dem amerikanischen Landwirtschaftsministerium herausgebrachte Karte (Abb. 2). [A 39, F 48.]

B. Bevölkerung.

a) Geschichte.¹

Die Besiedlung der V.St.A. begann an der Ost- und Südküste. Die ersten, von England ausgehenden Ansiedlungsversuche reichen auf die Jahre 1583/88 zurück. Dieses älteste englische Siedlungsgebiet wurde zu Ehren der Königin Elisabeth (1558 bis 1603) Virginia genannt. An der folgenden Besiedlung sind die englischen Puritaner besonders beteiligt, daneben Auswanderer aus anderen europäischen Ländern, insbesondere auch aus Deutschland. 1783 machten sich 13 Staaten an der Ostküste vom Mutterland England unabhängig und bildeten die Vereinigten Staaten, deren erster Präsident Washington wurde. In der Folgezeit entstanden durch Kriege, durch Kauf und auch durch freiwilligen Anschluß nach und nach die heutigen Vereinigten Staaten. Diese Entwicklung war Mitte des vorigen Jahrhunderts abgeschlossen. Eine kritische Lage für den jungen Bundesstaat brachte der Abfall der elf Südstaaten im Jahre 1861, der seine Begründung in dem Gegensatz in der Sklavenfrage zwischen Nord und Süd hatte. Der Bürgerkrieg 1861 bis 1865 brachte den Sieg der Nordstaaten und die Wiedervereinigung der Südstaaten gleichzeitig mit der Lösung der Sklavenfrage, welche den Negern die Gleichberechtigung gab. [F 44 a, F 52.]

b) Politische Gliederung.

Die V.St.A., ein Bundesstaat, bestehen aus 48 selbständigen Staaten, zu denen noch als Bundesland die Bundeshauptstadt Washington mit einer Fläche von 180 qkm hinzutritt, deren Bevölkerung auf der einen Seite eine Minderung politischer Rechte (Einschränkung des Wahlrechtes) in Kauf zu nehmen hat, auf der anderen Seite aber große wirtschaftliche Vorteile (Übernahme örtlicher Ausgaben auf den Bund) genießt.

Sowohl die Grenzen zahlreicher Staaten untereinander wie auch des gesamten Bundesgebietes gegenüber Kanada und Mexiko sind häufig durch gerade Linien gebildet, welche meist den Längen- und Breitengraden folgen. Dies erklärt sich aus dem geringen Alter und der damit fehlenden Tradition, wie auch aus der dünnen Besiedlung des Landes im Augenblick der Bildung des Staates und des Bundesstaates. Die weitere Unterteilung der Staaten ist nicht einheitlich. Sie geschieht in Counties, welche der Bevölkerungsgröße und Bedeutung nach den preußischen Landkreisen entsprechen, dagegen häufig der Fläche nach weitaus größer sind. Die Counties bestehen aus Townships oder Towns, welche der Bevölkerungsgröße und Bedeutung nach mit den deutschen Ämtern und Bürgermeistereien verglichen werden können. Die letzte Zelle lokaler Art ist die Stadt (city) oder Gemeinde (village). Noch unterschiedlicher als die Einteilung ist die Bedeutung und der Machtbereich der genannten Verwaltungsbezirke oder Behörden. In neuerer Zeit machen sich Bestrebungen bemerkbar, eine größere Einheitlichkeit in dem Behördenaufbau zu erreichen. Hierüber vgl. die Ausführungen in Kap. II C c) (S. 37ff.). [A 46, F 51 b.]

c) Besiedlungsdichte.

Die Bevölkerung der V.St.A. befindet sich in raschem Anwachsen, das freilich — wohl unter dem Einfluß der Abdrosselung der Einwanderung — in den letzten beiden Jahrzehnten nachgelassen hat.

Zusammenstellung 1.
Einwohnerzahl in den V.St.A. und in Deutschland von 1900 bis 1930 [A 61, F 51a].

Jahr	Vereinigte Staaten		Deutschland in Millionen
	in Millionen	Zunahme im Jahrzehnt %	
1900	76,0	} 21,05	56,4 ¹
1910	92,0		64,9 ¹
1920	105,7	} 14,90	59,8 ²
1930	122,8		64,4 ³

Die Zusammenstellung 1 enthält für die drei ersten Jahrzehnte dieses Jahrhunderts die Bevölkerungszahlen und die prozentuale Zunahme in den einzelnen Jahrzehnten. Zum Vergleich sind die entsprechenden Bevölkerungszahlen Deutschlands hinzugefügt. Die Verteilung der Bevölkerung auf Stadt und Land zeigt grundsätzlich eine gewisse Ähnlichkeit mit Deutschland; natürlich ist die Bevölkerungsdichte in Deutschland wesentlich größer, sie beträgt etwa das 8-fache der amerikanischen. Im einzelnen gewähren die Zusammenstellungen 2 und 3 einen guten Überblick über die Ver-

¹ Altes Reichsgebiet.

² Neues Reichsgebiet, Zählung vom 8. 10. 1919.

³ Neues Reichsgebiet, geschätzt von E. Kahn: Der internationale Geburtenstreik. Frankfurt 1930.

teilung der Bevölkerung auf die einzelnen Staatengruppen der V.St.A. (nur zu statistischen Zwecken zusammengefaßt) und eine Reihe von

Zusammenstellung 2. Dichte der Bevölkerung in den V.St.A. und Verteilung derselben auf Stadt und Land, 1930 [A 61].

Staatengruppe	Fläche in qkm (abgerundet)	Bevölkerung	Einwohner je qkm	Von der Bevölkerung leben in Städten über 2500 Einwohner %	Von der Bevölkerung beschäftigt auf Farmen einschl. der Angehörigen %
New England	160900	8166341	50,8	77,3	7,0
Middle Atlantic . . .	259000	26260750	102,0	77,7	6,5
East North Central . .	636000	25297185	39,8	66,4	17,7
West North Central . .	1322900	13296915	10,1	41,8	38,1
South Atlantic	696800	15793589	22,7	36,1	37,3
East South Central . .	464900	9887214	21,3	28,1	51,5
West South Central . .	1113000	12176830	10,9	36,4	43,7
Mountain	2224700	3701789	1,7	39,4	30,8
Pacific	823800	8194433	9,9	67,5	14,0
V.St.A. insgesamt . . .	7702000	122775046	15,9	56,2	24,8

Ländern und Provinzen in Deutschland. Auffällig ist, daß der Anteil der in Städten über 2500 Einwohner lebenden Amerikaner mit rd. 56 %

Zusammenstellung 3. Dichte der Bevölkerung in Deutschland und Verteilung derselben auf Stadt und Land, 1925 [F 51a].

Provinz bzw. Land	Fläche in qkm	Bevölkerung	Einwohner je qkm	Von der Bevölkerung leben in Städten über 2000 Einw. %	Von der Bevölkerung beschäftigt in Land- u. Forstwirtschaft, Gärtnerei usw. einschl. Angehörige %
Ostpreußen	37046	2256349	60,9	38,76	45,4
Brandenburg	39035	2592419	66,4	49,44	31,5
Pommern	30208	1878781	62,1	46,90	41,2
Hannover	38583	3190619	82,8	47,98	31,6
Westfalen	20208	4811219	238,0	83,54	13,3
Rheinland	24555	7256978	295,5	81,99	13,3
Hessen	7693	1347279	175,2	62,67	24,2
Baden	15071	2312462	153,4	62,37	28,2
Sachsen	14993	4992320	333,2	76,07	9,1
Deutsches Reich einschl. Saargb.	470628	63180619	134,0	64,40	23,0

nicht sehr verschieden ist von den rd. 64% Deutschen, die in Städten über 2000 Einwohner untergebracht sind. Berücksichtigt man den Unterschied in der Gemeindegröße (2500 Einwohner in den V.St.A. und

2000 Einwohner in Deutschland), so nähern sich die beiden Zahlen noch mehr. Ähnlich liegen die Dinge bei der in der Landwirtschaft tätigen

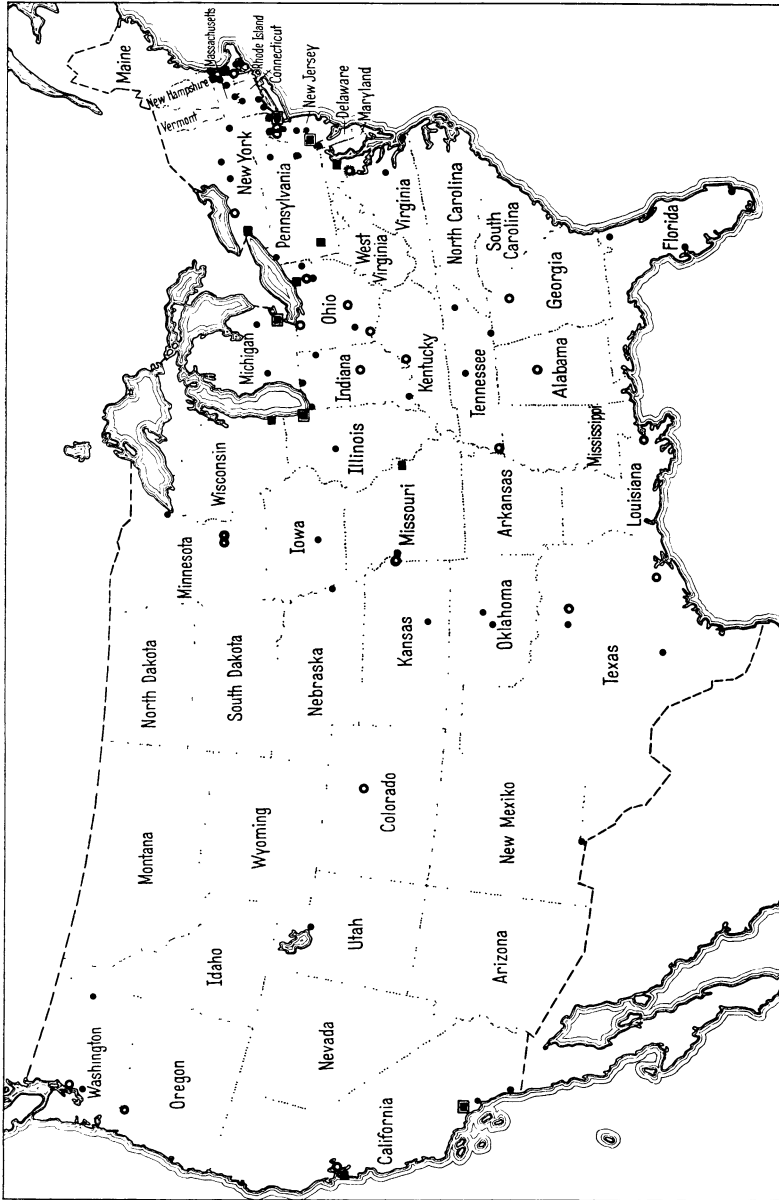


Abb. 3. Verteilung der Großstädte mit mehr als 100 000 Einwohnern über das Gebiet der Vereinigten Staaten Amerikas [A 61].

Bevölkerung. Auch deren Anteil zeigt mit rd. 25% in den V.St.A. und 23% in Deutschland kaum einen Unterschied, besonders nicht, wenn

man dabei noch Verschiedenheiten in der statistischen Erfassung und Aufmachung in Betracht zieht. [A 61, F 51a.]

Man kann also wohl sagen, daß die Verteilung der amerikanischen

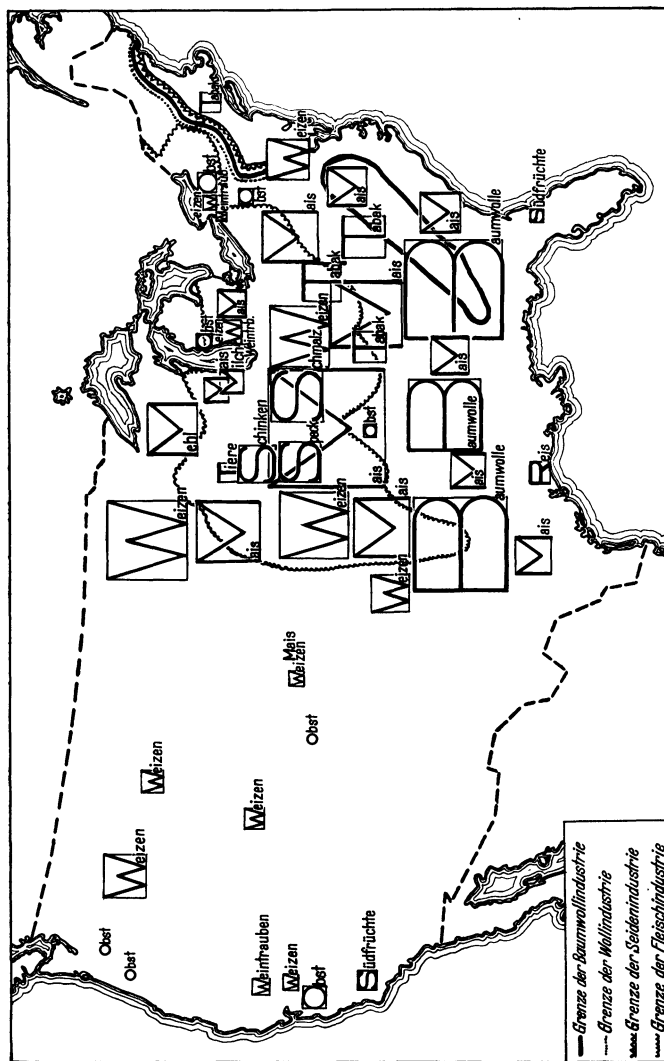


Abb. 4. Lage der Gewinnung und Verarbeitung landwirtschaftlicher Erzeugnisse in den Vereinigten Staaten von Amerika [F 52].

und der deutschen Bevölkerung eine starke Ähnlichkeit aufweist. Dies bleibt auch noch richtig, wenn man die Großstädte und die Bevölkerung in diesen gegenüberstellt. Die V.St.A. hatten 1930 93 Städte über 100000 Einwohner, das Deutsche Reich deren 50 mit etwa der halben Einwohnerzahl der amerikanischen Großstädte. In dem Lageplan der

Abb. 3 sind die 93 Großstädte der V.St.A. in 4-facher Abstufung der Größe nach eingetragen. Die überwiegende Bedeutung des Nordostens

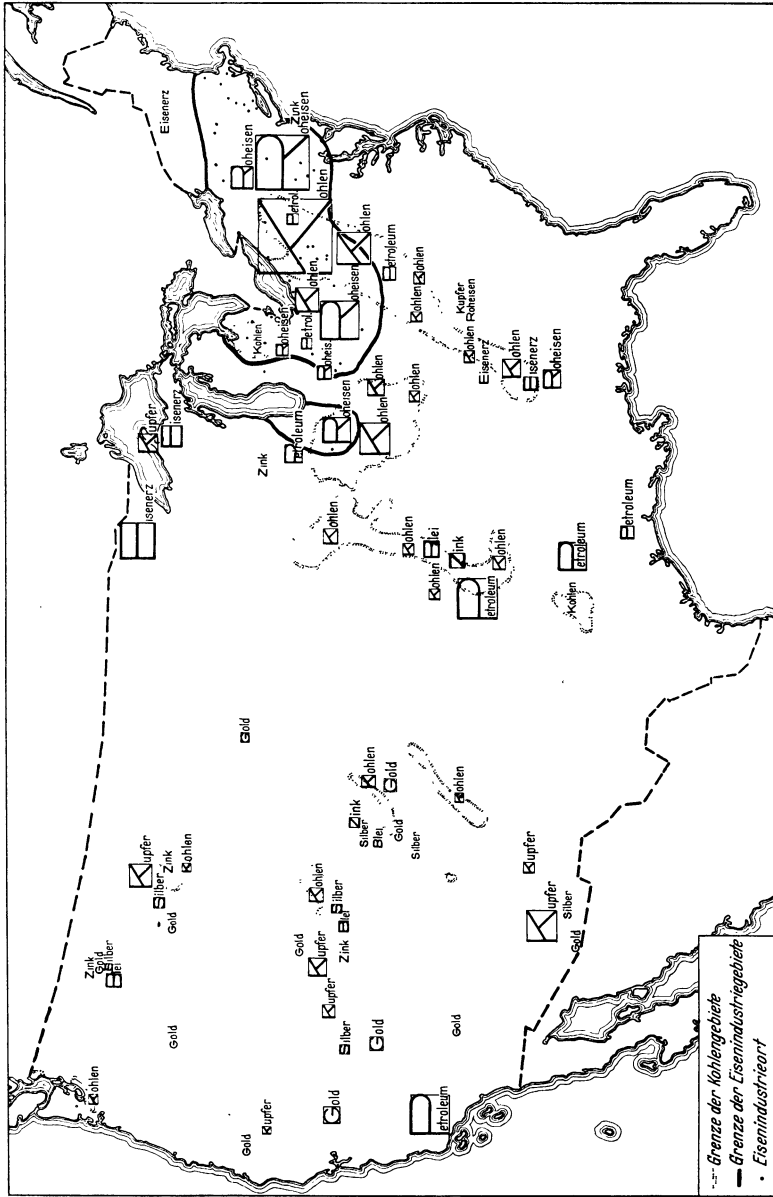


Abb. 5. Lage der Gewinnung von Bodenschätzen und der Eisenindustrie in den Vereinigten Staaten. Amerikas [F 52].
□ bedeutet 30 Millionen RM Wert der Bodenschätze und zwar der Gesamterzeugung, bezogen auf die Jahre 1925/1926
- - - Grenze der Kohlengebiete
— Grenze der Eisenindustriegebiete
• Eisenindustrieherd

zeigt sich in der Häufung der größten Städte und Großstädte in diesem Gebiet. [A 61, F 51a.]

Die wesentlich geringere Siedlungsdichte der V.St.A. gegenüber Deutschland ist aus den Zusammenstellungen 2 und 3 gut ersichtlich. Im Durchschnitt macht sie für das ganze Land etwa ein Achtel der deutschen aus, steigt in der am dichtesten bevölkerten mittelatlantischen Staatengruppe auf etwa ein Drittel derjenigen der Rheinprovinz und ist nur um 70 % höher als diejenige Ostpreußens.

d) Wirtschaft.

Die wirtschaftliche Betätigung der amerikanischen Bevölkerung läßt sich kurz nicht besser schildern, als es graphisch durch die Abb. 4¹ und 5¹ geschehen kann. Die Abb. 4 zeigt die Gebiete der Erzeugung landwirtschaftlicher Produkte und deren Verarbeitung. Die Abb. 5 zeigt die Gebiete, in denen die Bodenschätze liegen und gehoben werden sowie die Lage der Eisenindustrie. Man kann die beiden Karten als logische Folge der früher gekennzeichneten Lage- und Bodenverhältnisse bezeichnen.

Auf der vorhandenen guten Grundlage wirtschaftlicher Betätigung konnten sich Handel und Wandel stark entwickeln. In diesem Zusammenhang sei als charakteristisch lediglich die Summe des auswärtigen Han-

Zusammenstellung 4.
Größe des auswärtigen Handels der V.St.A., Englands und Deutschlands von 1900 bis 1929 [F 23]. (Bezogen auf den Preisstand von 1913.)

Jahr	V.St.A.		England Ein- und Aus- fuhr in Millionen RM	Deutschland Ein- und Aus- fuhr in Millionen RM
	Ein- und Aus- fuhr in Millionen RM	Zunahme in %		
1900	10 163		16800	11 290
1910	14 132	39,05	21 702	17 555
1920	24 479	73,20	19 469	7 638
1925	26 548	8,45	23 863	15 954
1929	32 315	21,70	26 145	21 400

dels (Ein- und Ausfuhr) für die ersten drei Jahrzehnte dieses Jahrhunderts in Zusammenstellung 4 angeführt. Dieser Handel hat sich von 1900 bis 1929 in den V.St.A. mehr als verdreifacht, in Deutschland nicht ganz verdoppelt und in England um 56 % vermehrt.

C. Verkehr.

Die starke wirtschaftliche Betätigung der amerikanischen Bevölkerung hat natürlich einen regen Verkehr zur Folge, der sich auf dem Wasserwege, auf den Eisenbahnen und auf den Straßen abspielt. Der drüben besonders ausgeprägte und rasche Siegeszug des Kraftwagens,

¹ In vereinfachter Form entnommen aus [F 52].

sein rücksichtsloses Eindringen in den Verkehr konnte nicht ohne Wirkung auf die Eisenbahn bleiben.

Der Wasserverkehr ist in erster Linie für den Güterverkehr von Bedeutung. Er spielt sich ab auf den schiffbaren Strömen, den Binnenseen und dem Meer, letzteres für die Küstenschiffahrt.

Amerika ist arm an schiffbaren Strömen. Der bedeutendste ist der Mississippi, dessen Lauf aber von Norden nach Süden geht, während die Hauptrichtung des Verkehrs die west-östliche ist. Der Verkehr auf dem Mississippi ist daher gering, wesentlich geringer als auf seinem Nebenfluß Ohio, der in ost-westlicher Richtung verläuft. Von erheblicher Bedeutung ist der Verkehr auf den großen Binnenseen und von noch größerer die Küstenschiffahrt. Insgesamt machte 1928 in den V.St.A. der Wasserverkehr 30% des Eisenbahngüterverkehrs aus gegenüber 24% in Deutschland. Mehr als die Hälfte des Wasserverkehrs übernimmt in den V.St.A. allein die Küstenschiffahrt, die in Deutschland kaum von Bedeutung ist. [F 23, F 28.]

Bezeichnend ist die Entwicklung des Eisenbahnverkehrs in der Nachkriegszeit. Die Länge des amerikanischen Eisenbahnnetzes mit rd. 250000 Meilen (rd. 400000 km) veränderte sich in letzter Zeit nur wenig, sie nahm langsam ab. Während auf den Bahnen erster Ordnung bis 1920 Personen- und Güterverkehr dauernd und ziemlich gleichmäßig — mit kleinen Schwankungen — wuchsen, nahmen seit dieser Zeit beide eine sehr unterschiedliche Entwicklung. Der Personenverkehr ist rückläufig, der Güterverkehr nimmt — wenigstens bis 1928 — weiter stark zu. Nach C. Pirath waren im Fernverkehr die Verkehrsleistungen der amerikanischen Eisenbahnen im Jahre 1929 rd. 51000 Millionen Pers./km und rd. 787000 Millionen tkm. Die entsprechenden Zahlen der Deutschen Reichsbahn für das gleiche Jahr waren rd. 41000 Millionen Pers./km und rd. 76000 Millionen tkm. Im Personenverkehr waren daher 1929 die Verkehrsleistungen der amerikanischen Bahnen im Vergleich mit denjenigen der Deutschen Reichsbahn trotz 7-facher Streckenlänge nur um rd. 25% größer. Der Güterverkehr auf der Deutschen Reichsbahn war aber nur rd. ein Zehntel desjenigen der amerikanischen Bahnen. Diese sind also in der Hauptsache Güterbahnen geworden. [A 61, F 6, F 28.]

Die Ursache dieser Entwicklung ist das Aufkommen der Kraftwagen (Zusammenstellung 5), deren Zahl 1930 sich auf 26,5 Millionen in den V.St.A. belief gegenüber noch nicht 700000 in Deutschland. In den V.St.A. entfiel daher auf 4,6 Einwohner ein Kraftwagen, in Deutschland erst auf 94. Freilich muß in Deutschland der starke Krafträderbestand mitberücksichtigt werden, welcher ungefähr dem Kraftwagenbestand gleichkommt, in den V.St.A. aber fast gänzlich fehlt. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, daß in den V.St.A.

der relative Bestand an Kraftwagen in den Großstädten und außerhalb der Großstädte nahezu gleich ist, während in Deutschland die Großstädte überwiegen, wenn auch nicht sehr erheblich. [A 50, F 51 a.]

Erst genauere, zahlreich angestellte Verkehrszählungen auf den wichtigen Landstraßen (Staatsstraßen) und deren Auswertung geben die Möglichkeit, Einblick in wichtige Einzelheiten des Straßenverkehrs zu tun. Nach diesen Feststellungen beträgt, der Zahl der Wagen nach, der

Zusammenstellung 5. Anzahl der Kraftfahrzeuge in den V.St.A. und in Deutschland von 1900 bis 1930 [A 50, F 51 a.] (umfassend Personenwagen, Lastkraftwagen, Omnibusse und Zugmaschinen; aber keine Krafträder).

Jahr	V.St.A.		Jahr	Deutschland Anzahl
	Anzahl	Zunahme in %		
1900	8000	} 5756	1907	11072
1910	468500		} 1870	1914
1920	9231941	} 187,5		1921
1930	26545281			1930

Anteil des Güterverkehrs an dem Gesamtverkehr nur etwa 10%, hierunter derjenige der berufsmäßigen Spedition etwa 2%. In den Weststaaten¹ [A 32] beläuft sich bei den Lastkraftwagen² die mittlere Förderweite auf 103 Meilen (166 km) und bei den Personenwagen² die mittlere Reiselänge auf 148 Meilen (238 km). Demgegenüber ist die mittlere Beförderungslänge bei den amerikanischen Bahnen im Güterverkehr 588 km und im Personenverkehr 64 km, bei der Deutschen Reichsbahn im Güterverkehr 157 km und im Personenverkehr 28 km [F 28]. Berücksichtigt man hierzu in den V.St.A. das Überwiegen des leichten Lieferwagens gegenüber dem schweren Lastkraftwagen und das gerade im Westen sehr weitmaschige Eisenbahnnetz, so darf aus diesen Zahlen wohl der Schluß gezogen werden, daß die Beförderung von Gütern mittels Kraftwagen, sofern Eisenbahnen auch zur Verfügung stehen, sich nur auf eine geringe Menge hochwertiger Güter und verhältnismäßig kurze Entfernungen erstreckt. Tatsächlich geht nach den Feststellungen der Lastenverkehr auf Kraftwagen im allgemeinen nur wenig über die angrenzenden Staaten hinaus [A 32].

II. Entwicklung. Verwaltung und Finanzierung.

Trotz des verhältnismäßig kurzen Bestehens der V.St.A. hat auch der Landstraßenbau bereits eine Geschichte hinter sich. Dieselbe weist zwar — in großen Zügen betrachtet — in wichtigen Phasen eine Ähn-

¹ Für die Oststaaten liegen keine Angaben vor, welche alle Lastkraftwagen bzw. Personenkraftwagen umfassen (siehe auch S. 49/50).

² Eigen- und fremdstaatliche Fahrzeuge zusammengenommen (siehe auch S. 49/50).

lichkeit mit deutschen Zuständen auf, zeigt aber andererseits, wie ein junges Land sich rascher und energischer, um nicht zu sagen rücksichtsloser, neuen Problemen zuwendet und sie zu meistern sucht. Gerade die Schilderung der Entwicklung des Landstraßenbaues, der Organisation seiner Verwaltung und Finanzierung bietet Gelegenheit zu derartigen Vergleichen.

A. Entwicklung.

In seinen Uranfängen geht der Landstraßenbau in den V.St.A. bis in die Kolonialzeit zurück. Aber erst um die Wende des 18. und 19. Jahrhunderts wurden eigentliche Landstraßen erbaut, die von den Küstenstädten am Atlantischen Ozean über das Appalachische Gebirge in die Stromgebiete des Ohio und Mississippi zu den dort befindlichen Neusiedlungen führten. Die bedeutendste derselben war der 1806 begonnene Cumberlandweg, der geradezu als Nationalweg bezeichnet wurde. Er führte durch die fünf Staaten Maryland, Pennsylvanien, Ohio, Indiana und Illinois und wurde wegen seiner kolonisatorischen und militärischen Bedeutung mit Mitteln des Bundes durchgeführt, der seinerseits für diesen Zweck einen Teil des Erlöses aus dem Verkauf von Land an die Kolonisten verwendete. Die Unterhaltung des Cumberlandweges geschah durch Bundeszuschüsse sowie durch Abgaben, die von den Wegebenutzern durch die Staaten erhoben wurden. Neben diesen wichtigeren, von der öffentlichen Hand erbauten Wegen entstanden ausgesprochene Zollstraßen (tollroad oder turnpike), die von Privatgesellschaften erbaut wurden, und deren Bau und Unterhaltung Wegzölle oder Wegabgaben finanzieren mußten.

Wie auch in anderen Ländern unterbrach das Aufkommen der Eisenbahnen (seit 1828) die Entwicklung im Straßenbau. So wurde auch die geplante Fortführung des Cumberlandweges nach Westen nicht verwirklicht. Um so rascher breiteten sich die Eisenbahnen aus; z. B. wurden in den Neuenglandstaaten von 1829 bis 1837 nahezu 40 neue Eisenbahnlinien ausgeführt. Bereits 1869 wurde der Stille Ozean erreicht, die Stadt San Francisco erhielt unmittelbare Bahnverbindung mit den Städten am Atlantischen Ozean.

Da die Eisenbahnen die Straßen ersetzten, entfiel für den Bund die Veranlassung, Mittel für den Straßenbau bereitzustellen. Die Straßen gingen nach und nach vollständig in die Verwaltung der Staaten über, so der Cumberlandweg im Jahre 1856. Auch die Staaten zeigten nur geringes Interesse für die Straßen, dafür aber das Bestreben, ihrerseits die Verwaltung derselben an die nachgeordneten Verwaltungskörper, die Counties und Townships, weiterzugeben. So konnte es kommen, daß es eine Zeitlang überhaupt keine Staatsstraßen gab. Dies war die Lage

des Straßenbaues gegen Ende des 19. Jahrhunderts. [A 5, B 11, C 77, F 6.]

Ein neuer Auftrieb für den Straßenbau leitete sich aus der Einführung des Fahrrades in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts her. Nunmehr war wieder ein viel benutztes Fahrzeug vorhanden, welches gute Straßen verlangte. Die 1887 gegründete Vereinigung der Radfahrer setzte sich tatkräftig für eine Verbesserung der Straßen ein und lenkte die Aufmerksamkeit der Staaten und des Bundes auf diese Aufgabe. Einzelne Staaten gewährten Zuschüsse für die Verbesserung ihres Wegenetzes¹. Der Kongreß des Bundes bewilligte 1893 10000 \$ zur Errichtung des Office of Road Inquiry, welches Erhebungen über den Aufbau der Straßenverwaltungen und über die besten Bauverfahren der Straßendecken anstellen sollte. 13 Jahre später wurde aus diesem durch Angliederung des Bureau of Chemistry das Office of Public Roads, welches sich aus drei Abteilungen zusammensetzte, der Straßenbau-, der Versuchs- und der Informationsabteilung. Das Office of Public Roads beschäftigte sich in erster Linie mit den technischen Problemen des Straßenbaues, daneben mit den Fragen der Wirtschaftlichkeit und mit Statistik. Langsam wandten sich die Staaten erneut dem Straßenbau zu. Noch im Jahre 1916 beteiligte sich ungefähr ein Drittel aller Staaten überhaupt nicht am Straßenbau. Es bedurfte erst des starken Einflusses des Bundes auf dem Wege über Bundeszuschüsse, die nur den Staaten gegeben wurden, um eine grundlegende Änderung in der Haltung einzelner Staaten herbeizuführen. Als letzter Staat erklärte Texas im Jahre 1917 durch ein Gesetz seine Mitwirkung am Straßenbau.

Inzwischen hatte sich der Kraftwagen eingestellt und ausgebreitet. Hierdurch wurde die Bedeutung der Straßen noch mehr in den Vordergrund gerückt. Die öffentliche Meinung verlangte nach einer über den Staaten stehenden Organisation des Bundes, welche auf die Ausgestaltung eines Netzes wichtiger Verbindungsstraßen maßgebenden Einfluß ausüben sollte. Dieser Auffassung trug der Kongreß im Jahre 1913 durch Bewilligung einer Summe von 500000 \$ Rechnung, die zum Bau und zur Verbesserung einer Reihe von Poststraßen bestimmt war. Gleichzeitig wurde ein Ausschuß aus je fünf Mitgliedern des Senates und des Repräsentantenhauses eingesetzt, der die Angelegenheit näher untersuchen sollte. Der Bericht dieses Ausschusses bildete später die Grundlage für die durch mehrere Gesetze festgelegte finanzielle Beihilfe des Bundes (Federal-Aid) zum Ausbau des Hauptstraßennetzes in den V.St.A.². Durch die Prüfung der Entwürfe für die staatlichen Bauabsichten, für welche Bundesbeihilfe gewünscht wird, und durch die Überwachung der Ausführung derartiger Straßenbauten seitens der

¹ Vgl. die Ausführungen auf S. 34.

² Vgl. die Ausführungen auf S. 34ff.

Zusammenstellung 6. Befestigungsart der Landstraßen in den V.St.A. zwischen 1914 und 1928 [A 38].

Befestigungsart	1914		1921		1925		1928	
	in Meilen	in %	in Meilen	in %	in Meilen	in %	in Meilen	in %
Erdstraßen (teilw. planiert u. mit Seitengräben)	2188469,30	89,5	2553584	86,8	2484822,3	82,7	2390144	79,3
Tonsandstraßen	44154,73	1,8	63339	2,2	69235,8	2,3	88061	2,9
Kies-, Kleinschlag-, wasserab. Schotterstraßen u. dgl., mit und ohne Bitumenbehandlung	180956,55	7,4	277244	9,4	375119,5	12,5	435517	14,4
Bitumenstraßen	10499,79	0,4	16843	0,6	33569,1	1,1	42278	1,4
Betonstraßen	2348,43	0,1	15611	0,5	37751,2	1,2	55274	1,8
Sonstige Straßen (Naturstein-, Klinker-, Holzpflaster usw.)	19332,04	0,8	14723	0,5	5584,5	0,2	5007	0,2
Insgesamt	2445760,84	100,0	2941294	100,0	3006082,4	100,0	3016281	100,0

staatlichen Straßenbauämter vergrößerte sich der Aufgabenkreis des Office of Public Roads und führte im Jahre 1919 zum Ausbau desselben zu dem heutigen Bureau of Public Roads. [A 5, F 6, C 167.]

Die Übernahme der wichtigeren Straßen in die Verwaltung der Staaten und die Einschaltung des Bundes haben den Weg für einen großzügigen Ausbau des Landstraßennetzes freigemacht. Die Zusammenstellung 6 läßt für die Zeitspanne von 1914 bis 1928 die erzielten Fortschritte in der Straßenbefestigung deutlich erkennen. In diesen vierzehn Jahren hat die gesamte Länge der amerikanischen Landstraßen nur um 23% zugenommen. Die Länge der gutbefestigten Straßen ist aber auf das 2,5-fache gestiegen. Trotzdem ist im Jahre 1928 der in 14 Jahren um etwa 10% gesunkene Anteil der Erdstraßen mit rd. 80% noch recht hoch. [A 38.]

Die Entwicklung des Straßenwesens in den V.St.A. ist nicht denkbar ohne den Einfluß, den neben den zuständigen Behörden berufliche und private Vereinigungen ausgeübt haben. Besonders wichtig ist die Vereinigung der Fachleute der staatlichen Straßenbauämter (American Association of State Highway Officials), welcher auch die Beamten des Bureau of Public Roads angehören. Sie wurde im Jahre 1914 in Washington gegründet. Diese Vereinigung will in erster Linie Erfahrungen über alle Fragen des Straßenbaues sammeln und austauschen. Sie erstrebt ferner eine Vereinheitlichung in Verwaltung, Ausführung und Unterhaltung durch enges Zusammenarbeiten mit dem

Bureau of Public Roads und den nachgeordneten Straßenbaubehörden in den einzelnen Bundesstaaten. Die Durchsetzung des stets festgehaltenen obersten Zieles, nämlich die zur Verfügung stehenden Mittel für das ganze Land mit dem größten Nutzen zu verwenden, sucht die Vereinigung auch durch Einflußnahme auf die Gesetzgebung und Verwaltung zu erreichen. Die in Washington erscheinende Zeitschrift „American Highways“ bringt fortlaufend Berichte über diese Arbeiten. Die Vereinigung ist in ihrer Zusammensetzung und Tätigkeit vielleicht mit dem deutschen Straßenbauverband zu vergleichen.

Weiter ist zu nennen das Bundesamt für Straßenbauforschung (Highway Research Board) in Washington, das im Jahre 1920 als eine Abteilung der Akademie der Wissenschaften gebildet wurde. Es setzt sich zusammen aus Vertretern aller Interessenten am Straßenbau: den Vertretern der Bundes- und Staatsbehörden, der technischen Vereinigungen, der höheren technischen Lehranstalten usw. Die Hauptaufgabe des Amtes besteht darin, den Plan für eine umfassende Straßenbauforschung aufzustellen und dessen Durchführung zu fördern. Zu diesem Zweck sind Ausschüsse gebildet, wie z. B. solche für die Finanzierung, für die Entwurfsbearbeitung, für den Verkehr, für Baustoffe und Bauverfahren sowie für Unterhaltungsarbeiten. Die Ausschüsse erstatten auf der alljährlichen Tagung über ihre Tätigkeit Bericht. Die Veröffentlichungen über die Tagungen des Highway Research Board [A 39] bilden eine wichtige Quelle für das Studium der Fortschritte und Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Straßenbaues in den V.St.A. Teilweise entspricht das Highway Research Board — insbesondere hinsichtlich seines Aufbaues und seiner Tätigkeit — der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau in Deutschland.

Von besonderer Bedeutung kann das Highway Education Board werden, dessen Vorsitzender der Leiter des Bureau of Public Roads, Thomas H. MacDonald, ist. Es hat sich die Aufgabe gestellt, die Bedeutung und den Wert der Straßen und des Straßenbaus zu propagieren und die Ausbildung eines tüchtigen Nachwuchses von Straßenbauingenieuren zu fördern.

Ferner sei die alte Fachorganisation, die American Road Builders Association, genannt. Sie wurde im Jahre 1903 gegründet und hat ihren Sitz in Washington. Sie weist mit Stolz darauf hin, daß sie neben dem Internationalen Ständigen Verband der Straßenkongresse die größte Straßenorganisation der Welt sei. Die Vereinigung arbeitet ebenfalls mit an den wissenschaftlichen und praktischen Problemen des Straßenbaus. Die Mitwirkung bei der Durchführung der jährlich stattfindenden Straßenbaumessen kann als ein Hauptverdienst der Vereinigung bezeichnet werden.

Zur Vertretung ihrer Interessen auf dem Gebiet des Straßenbaus besteht eine Reihe von Vereinigungen der einschlägigen Industrien. Ge-

nannt seien folgende: Highway Industries Association, Chicago; The Asphalt Institute, New York; Portland Cement Association, Chicago; National Paving Brick Association, Cleveland. [A 5, A 7, A 8, A 39, F 6, F 8.]

B. Verwaltung.

Aus der vorher geschilderten Entwicklung schält sich der Aufbau der Behörden heraus, denen in den V.St.A. die Landstraßen anvertraut sind. Die Spitze besteht in der Bundesbehörde, dem Bureau of Public Roads, welches dem Landwirtschaftsministerium angegliedert ist. Es folgen die staatlichen Straßenbauverwaltungen, deren Einsetzung oder richtiger Wiedereinsetzung das allgemeine Interesse der Bevölkerung schon infolge Aufkommens der Fahrräder erzwungen hatte. Den Schluß bilden die örtlichen Straßenbauverwaltungen der Counties und Townships. Im folgenden sollen nun die Aufgaben und Befugnisse dieser Stellen näher gekennzeichnet werden, ebenso die Mittel und Wege, die sie zur Erfüllung ihrer Aufgaben beschritten haben.

a) Bundesbehörde: Bureau of Public Roads.

Der Aufgabenkreis des Bureau of Public Roads war schon durch die Gesetze über die Unterstützung des Straßenbaus durch den Bund aus den Jahren 1916 bis 1921¹ wesentlich erweitert. Er wuchs in den folgenden Jahren noch dadurch, daß bei der Durchführung der einzelnen Maßnahmen immer neue Probleme auftauchten, deren Lösung in Angriff genommen werden mußte, daß aber außerdem von den Staaten Anregungen und Wünsche an die Bundesstelle herangetragen wurden, denen diese sich im Interesse der Sache und der Einheitlichkeit nicht entziehen konnte. Die Tätigkeit des Bureau of Public Roads erstreckt sich heute auf folgende 6 Gebiete, die durch je eine Abteilung bearbeitet werden: Forschungsarbeiten über Baustoffe und Bauweisen, Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit von Bauverfahren, Finanzierung, genaue Buchführung über die den Staaten gegebenen Bundesbeihilfen, Behandlung der im Zusammenhang mit den Bundesbeihilfen entstehenden rechtlichen Fragen sowie Bearbeitung und Herausgabe von Veröffentlichungen. Einen Begriff von der umfangreichen Tätigkeit des Bureau of Public Roads gibt auch die Zahl der Angestellten. Dieselbe betrug nach einem Bericht vom Januar 1933 [C 167] ungefähr 1300. Hierunter befanden sich etwa 500 Ingenieure.

Im einzelnen hat sich das Bureau of Public Roads in seinen verschiedenen Abteilungen damit zu befassen, alle Erfahrungen auf dem gesamten Gebiete des Straßenbaues zu sammeln, zu verarbeiten, zu

¹ Näheres hierüber siehe S. 34.

veröffentlichen und so aufklärend zu wirken, auch ihre Aufnahme in Vorschriften und Richtlinien zu veranlassen. Die letzte Prüfung der Anträge auf Bundesbeihilfe für den Bau der Federal-aid-Straßen vor der Genehmigung durch das Landwirtschaftsministerium ist ein wichtiger Zweig seines Aufgabenkreises. Hierin ist nicht zum geringsten der große Einfluß dieser Behörde verankert. Als eine weitere wichtige Aufgabe sind die Forschungsarbeiten zu nennen, denen der Vorstand des Amtes, Thomas H. MacDonald, seine besondere Aufmerksamkeit schenkt. Dieselben werden entweder unmittelbar von dem Bureau selbst durchgeführt oder einzelnen Forschungsinstituten, auch staatlichen Straßenbauverwaltungen, übertragen, denen dann hierfür finanzielle Beihilfen gewährt werden. Die Straßen in den Waldungen (National Forests) und Schutzgebieten (National Parks) des Bundes sind dem Bureau of Public Roads unmittelbar unterstellt. Das Bureau of Public Roads veröffentlicht alljährlich Berichte über seine Tätigkeit [A 24a—h]¹.

Der Verkehr mit den staatlichen Straßenbaubehörden geschieht durch die Bezirksingenieure, denen die Leitung der zwölf Straßenbaubezirke übertragen ist, in die das gesamte Gebiet der Union zu diesem Zwecke aufgeteilt wurde (Abb. 6). Die acht östlichen Bezirke (östlich der Rocky Mountains) unterstehen dem Vorstand des Bureau of Public Roads in Washington unmittelbar, während die vier westlichen (einschließlich Alaska und Hawai) besonders unter einer Oberleitung in San Francisco zusammengefaßt sind. Auch letztere ist natürlich dem Vorstand des Bureaus in Washington unterstellt. Die Aufgabe der zwölf Bezirksingenieure besteht in der Hauptsache in der Prüfung der Anträge und Entwürfe, welche die Staaten zwecks Erlangung der Bundesbeihilfen für bestimmte Straßenbauten einreichen, in der Überwachung der Ausführung dieser Straßen und in deren Abnahme nach Fertigstellung. Auf Grund des Prüfungsergebnisses der Bezirksingenieure wird durch das Bureau of Public Roads die Bewilligung der Zuschüsse veranlaßt, auf Grund der Abnahme durch diese Beamten erfolgt ihre Auszahlung. Auch die Unterhaltung der mit Bundeshilfe geschaffenen Straßen wird von den Bezirksingenieuren beaufsichtigt. Wird diese durch die zuständige Staatsbehörde vernachlässigt, so kann sie durch die Bezirksingenieure des Bureau of Public Roads geschehen unter Verrechnung der entstandenen Unkosten auf später bewilligte Bundesbeihilfen.

Der geschilderte Tätigkeitsbereich gibt den Bezirksingenieuren Gelegenheit, reiche Erfahrungen im Straßenbau, in Entwurfsbearbeitung, Ausführung und Unterhaltung zu sammeln. Die von ihnen erstatteten Berichte sind daher sehr wertvoll und geben dem Bureau of Public Roads in Washington sichere Unterlagen für die Verfolgung des Zieles nach

¹ Die Berichte umfassen jeweils die Zeit vom 1. Juli bis 30. Juni.

weiterer Vervollkommnung aller Methoden für Entwurf und Ausführung der Straßen.

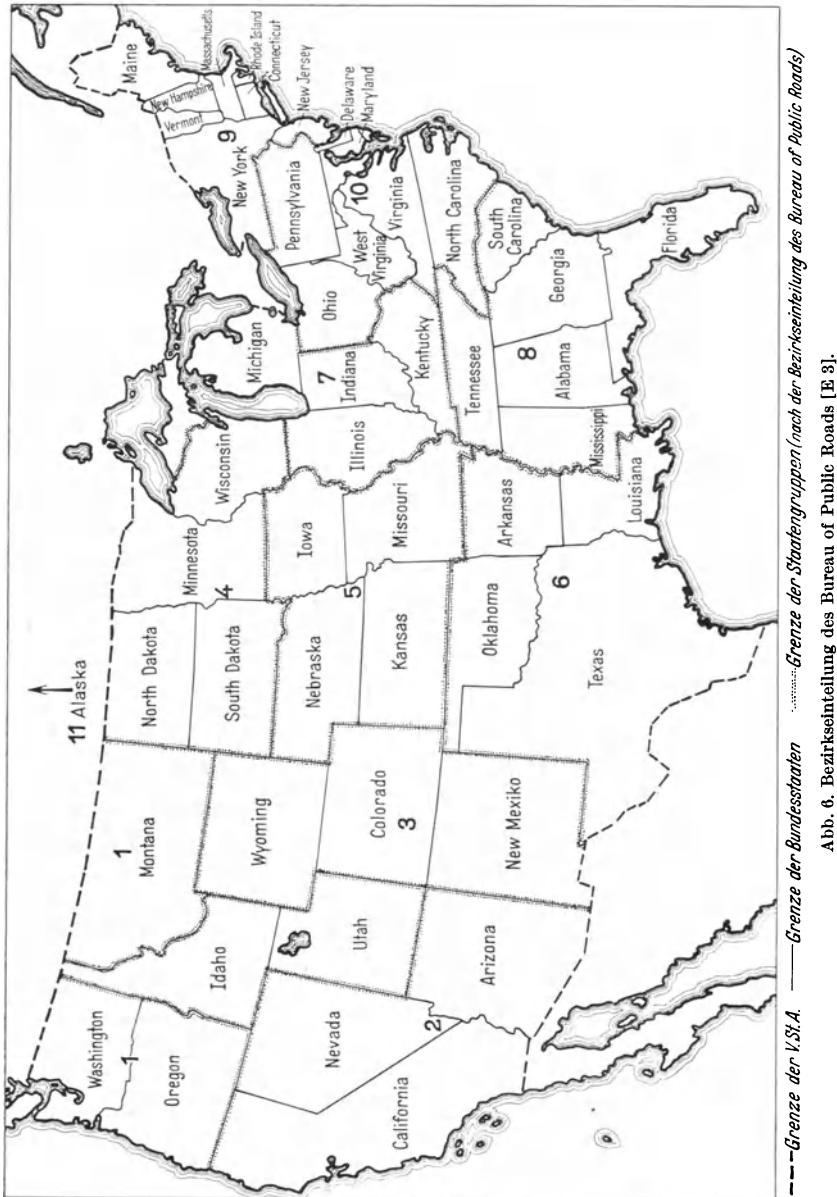


Abb. 6. Bezirkseinteilung des Bureau of Public Roads [E 3].

Durch die von dem Bureau of Public Roads veranlaßten großzügigen Forschungsarbeiten sind bereits zahlreiche Probleme des neu-

zeitlichen Straßenbaus einer Lösung zugeführt, andere in Angriff genommen. In der monatlich erscheinenden Zeitschrift „Public Roads“ werden die Ergebnisse der Forschungsarbeiten sowie auch sonstige wertvolle Erfahrungen der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Durch die umfangreiche sachliche Arbeit hat das Bureau of Public Roads sich sehr um den amerikanischen Straßenbau verdient gemacht, hat trotz verfassungsmäßiger Unzuständigkeit auf einem geradezu ungeheuerlichen Gebiete mit ganz verschiedenen Verhältnissen eine recht weitgehende Vereinheitlichung in wichtigen Fragen des Straßenbaus herbeigeführt und sich durch seine Leistungen allgemeine Anerkennung verdient. Seine führende Stellung ist nicht nur seitens der einschlägigen Behörden, sondern auch in der gesamten amerikanischen Fachwelt unbestritten. In Deutschland hat bisher eine ähnliche Zusammenfassung gefehlt, die Zuständigkeit der einzelnen deutschen Länder auf dem Gebiete des Straßenwesens hat sich ohne Einschränkung auswirken können. Es ist daher nur natürlich, daß nicht nur sämtliche Länder, die ihre Staatsstraßen selbst unterhalten, sondern auch die einzelnen preußischen Provinzen über die wichtigeren Einzelheiten des Straßenbaues, über die Konstruktionselemente besondere und voneinander abweichende Richtlinien herausgegeben haben. Das Ergebnis ist eine weitgehende Zersplitterung auf dem Gebiete des Straßenbaues in Deutschland, welches nur etwa 1/16,5 der amerikanischen Fläche enthält. Erst 1933 ist eine grundsätzliche Änderung durch Schaffung der Stelle des Generalinspektors für das deutsche Straßenwesen eingetreten, dessen Aufgabe eine Vereinheitlichung in allen Fragen des Straßenbaues ist und sich daher mit derjenigen des Bureau of Public Roads vergleichen läßt. [A 5, A 8, C 167, F 6.]

b) Staatliche und lokale Behörden.

Es wurde bereits geschildert, wie durch das Vorgehen des Bundes die einzelnen Staaten nach und nach sich veranlaßt sahen, besondere Straßenbauämter zu schaffen. Denselben liegt nicht nur die Verwaltung des Staatsstraßennetzes ob, vielmehr häufig auch eine mehr oder minder weitgehende Mitwirkung bei dem Bau und der Unterhaltung der Straßen der unteren Verwaltungsbehörden. Dies gilt besonders dann, wenn den letzteren für einzelne Straßenbauten Staatsbeihilfen gewährt werden.

Die Verwaltung der staatlichen Straßenbauämter (State Highway Department, State Road Department, State Highway Board usw.) geschieht durch einen Verwaltungsrat (State Highway Commission), der aus einer oder auch aus mehreren Personen (State Highway Commissioner) bestehen kann und von dem Staatspräsidenten (governor) ernannt wird. Bilden mehrere Personen den Verwaltungsrat, so werden die einzelnen Mitglieder aus den verschiedenen Gebietsteilen des Staates genommen.

Es können jedoch die Inhaber bestimmter Stellen von Amts wegen Mitglieder sein; z. B. ist dies der Fall bei dem Leiter der Ingenieurabteilung des Jowa State College. Die Mitglieder des Verwaltungsrates wechseln sich im Vorsitz ab. Die technischen Arbeiten stehen unter der Leitung eines von dem Verwaltungsrat eingesetzten OBERINGENIEURS (State Highway Engineer). Im übrigen gliedert sich diese Behörde je nach dem Umfange ihres Aufgabenkreises einerseits in einzelne Abteilungen für Planung, Ausführung, Unterhaltung, auch für Prüfung¹ und Forschung, andererseits regional in einzelne Bezirke. An ihrer Spitze steht der Bezirksingenieur, dem die Aufsicht über die Straßen und die Baustellen seines Bezirkes obliegt. Ihm sind Inspektoren für die örtliche Bauleitung beigegeben.

In der Einrichtung und dem Aufbau der einzelnen staatlichen Straßenbauverwaltungen herrscht eine große Verschiedenheit. Diese erklärt sich schon aus der sehr unterschiedlichen Größe und Bedeutung der einzelnen Staaten. Es ist klar, daß eine Straßenbauverwaltung z. B. von Texas mit 690 000 qkm Fläche und über 4½ Millionen Einwohnern anders organisiert sein und nach anderen Grundsätzen arbeiten muß, als diejenige von Vermont mit 25 000 qkm Fläche und wenig über 350 000 Einwohnern.

Die staatlichen Straßenbauämter geben über ihre Tätigkeit in Abständen von einem oder auch mehreren Jahren ausführliche Berichte [B 1 bis B 15] heraus, die meist gedruckt werden und neben technischen Einzelheiten wertvolle statistische Angaben enthalten. Den Arbeiten aller staatlichen Straßenbauämter liegen Bauvorschriften und Richtlinien (specifications [B 16 bis B 34], standards) zugrunde, die zwar Verschiedenheiten aufweisen, bei denen aber doch durch den Einfluß des Bureau of Public Roads und durch die Vereinigung der staatlichen Fachleute, die American Association of State Highway Officials, eine weitgehende Übereinstimmung erzielt ist. [A 5, B 1, B 4, B 10, B 12, F 6.]

Die Weitergliederung der Straßenbauverwaltungen nach unten ist außerordentlich verschieden, muß es auch sein, da in den einzelnen

¹ In welchem Umfang die Materialprüfungsämter der staatlichen Straßenbaubehörden für die Untersuchung von Baustoffen herangezogen werden, erhellt aus der Tatsache, daß im Staate Kalifornien in der Zeit vom 1. Juli 1930 bis zum 30. Juni 1932 über 80 000 Prüfungen vorgenommen wurden. U. a. wurden in diesen 2 Jahren untersucht etwa 8000 Sande, 11 000 Gesteins- und Kiesproben, 10 000 Betonproben, 25 000 Asphalt- und Öldeckenproben, 1000 Füller, 6000 bituminöse Materialien, 2000 Zemente und 3000 Bodenproben. Die Ausgaben für diese Untersuchungen schwankten in den Jahren 1928 bis 1932 zwischen 0,36 und 0,4% der Gesamtausgaben für Straßenbauzwecke, beliefen sich bei durchschnittlich etwa 33 Millionen Dollar Gesamtausgaben mithin im Jahre auf 110 000 bis 120 000 Dollar bzw. auf nahezu ½ Million Reichsmark. Nebenher liefen noch ansehnliche Beträge für die Straßenbauforschung, z. B. von Mitte 1931 bis Mitte 1932 über 25 000 Dollar, allein in diesem einen Staat Kalifornien [B 2].

Staaten die Bedeutung der lokalen Verwaltungsstellen der Counties und Townships selbst sehr unterschiedlich ist. Die Übersetzung der letzteren mit Kreisen und Ämtern gibt den Sinn und die Bedeutung nur ungenau wieder, zumal man in Deutschland hierunter in den einzelnen Gegenden und Ländern auch etwas Verschiedenes versteht. So gibt es große und leistungsfähige Counties und Townships, die sich tüchtige Fachleute halten können und infolgedessen auch gute Straßenbauämter besitzen. Auf der anderen Seite sind aber andere Counties und Townships zu derartigen Aufwendungen nicht in der Lage. Infolgedessen sind einige Staaten dazu übergegangen, ihren eigenen Straßenbauämtern in mehr oder weniger großem Umfang auch die Aufsicht über die Straßen der Counties und Townships zu übertragen, ja sie letzten Endes ganz in eigene Verwaltung zu übernehmen. Einzelne Counties haben dasselbe gegenüber den Townships getan.

Die Meinungen der Fachleute über die richtige Art der Verwaltung der Straßen lokaler Bedeutung sind auch verschieden, offenbar je nachdem, wie in der ihnen bekannten Gegend die Verwaltung aufgezogen ist und sich bewährt hat. Dabei muß im Auge behalten werden, daß die Bedeutung der letztträngigen Straßen und Wege bei einer Gesamtlänge von nahezu 4000000 km nicht gering ist und für die Abwicklung des lokalen Verkehrs ausschlaggebend sein kann. Bemerkenswerte Vorschläge über den Umbau der Straßenverwaltung der Counties und Townships sind von dem Leiter des Bureau of Public Roads, Thomas H. MacDonald, im Anschluß an Untersuchungen über eine beabsichtigte Neuregelung der Straßenfinanzierung gemacht worden. Nähere Ausführungen hierüber finden sich in diesem Kapitel unter C c) (S. 37ff.) [A 5, C 26, C 27, C 44, C 116, C 157.]

C. Finanzierung.

Der vorher geschilderte Aufbau der für die Straßen zuständigen Behörden, vor allem die Schaffung einer Spitze seitens des Bundes, hat sich, was ja auch schon angedeutet wurde, hinsichtlich eines zweckmäßigen Aufbaus der oberen Verwaltungsbehörden und hinsichtlich aller Fragen des Entwurfs, Baues und der Unterhaltung günstig bemerkbar gemacht. Mindestens in gleicher Weise gilt dies aber auch für die verschiedenen Fragen der Finanzierung, deren Lösung wohl kaum dem bestimmenden Einfluß des Bureau of Public Roads mittelbar oder unmittelbar entzogen ist.

So hat die American Association of State Highway Officials — offenbar unter tatkräftiger Mitwirkung des Bureau of Public Roads — Grundsätze für die Finanzierung des Straßenbaues bereits 1924, also zu Anfang der neuzeitlichen Entwicklung des Straßenbaues, aufgestellt

und 1930 ergänzt [C 6]. Nach Ausführungen des Leiters des Bureau of Public Roads, die als Ergänzungen zu diesen Grundsätzen angesehen werden können [C 26], dienen die Staatsstraßen, von denen die U.S. Highways und die Federal-aid Highways die wichtigsten sind, dem Durchgangsverkehr, insbesondere auch dem Verkehr von Stadt zu Stadt. Sie sind aber nicht in erster Linie dazu bestimmt, als Zugang zu den angrenzenden Ländereien benutzt zu werden, haben auch hierfür nur nachgeordnete Bedeutung. Diese Sachlage rechtfertigt es, daß ihre — recht erheblichen — Kosten von den Verkehrsmitteln selbst durch Zwecksteuern, daneben auch durch allgemeine Mittel des Bundes und der Staaten getragen werden. Die Straßen der Counties und Lokalbehörden haben demgegenüber in erster Linie die Aufgabe, das angrenzende Gebiet aufzuschließen und benutzbar zu machen. Es ist daher gerechtfertigt, daß hier das Land als Nutznießer, darüber hinaus die örtlichen Interessenten, also die Counties und Lokalbehörden, die Kosten für ihr Straßennetz tragen, welches natürlich nur einfach ausgebaut und leicht befestigt sein kann. Soweit für die eine oder andere Straße dieses Netzes eine größere Bedeutung für den Durchgangsverkehr vorliegt, kommen auch Staatsbeihilfen in Frage, ebenso bei mangelnder finanzieller Leistungsfähigkeit der unteren Verwaltungsstellen.

Eine logische Folge dieser Gedankengänge ist die Forderung der vorher genannten Richtlinien der American Association of State Highway Officials, die Erhebung von Zwecksteuern auf den Verkehr, also auf Fahrzeuge und Betriebsstoff, den Staaten vorzubehalten, sie aber den Counties und Lokalbehörden zu entziehen. Die Entwicklung hat tatsächlich diese Richtung eingeschlagen. Nur in einigen Staaten erheben einzelne Counties und Lokalbehörden eine Gasolinsteuer, die heute ergiebigste Zwecksteuer, ferner Kraftfahrzeuggebühren.

a) Quellen der Finanzierung.

Für die Finanzierung des Straßenbaues werden bisher — praktisch kommt nur die Nachkriegszeit nach 1920 in Frage — neben unbedeutenden eigenen Einnahmen aus den Straßen selbst herangezogen: reine Zwecksteuern, welche den Hauptanteil zu übernehmen haben; Zuweisungen aus allgemeinen Mitteln der Staaten bzw. Counties, Townships usw.; Beihilfen übergeordneter oder auch nachgeordneter Behörden; ferner Anleihen, die sich beim Neubau eines großen Teiles des Straßennetzes rechtfertigen. Die Einzelheiten dieser Finanzierung sind überaus interessant. Die Entwicklung der Abgaben und Steuern läßt das große Verständnis der Interessenten erkennen, welches solange aufgebracht wird, wie jeder den Zweck und die Verwendung der Steuermittel übersieht und verfolgen kann, welches aber sofort nachläßt und sich in Abwehr verwandelt, wenn das Aufkommen aus Zwecksteuern

zur Deckung von Fehlbeträgen im Haushalt öffentlicher Körperschaften herangezogen, also seiner eigentlichen Aufgabe stärker entzogen wird [C 159].

1. Zwecksteuern. Die Zwecksteuern decken in den V.St.A., wie gesagt, den weitaus größten Anteil der Kosten des Landstraßenbaus. Es handelt sich um drei grundsätzlich verschiedene Arten von Abgaben: die Brennstoffsteuern (gasoline tax); die Gebühren auf die Kraftfahrzeuge (motor vehicle fee), insbesondere für die Einschreibung und die Ausstellung des Führerscheins (registration und license fee) und Steuern auf den Besitz von unbeweglichem Vermögen (real-property tax), welche den Wert der durch die Straßen aufgeschlossenen Grundstücke als Maßstab für die Besteuerung benutzen. Nach den Grundsätzen der American Association of State Highway Officials sollen die Erträgnisse der ersten beiden Abgaben¹ — wie es genannt wird „if any“ — möglichst dem Landstraßenbau zugute kommen, sollen also die genannten Abgaben möglichst zweckgebunden sein. Die Brennstoffsteuern und Gebühren werden in erster Linie von seiten der Staaten überwiegend für Staatsstraßenzwecke erhoben, die Grundbesitzsteuern von den Lokalinstanzen (Counties und Townships) für Bau und Unterhaltung der ganz oder vorwiegend dem örtlichen Verkehr dienenden Straßen und Wege.

Dem Aufbau der Zwecksteuern liegt die amerikanische Einstellung zugrunde, den durch eine Anlage Begünstigten auch zur Tragung ihrer Kosten heranzuziehen. Nach der Statistik des Jahres 1930 haben die staatlichen Abgaben, welche unmittelbar mit dem Kraftfahrzeug und seinem Betrieb zusammenhängen, also die Brennstoffsteuern und Einschreibgebühren, rd. 44% der gesamten Einnahmen für Landstraßenzwecke ausgemacht. Die letzte Gruppe der Zwecksteuern — auf den Besitz von Grundstücken — hat weitere 21% der Gesamteinnahme für Straßenzwecke eingebracht, sodaß von den Einnahmen des Jahres 1930 für Straßenzwecke rd. zwei Drittel den Zwecksteuern zugeschrieben werden müssen. Dieses starke Anteilsverhältnis ist in der immer mehr verstärkten Anspannung der Brennstoffsteuer begründet, die in den zehn Jahren von 1921 bis 1930 ihren Anteil an dem Gesamteinkommen für Landstraßenzwecke von 0,3% auf 26,5% anwachsen sah. Nur so war es möglich, daß wiederum in dem gleichen Zeitraum der Anteil sämtlicher erwähnten Zwecksteuern von 43,6% im Jahre 1921 auf die erwähnten rd. zwei Drittel (genau 65%) im Jahre 1930 zunehmen konnte, und zwar, trotzdem der Anteil der Besitzsteuern in der gleichen Zeit von rd. 33% auf 21% abnahm.

Es verdient hervorgehoben zu werden, daß in den V.St.A. die Halter von Kraftfahrzeugen, wie überhaupt die gesamte Öffentlichkeit, die Brennstoffsteuer und die Gebühren, zunächst auch die mehrfachen Er-

¹ Ferner auch der Personal-Property Tax, siehe S. 31.

höhungen der ersteren, willig auf sich genommen haben, weil sie als gerecht angesehen wurden und dem Kraftwagenverkehr durch den Ausbau des Straßennetzes unmittelbar zugute kamen. Die Gebühren für die Registrierung der Kraftwagen und die Ausstellung des Führerscheins erfuhren keine Erhöhung, da eine solche gegenüber denjenigen Fahrzeughaltern als ungerecht und unbillig angesehen wurde, welche ihr Fahrzeug wenig benutzen. Demgegenüber entsprach nach amerikanischer Auffassung die kräftigere Heranziehung der Brennstoffsteuer insofern der Gerechtigkeit, als der Umfang der Straßenbenutzung mit dem Brennstoffverbrauch wächst und fällt [C 23]. Für den letzteren ist der Einfluß der Steigungen — entgegen der Annahme in der Denkschrift des Reichsministers der Finanzen an den Reichstag vom Dezember 1930 — nach eingehenden Untersuchungen, insbesondere von T. R. Agg, nicht ins Gewicht fallend und derjenige schlechter Wege zu vernachlässigen, da diese sich über das ganze Land verteilen und überall entsprechend dem Umfange der Benutzung eines Kraftwagens ihre Wirkung ausüben¹ [F 32, C 178].

α) Brennstoffsteuern (gasoline tax). Eingeführt wurde die Brennstoffsteuer Anfang 1919 im Staate Oregon, und zwar in Höhe von 1 cts/gal. Rasch folgten die übrigen Staaten, zuletzt 1929 New York und Massachusetts. Mit der Ausbreitung der Steuer wuchs auch der Steuersatz, er belief sich im Durchschnitt für das Gebiet der Union 1926 bereits auf 2,38 cts/gal, 3 cts/gal im Jahre 1928, 3,48 cts/gal im Jahre 1931 und 3,60 cts/gal im Jahre 1932. Eine besondere Belastung bedeutete diese Steuererhöhung für die Verbraucher nicht, da trotz derselben der Kleinverkaufspreis für den Brennstoff stetig geringer wurde. Er fiel von durchschnittlich 30 cts/gal im Jahre 1920 auf rd. 18 cts/gal im Jahre 1928 und rd. 12,5 cts/gal im Jahre 1931, sodaß in diesem Jahre etwa 30 % des Gasolinpreises auf die Gasolinsteuer entfielen [A 50].

Am 1. Juli 1932 hat außerdem der Bund eine Brennstoffsteuer in Höhe von 1 cts/gal eingeführt. Abgesehen vom Bund und abgesehen von lokalen Behörden² einiger Staaten wird die Brennstoffsteuer von den Staaten erhoben, wie es dem Beschluß der American Association of State Highway Officials entspricht. Infolgedessen weist die Erhebung der Steuer große Unterschiede auf. Sie wird vorwiegend beim Erzeuger bzw. Großhändler nach der verkauften Menge und nur in einem Staate beim Kleinhändler, also an der Tankstelle, erhoben. Eine Rückvergütung der Steuer auf den nicht für Kraftwagenzwecke verwandten Brennstoff erfolgt in den meisten Staaten auf Antrag. Der Anteil dieser Rückvergütung an dem Gesamtaufkommen ist gering, er betrug im Jahre 1925 nur 4,1 % [F 6].

¹ Vgl. Abb. 18 und 19, S. 70/71.

² Beispielsweise wird in Mobile, Alabama folgende Gesamtsteuer gezahlt: Bundessteuer 1 ct, Staatssteuer 6 cts, Countysteuern 1½ cts und Stadtsteuer 1 ct, insgesamt 9½ cts/gal [A 33].

Die stetige Erhöhung der Steuersätze und die Vermehrung des Kraftwagenbestandes hat zu einer recht beträchtlichen Steigerung der Einkünfte aus diesen Zwecksteuern geführt. Der Ertrag der staatlichen Brennstoffsteuer stieg von 5,38 Millionen \$ im Jahre 1921 auf 305,23 Millionen \$ im Jahre 1928 und auf 537,59 Millionen \$ im Jahre 1931, also auf den 100-fachen Betrag im Laufe von zehn Jahren¹. In dem gleichen Zeitabschnitt hatte sich der Bestand an Kraftwagen auf das 2½-fache vermehrt. Die durchschnittliche Belastung eines Kraftfahrzeuges betrug im gesamten Gebiet der Union im Jahre 1930 18,65 \$ und im Jahre 1932 21,30 \$.

Das Aufkommen aus der staatlichen Brennstoffsteuer als Zwecksteuer ist zunächst — wie bei den Kraftfahrzeuggebühren — vorwiegend für den Bau der Staatsstraßen verwendet worden. Für andere als für Straßenbauzwecke wurde wenig abgezweigt, im Jahre 1931 nur 19,4 Millionen \$ von insgesamt 537,59 Millionen \$. Im Jahre 1932 wurde aber — wohl infolge der Verschlechterung der Wirtschaftslage — bereits bei 514,14 Millionen \$ Gesamteinnahme ein Betrag von rd. 48 Millionen \$ für andere Staatsaufgaben verwandt. Ganz naturgemäß hat dieses Verfahren und die ständige Erhöhung der Steuersätze den Widerstand der von der Brennstoffsteuer betroffenen Kreise ausgelöst, welche sich Anfang 1932 in der National Highway Users Conference zusammenschlossen [C 159]. Dieselbe hat sich die Aufgabe gestellt, eine Besteuerung des Brennstoffes für Straßenbauzwecke auf gerechter Grundlage zu fördern, eine ungerechtfertigte Belastung des Kraftwagenverkehrs aber zu bekämpfen.

β) Kraftfahrzeuggebühren (motor vehicle fee). Für die Benutzung von Kraftfahrzeugen werden in den V.St.A. verschiedene Abgaben erhoben, und zwar — als wichtigste — jährliche Abgaben für die Registrierung des Fahrzeuges (registration fee) mit jährlich erfolgender Umwechslung des Nummernschildes als Ausweis der Steuerzahlung. Außerdem werden Abgaben für die Ausstellung des Führerscheins (operator bzw. chauffeur license fee oder permit) erhoben, wobei der Führerschein im allgemeinen jährlich erneuert werden muß². Auf gewerbsmäßig betriebene Kraftfahrzeuge (common-carrier truck bzw. bus³ und contract-carrier truck bzw. bus⁴) werden außerdem noch

¹ Im Jahre 1932 betrug die Einnahme 514,14 Millionen \$.

² Die Höhe dieser Gebühren schwankt für einen Selbstfahrer (operator) zwischen 0,50 bis 3,00 \$ und für einen Chauffeur zwischen 1 bis 5 \$.

³ Fahrzeuge im Dienste des öffentlichen Verkehrs, Beförderung gegen Entgelt auf festgelegten Linien, mit regelmäßigem Fahrplan und mit öffentlichen Beförderungssätzen.

⁴ Fahrzeuge im Dienste des nichtöffentlichen Verkehrs, Beförderung gegen Entgelt auf Grund gegenseitiger Vereinbarung, keine festgelegten Linien, kein regelmäßiger Fahrplan, keine öffentlichen Beförderungssätze.

vielfach besondere Gebühren erhoben. Bei den Kraftfahrzeuggebühren, die zum ersten Male im Jahre 1901 im Staate New York erhoben wurden, handelt es sich vorwiegend um Staatsabgaben. Vereinzelt können kommunale Behörden Zuschläge erheben¹. Infolgedessen besteht in den einzelnen Staaten nicht nur nach Art der Erhebung, sondern auch nach der Höhe der Steuerbeträge eine große Buntscheckigkeit. Es gibt nicht zwei Staaten mit gleichartigen und gleich hohen Abgaben [A 53].

Die Personenkraftwagen werden vorwiegend nach dem Wagengewicht (Brutto- bzw. Nettogewicht) oder der Pferdestärke des Motors besteuert. In einigen Staaten besteht auch eine Einheitsgebühr, welche im Bundesgebiet von Columbia mit 1 \$ am niedrigsten ist. In anderen Staaten bestehen gleichzeitig zwei verschiedene Steuermaßstäbe, worunter sich auch das Registrierungsalter und der Wert des Fahrzeugs befinden.

Die Lastkraftwagen werden vorwiegend — mit und ohne Berücksichtigung der Bereifungsart — nach der Ladefähigkeit besteuert, daneben nach dem Wagengewicht (Brutto- bzw. Nettogewicht). Eine Einheitsgebühr besteht nur im Bundesgebiet von Columbia von 1 \$ Höhe. In einigen wenigen Staaten bestehen gleichzeitig mehrere Steuermaßstäbe, darunter das Registrierungsalter und die Art des Wagens (Lastkraftwagen von Farmen, leichte Lieferwagen usw.).

Die Besteuerung der gewerbsmäßig betriebenen Personenkraftwagen umfaßt vielfach außer der gleichen oder erhöhten Gebühr, die für gleichwertige private Personenkraftwagen gilt, noch eine Sonderbesteuerung, die sich aus dem Personenvermögen oder aus der Fahrtlänge oder der Zahl der Personenmeilen oder den Einnahmen aus der Beförderung usw. errechnet. In zahlreichen Staaten besteht ein gleiches Verfahren bei den gewerbsmäßig betriebenen Lastkraftwagen mit dem Unterschied, daß sich die Sondersteuer aus der Fahrtlänge oder der Anzahl der Tonnenmeilen oder den Einnahmen aus der Beförderung oder dem Gewicht des Fahrzeuges (Brutto- bzw. Nettogewicht) usw. bestimmt.

Im folgenden sollen die Registrierungsgebühren der Staaten Californien und Illinois nach dem Stande vom 1. Januar 1933 näher angeführt werden [A 53].

Die privaten Personenkraftwagen zahlen in Californien eine Einheitsgebühr von 3 \$, während in Illinois die Gebühren entsprechend der Pferdestärke des Motors von 8 bis 25 \$ abgestuft sind. Die privaten Lastkraftwagen zahlen in Californien außer der Einheitsgebühr von 3 \$ einen nach dem Nettogewicht abgestuften Zuschlag, der sich zwischen 8 und 70 \$ bewegt und sich außerdem bei Vollgummibereifung

¹ Unterlagen über den gesamten Ertrag liegen nicht vor.

verdoppelt. In Illinois richtet sich bei den privaten Lastkraftwagen die Größe der Gebühr nach dem Bruttogewicht und liegt zwischen 10 und 250 \$. Die gewerbsmäßig betriebenen Personen- und Lastkraftwagen zahlen im öffentlichen Verkehr in Californien lediglich eine Sondergebühr von 4 bzw. 5% der Beförderungseinnahmen, während — ebenso wie in Illinois — alle übrigen gewerbsmäßig betriebenen Kraftfahrzeuge wie private Kraftfahrzeuge besteuert werden. Die dem öffentlichen Verkehr dienenden, gewerbsmäßig betriebenen Kraftfahrzeuge zahlen in Illinois außer der gleichen Gebühr wie gleichwertige private Fahrzeuge noch einen Zuschlag, der bei Personenkraftfahrzeugen 1 \$ je 100 pounds Bruttogewicht und bei Lastkraftwagen 1,50 \$ je 100 pounds Bruttogewicht beträgt.

Die Einnahmen aus den Registrierungsgebühren sind hoch, aus den Gebühren für die Ausstellung des Führerscheins gering. Für 41 Staaten¹ beliefen sich beispielsweise im Jahre 1932² die Einnahmen aus der Registrierungsgebühr auf 262,7 Millionen \$, dagegen aus der Ausstellung des Führerscheins nur auf 17,2 Millionen \$. Die durchschnittliche jährliche Höhe der Kraftfahrzeuggebühren betrug im Jahre 1930 für Personenkraftwagen in Illinois 9,63 \$ und in Michigan 13,77 \$, für Lastkraftwagen und Omnibusse betrug sie in Illinois 22,38 \$ und in Michigan 24,52 \$ [C 101 bis C 103]. Der Durchschnitt für alle Kraftfahrzeuge war in Illinois 11,23 \$ und in Michigan 15,42 \$. Die durchschnittliche Belastung aus den Kraftfahrzeuggebühren betrug im gesamten Gebiet der Union vergleichsweise im gleichen Jahr 13,40 \$. Aus den statistischen Unterlagen ist eine starke steuerliche Belastung der schweren Kraftfahrzeuge zu erkennen. Diese starke steuerliche Heranziehung der schweren Wagen hat nach der Meinung des Leiters des Bureau of Public Roads, Th. H. MacDonald, dazu geführt, daß sie in vollem Umfange die zusätzlichen Deckenbaukosten tragen, welche sie infolge ihres größeren Gewichtes verursachen [C 105].

γ) Steuern auf den Besitz von unbeweglichem Vermögen für Straßenbauzwecke (real-property tax for highway purposes). In den V.St.A. bilden die Steuern auf das allgemeine Vermögen (general-property tax) die Haupteinnahmequelle von sämtlichen Steuern, welche in den einzelnen Staaten für alle Zwecke erhoben werden. Die allgemeinen Vermögenssteuern zerfallen in Steuern auf das bewegliche (personal-property tax) und auf das unbewegliche Vermögen (real-property tax). Steuern auf den Besitz von beweglichem Vermögen werden besonders für Straßenbauzwecke nicht erhoben. Ihr Ertrag wird vielmehr für allgemeine Ausgaben verwandt. Dies gilt auch für die

¹ Einschl. Distrikt von Columbia.

² Gesamteinnahmen aller Staaten 324,27 Millionen \$; davon rd. 29 Millionen für Schulen, allgemeine Staats- bzw. Countyausgaben usw.

Vermögenssteuern auf den Besitz von Kraftfahrzeugen als beweglichem Vermögen, die heute noch in den meisten Staaten erhoben werden¹.

Für Zwecke des Straßenbaues wird aber in den V.St.A. der Grundbesitz besonders besteuert, und zwar vorwiegend von seiten der lokalen Behörden. Der Ertrag aus dieser Besteuerung bildet das Rückgrat für die Finanzierung von Bau und Unterhaltung der County- und Lokalstraßen. Im Jahre 1921 betrug derselbe 46,9% des Gesamteinkommens für diese Straßen; der Anteil im Jahre 1925 war 60,4% und im Jahre 1930 48,7%. Im Gegensatz zu dem Vorgehen der lokalen Behörden erheben heute nur noch wenige Staaten Steuern auf den Grundbesitz für Straßenbauzwecke. Seit den letzten Jahren weist die Einnahme aus dieser Steuer bei den Staatsstraßen einen dauernden Rückgang auf, und zwar von 8,1% der Gesamteinnahmen im Jahre 1921 auf 1,4% im Jahre 1928 und 1,0% im Jahre 1930.

Einen weitgehenden Aufschluß über die Höhe und die Verwendung der allgemeinen Vermögenssteuern für Straßenbauzwecke geben die Untersuchungen über die gesamte Finanzlage in einigen Staaten, welche gemeinsam von den jeweiligen Staatsstraßen-Bauämtern, der Universität von Wisconsin und dem Bureau of Public Roads durchgeführt worden sind und die Verhältnisse für den Straßenbau besonders berücksichtigt [C 101 bis C 103]. Aus diesen Untersuchungen kann die durchschnittliche Belastung des allgemeinen Vermögens mit Abgaben für Straßenbauzwecke aus dem Steuerwert der Vermögen und aus der — angenähert ermittelten — Verwendung dieser Steuern für Straßenbauzwecke im gesamten Staat — also unter Einschluß der Großstädte — festgestellt werden. Im Durchschnitt betrug im Jahre 1930 z. B. der jährliche Steuersatz des allgemeinen Vermögens für Straßenbauzwecke für 100 \$ Steuerwert in Wisconsin 36,8 cts, in Michigan 54,4 cts und in Illinois 81,6 cts; der jährliche Steuersatz auf das allgemeine Vermögen für alle Zwecke für 100 \$ Steuerwert war 2,13 \$ in Wisconsin, 3,34 \$ in Michigan und 5,54 \$ in Illinois². Vergleichsweise betrug für das Rechnungsjahr 1929/30 die Belastung des Grundbesitzes in Deutschland durch Grund- und Gebäudesteuern sowie Hauszinssteuern 3,65 RM auf 100 RM Einheitswert nach der Bewertung von 1928 [F 44].

δ) Vergleich der Zwecksteuern auf Personenkraftwagen in den V.St.A. und Deutschland. Für den Vergleich sollen nur die unmittelbar an den Kraftwagen und seinen Betrieb gebundenen Steuern

¹ Nach einer Angabe der National Highway Users Conference schätzt man die Einnahmen aus den Vermögenssteuern auf den Besitz von Kraftfahrzeugen im Jahre 1932 auf 125 Millionen \$. Näheres siehe unter [F 6, S. 49ff.]. Nach einer Mitteilung von H. R. Briggs kann man den durchschnittlichen jährlichen Steuersatz zu etwa 3,50 bis 4,25 \$ annehmen.

² Die allgemeine Vermögenssteuer erstreckt sich in Illinois im Gegensatz zu Michigan und Wisconsin auch auf Kraftfahrzeuge, Eisenbahnen usw.

und Gebühren in Betracht gezogen werden, da sie in beiden Ländern bestehen. Für den „mittleren“¹ Personenkraftwagen (Gewicht etwa 1000 kg) beliefen sich im Staate Jowa im Jahre 1930 bei einer mittleren jährlichen Reiselänge von 7000 Meilen die Jahreskosten an Fahrzeuggebühren auf 15,63 \$ und an Brennstoffsteuern auf 13,33 \$, insgesamt also auf rd. 29 \$ (rd. 122 RM), rd. 6⅓% der gesamten Betriebskosten² [A 65]. Unter Zugrundelegung einer gleichen mittleren Jahresreiselänge errechnet sich nach Angaben des Reichsverbandes der Automobilindustrie in Deutschland für einen Personenkraftwagen von 2000 ccm Hubraum die Belastung auf 252 RM an Kraftfahrzeugsteuern und 355 RM an Abgaben auf den Brennstoff durch Zölle, Umsatzausgleichsteuern und Spiritusbeimischungszwang, also insgesamt auf 607 RM³ und für einen Personenkraftwagen von 1000 ccm Hubraum auf 126 RM an Kraftfahrzeugsteuern und rd. 200 bis 215 RM an Abgaben auf den Brennstoff, insgesamt demnach auf rd. 325 bis 340 RM. Hiernach ist die Belastung in Deutschland etwa 3- bis 5-mal höher als in den V.St.A. Dem Straßenbau ist aber von den Zwecksteuern früher wohl kaum mehr als ein Drittel zugute gekommen. Durch den Fortfall der Kraftfahrzeugsteuer in Deutschland ist neuerdings die steuerliche Gesamtbelastung für fabrikneue Wagen wesentlich verringert worden.

2. Zuweisungen aus allgemeinen Mitteln. Zuweisungen aus allgemeinen Mitteln der Staaten bzw. Counties, Townships usw. an den Straßenbau finden in den V.St.A. nur in geringem Umfange statt. Der Anteil dieser Zuweisungen an den Gesamteinnahmen für den Landstraßenbau belief sich im Jahre 1921 auf rd. 3% und im Jahre 1928 auf 7,4%. Wenn demgegenüber im gleichen Jahre 1928 in Preußen [F 29] dieser Anteil rd. 41% betrug, so muß bei einem Vergleich berücksichtigt werden, daß in den V.St.A. in diesem Jahre 25,4% aller Einnahmen aus Vermögenssteuern herrühren, die als Zwecksteuern unmittelbar für Straßenzwecke erhoben wurden. Diese 25,4% müssen also jenen 7,4% hinzugerechnet werden, sodaß der Unterschied gegen 41% nicht mehr allzu groß ist.

3. Beihilfen über- und nachgeordneter Behörden. Beihilfen zum Straßenbau werden sowohl von seiten übergeordneter an nachgeordnete Behörden (Bund an die Staaten = Federal-Aid, Staat an die Counties und Townships = State-Aid, County an die Townships = County-Aid usw.)

¹ Errechnet aus dem Durchschnittsgewicht der einzelnen Wagenklassen und dem Anteil der einzelnen Wagenklassen an dem Gesamtbestand der Personenkraftwagen im Staate Jowa 1930 (vgl. Abb. 15, S. 67).

² Die Durchschnittswerte aus dem gesamten Kraftfahrzeugbestand der Union und den gesamten staatlichen Einnahmen aus Kraftfahrzeuggebühren und Brennstoffsteuern sind etwas höher: 1930 = 32,05 \$, 1931 = 34,17 \$ und 1932 = 34,74 \$.

³ Die Gesamtausgaben auf den Brennstoff sind hierbei zu 21 Pf./l errechnet.

als auch von nachgeordneten an übergeordnete Behörden, insbesondere von seiten der lokalen Behörden an die staatlichen Behörden gegeben.

Die Beihilfen erklären sich aus der historischen Entwicklung des Straßenbaues. Dieser war früher eine Aufgabe der unteren Verwaltungsbehörden, der Städte, Townships und Counties. Mit dem Aufkommen der Kraftwagen wurden größere Anforderungen an den Straßenbau gestellt und der Wirkungskreis des Straßenverkehrs vergrößert. Der unzulängliche Einfluß der unteren Verwaltungen auf die Schaffung zweckmäßiger Straßen veranlaßte nunmehr die höheren und umfassenderen Verwaltungen, und zwar zuerst die Staaten, im Anschluß an das Vorgehen des Staates New Jersey im Jahre 1891, auf verschiedenen Wegen Einfluß auf Bau und Unterhaltung der wichtigeren Straßen zu erlangen [A 57]. Zu den Maßnahmen der Staaten gehört u. a. die Gewährung staatlicher Beihilfen für den Bau wichtiger Straßen und die Errichtung staatlicher Straßenbauämter als technische Aufsichtsbehörden für die mit staatlichen Beihilfen gebauten Straßen. Nach und nach erlangten auf diese Weise die meisten Staaten in der Union völlige Aufsicht über Bau und Unterhaltung der wichtigeren Straßen, deren Ausbaukosten sie entweder ganz oder — neben einem Zuschuß der unteren Verwaltungsbehörden — großenteils übernehmen. Daneben gewähren aber auch die Staaten Zuschüsse für die unter der Verwaltung der Counties und Lokalbehörden stehenden Straßen. Der Anteil dieser Überweisungen zwischen den staatlichen und lokalen Behörden an den Gesamtmitteln ist nicht sehr erheblich. Er machte im Jahre 1928 7% und im Jahre 1930 nur noch 4,8% aus.

Nachdem sich der geschilderte staatliche Einfluß auf die wichtigeren Straßen bewährt hatte, mußte der nächste Schritt notwendig zur Einschaltung des Bundes führen, der sich auf dem gleichen Wege über finanzielle Beihilfen maßgebenden Einfluß auf Entwurf und Bau der wichtigsten Durchgangsstraßen (interstate and intercounty highway) sicherte. Die Bundesgesetze vom 11. Juli 1916 (federal-aid road act) und vom 9. Nov. 1921 (federal-aid highway act) schufen die rechtliche Grundlage [A 60]. Diese Gesetze setzen für die Erlangung der Bundesbeihilfe das Vorhandensein staatlicher Straßenbauämter voraus, verlangen also deren Errichtung, falls sie fehlen. Sie fordern weiter für die mit Bundesbeihilfe zu bauenden Straßen die bundesbehördliche Genehmigung der Entwürfe, die Beachtung der für Entwurf und Ausführung geltenden Bauvorschriften und Richtlinien (standards) und die sachgemäße Unterhaltung der fertigen Straßen durch die Staaten. In Zusammenarbeit der staatlichen Straßenbauämter mit dem Bureau of Public Roads in Washington wurde ein Straßennetz — Federal-aid Highway System — festgelegt, das mit Bundesbeihilfe ausgebaut wird, aber nur 7% aller Straßen eines Staates umfassen soll. (Vgl. S. 42.)

Als Beihilfe für den Ausbau dieses Bundesnetzes werden vom Kongreß besondere Mittel bewilligt, von denen ursprünglich 3 %, ab 1921 nur noch 2,5 % für Verwaltungszwecke sowie für die Durchführung und Veröffentlichung eigener oder in Gemeinschaft mit anderen Behörden oder Forschungsstellen vorgenommener Untersuchungen und Forschungen verwendet werden dürfen. Auf die einzelnen Staaten werden die Beihilfen zunächst grundsätzlich verteilt, und zwar mit einem Drittel nach der Flächengröße, mit einem weiteren Drittel nach der Bevölkerungszahl und mit dem letzten Drittel nach der Länge des Hauptstraßennetzes. Im Interesse der kleinen Staaten soll aber kein Anteil geringer sein als 0,5 % der gesamten Bundesbeihilfe. Diese Verteilung der Mittel ist aber nur eine grundsätzliche. Tatsächlich zugeteilt werden die Beihilfen nur an Hand der eingereichten Entwürfe und Bauabsichten, für deren Durchführung im allgemeinen bis zu 50 % der Kosten als Bundesbeihilfe bewilligt werden. Im Interesse einer wirtschaftlichen Verwendung der Mittel wurde, abgesehen von den Kosten für größere Brücken, die Bundesbeihilfe ursprünglich auf 10 000 \$/Meile (26 000 RM/km), später auf 25 000 \$/Meile (65 000 RM/km) beschränkt. Die Zahlung der Beihilfe erfolgt nach Fertigstellung und Abnahme der Straßen, also in Form der Rückvergütung. [A 60.]

Die seit dem Jahre 1917 bewilligten Bundesbeiträge haben durchschnittlich 76 Millionen \$ im Jahre ausgemacht und inzwischen (einschließlich 1933) eine Summe von 1290 Millionen \$ erreicht, von der bis zum 30. Juni 1932 rd. 1102,95 Millionen \$ verausgabt war. Die den einzelnen Staaten überwiesenen Beiträge machten an den Gesamtkosten der Federal-aid-Straßen im Jahre 1924 rd. 46 %, 1928 rd. 43 % und 1931 rd. 41,5 % aus. Der durchschnittliche Zuschuß je km jährlich ausgebauter Federal-aid-Straßen betrug in den gleichen Jahren rd. 20 000 RM, 22 500 RM und 25 000 RM. Gemessen an den gesamten Aufwendungen für alle Landstraßen war die Bundesbeihilfe bisher verhältnismäßig klein. Sie machte im Jahre 1925 nur rd. 6,8 %, im Jahre 1928 4,8 % und im Jahre 1930 4,7 % aus. Berücksichtigt man nur die Aufwendungen für Staatsstraßen, so erhöhen sich die Anteilsverhältnisse auf 13,9 % — 9,5 % — 8,1 %.

Mit Eintritt der Wirtschaftskrise im Jahre 1930 hat aber der Bund seine Unterstützung beträchtlich erhöht und erweitert. Zunächst stieg die Jahresbeihilfe von 75 Millionen \$ in den Jahren 1925 bis 1929 auf rd. 106 Millionen \$ im Jahre 1930 und auf je 125 Millionen \$ in den folgenden Jahren an. Da aber die Staaten die erhöhte Bundesbeihilfe infolge Verringerung der eigenen Mittel, insbesondere der Zwecksteuern, nicht in voller Höhe ausnutzen konnten, bewilligte der Kongreß außer den regulären Jahresbeihilfen erstmalig im Dezember 1930 eine Notanleihe des Bundes (emergency relief loan) von 80 Millionen \$ und weiter

im Juli 1932 eine zweite Notanleihe von 120 Millionen \$ [C 1, C 5]. Während die erste Notanleihe ein Ersatz für die fehlenden staatlichen Mittel bei der Inanspruchnahme der Bundesbeihilfe sein sollte, verfolgt die zweite Notanleihe den Zweck, das Vorgehen zahlreicher Staaten auf Schaffung zusätzlicher Arbeit im Straßenbau — unter Beschränkung der wöchentlichen Arbeitszeit [C 158] auf 30 Stunden — zu unterstützen. Auf diesem Weg konnten im Jahre 1931 rd. 53000 Personen beim Bau von Federal-aid-Straßen mehr beschäftigt werden, und der Anteil der geldlichen Leistung des Bundes stieg mit rd. 218 Millionen \$ im gleichen Jahre auf 19,9% der Gesamteinnahmen für Staatsstraßen [C 8]. Im Jahre 1933 stehen — in Ausführung des National Industrial Recovery-Gesetzes vom 16. Juni 1933 — weitere 400 Millionen \$ für Straßenbauzwecke zur Verfügung, von denen höchstens 50% für Federal-aid-Straßen außerhalb städtischer Gebiete, wenigstens 25% für den Ausbau des Federal-aid-Netzes innerhalb städtischer Gebiete und höchstens 25% für Nebenstraßen (secondary road) verwendet werden dürfen. Entwurf und Durchführung der genannten Bauarbeiten stehen unter Leitung der Staatsstraßenbauämter. Auch hier ist die wöchentliche Arbeitszeit auf 30 Stunden begrenzt [C 165].

4. Eigene Einnahmen aus den Straßen. An eigenen Einnahmen aus den Straßen selbst bzw. aus den für Straßenbauzwecke verfügbaren Mitteln sind der Erlös aus dem Verkauf von Grundstücken und Materialien, Bankzinsen, Schenkungen u. dgl. zu nennen. Der Anteil dieser Einnahmen an den Gesamteinnahmen ist naturgemäß gering. Er wird für das Jahr 1928 mit 3,8%, für das Jahr 1930 mit 2,6% angegeben.

5. Anleihen. Die Aufnahme von Anleihen ist in den V.St.A. in den letzten Jahren — gemessen an den Gesamteinnahmen — mehr und mehr zurückgegangen. Zahlreichen Staaten und Townships ist auch die Aufnahme von Anleihen nach der Verfassung verboten, die Finanzierung ihrer Straßenbauten erfolgt daher aus laufenden Mitteln (pay-as-you-go policy im Gegensatz zur bond-issue policy) [C 48]. Nach den Richtlinien der American Association of State Highway Officials sollen Anleihen zur Entlastung der Zwecksteuern nur in solchen Staaten herangezogen werden, in denen ein erstmaliger Ausbau oder Umbau der Straßennetze erfolgen soll. In den übrigen Staaten, in denen also ein erstmaliger Ausbau und Umbau der Straßen erfolgt oder bereits beendet ist, sollen Anleihen nur für besondere Bauten oder in Notfällen aufgenommen werden. Die Laufzeit der Anleihen soll der Lebensdauer der Straßendecke angepaßt sein und nach den genannten Richtlinien für Anleihen der Staaten 30 Jahre und für Anleihen der Counties und Lokalbehörden 20 Jahre nicht übersteigen [C 6]. Nach einer Feststellung des Bureau of Public Roads betrug die mittlere Laufzeit der Staatsanleihen Ende 1930 rd. 20 Jahre [C 17].

Der Anteil der Anleihen an den Gesamteinnahmen für Straßenbauzwecke ist — wie bereits erwähnt — dauernd gesunken. Entfielen im Jahre 1921 mit rd. 435 Millionen \$ 37,9% auf Anleihen, so waren es im Jahre 1930 mit rd. 317 Millionen \$ nur noch 16,2%. Insgesamt befanden sich 1930 rd. 3 Milliarden \$ an Anleihen für Straßenbauzwecke im Umlauf, davon 1,15 Milliarden für Staatsstraßen.

b) Einnahmen und Ausgaben für alle Landstraßen.

Einen guten Überblick über Einnahmen und Ausgaben für Staatsstraßen und für County- und Lokalstraßen im Jahre 1928 gibt die Zusammenstellung 7. Verglichen mit dem Jahre 1921 [C 25] hat das Jahr 1928 eine Zunahme aller Einnahmen um rd. 537 Millionen \$ gebracht, welche aber fast ausschließlich dem Bau von Staatsstraßen zugute gekommen ist. Im Jahre 1930 [A 50] haben die gesamten Landstraßenmittel eine weitere Erhöhung, und zwar von 1684 Millionen \$ im Jahre 1928 auf 1955 Millionen \$ erfahren. Das Jahr 1931 [C 10] hat trotz der Wirtschaftskrise nur eine kleine Abschwächung gebracht, die für die Staatsstraßen rd. 44 Millionen (1136 — 1092 = 44) betrug.

c) Derzeitige Bestrebungen und Vergleich mit Deutschland.

Wenn auch der Kraftwagenverkehr in den V.St.A. gegenüber Deutschland erheblich niedriger mit Abgaben belastet ist, so mehren sich doch die Äußerungen und verstärken sich die Bestrebungen, die von einer Überspannung der Zwecksteuern auf den Verkehr sowie auch auf den Grundbesitz ausgehen und deren Verminderung fordern [C 159]. Auch ist die Frage aufgerollt worden, ob die bisherige Art der Verteilung der aus der Besteuerung des Grundbesitzes einerseits und des Verkehrs andererseits gewonnenen Einnahmen auf die verschiedenen Straßennetze gerecht sei. Diese Sachlage hat das Bureau of Public Roads veranlaßt, gemeinsam mit der Universität Wisconsin und verschiedenen Staatsstraßenbauämtern eingehende Untersuchungen über die gesamte Finanzlage verschiedener Staaten anzustellen, die naturgemäß besonders auf die Straßenbauverhältnisse eingehen und eine gerechte steuerliche Belastung der verschiedenen Einnahmequellen sowie eine gerechte Verteilung der Erträge aus diesen Abgaben für die verschiedenen Straßennetze zum Ziele haben [A 24h, C 56, C 57].

Die Untersuchungen über die Finanzlage, unter besonderer Berücksichtigung des Straßenbaues, sind bisher für die Staaten Wisconsin, Illinois und Michigan veröffentlicht [C 101 bis C 103]. Für den Staat New Jersey wird zur Zeit die Untersuchung noch durchgeführt. Bemerkenswert ist zunächst, daß Th. H. MacDonald — nach Abschluß der Untersuchung in Wisconsin — eine wirksame Steuerreform nur unter gleichzeitiger Verringerung der Anzahl der Steuerbehörden für

Zusammenstellung 7. Einnahmen und Ausgaben für Straßenbauzwecke
Einnahmen.

	Einnahme-				
	Kraftfahr- zeuggebüh- ren (motor vehicle fee)	Brennstoff- steuern (ga- soline tax)	Anleihe mit- tels Schuld- verschreibg. (state bzw. local bonds)	Steuern für Wegezwecke auf den Bes- itz von un- beweglichem Vermögen	Zuweisungen aus allgemei- nen Mitteln
Staatsstraßen:					
Betrag in \$	259 134 820	234 163 826	121 483 599	11 955 782	42 468 386 ¹
Betrag in %	30,5	27,6	14,3	1,4	5,0
County- u. Lokal- Straßen:					
Betrag in \$	50 433 055	53 778 852	150 222 357	41 681 256	81 948 993 ²
Betrag in %	6,0	6,5	18,0	49,9	9,8
Insgesamt:					
Betrag in \$	309 567 875	287 942 678	271 705 956	428 768 348	124 417 379
Betrag in %	18,4	17,1	16,1	25,4	7,4

¹ Zuweisungen des Staates.² Zuweisungen der Counties, Townships usw.

Ausgaben.

	Verwendungs-			
	Bau	Unterhaltung	Geräte und Maschinen	Verzinsung der Schuld- verschrei- bungen
Staatsstraßen:				
Betrag in \$	536 294 303 ^{5 6}	158 878 573 ⁶	20 505 483	37 637 034
Betrag in %	64,6	19,1	2,5	4,5
County- und Lokalstraßen:				
Betrag in \$	282 314 715	259 753 188	nicht geson- dert angegeb.	79 806 915
Betrag in %	33,9	31,2		9,6
Insgesamt:				
Betrag in \$	818 609 018	418 631 761	20 505 483	117 443 949
Betrag in %	49,3	25,2	1,2	7,1

⁵ Einschl. Grunderwerb.⁶ Einschl. Verwaltung und Bauaufsicht.

möglich hält [C 56]. Auf der Jahresversammlung der Association of State Highway Officials der nordatlantischen Staaten im Februar 1932 machte er über die Reform der Verwaltung weitere Ausführungen [C 27]. In den kleinen Staaten und in Staaten mit vorwiegend ländlicher County- bzw. Townverwaltung sei den staatlichen Straßenbauämtern die Verwaltung aller Straßen zu übertragen. In den größeren Staaten mit gut entwickelter Verwaltung der Counties und in Staaten mit größeren Städten sollten die kleineren Verwaltungsgebiete, die Townships.

in den Staaten und bei den Lokalbehörden der V.St.A. 1928 [A 38].

quelle			Gesamte Einnahmen	Saldo vortrag aus dem Vorjahr	Gesamte verfügbare Mittel
Eigene Einnahmen aus dem Straßenfundus	Beihilfe des Bundes für Federal-aid-Straßen	Zuschüsse der über- oder nachgeordneten Behörden			
12611 916 1,5	80 798 365 9,5	86 709 904 ³ 10,2	849 326 598 100	186 159 876	1 035 486 474
51 133 653 6,1	0	30 997 475 ⁴ 3,7	835 326 951 100	172 897 145	1 008 224 096
63 745 569 3,8	80 798 365 4,8	117 707 379 7,0	1 684 653 549 100	359 057 021	2 043 710 570

³ Zuweisungen der Lokalbehörden. ⁴ Zuweisungen der Staaten.

zweck			Gesamte Ausgaben	Saldo Ende 1928	Gesamte Ausgaben einschl. Saldo
Tilgung der Schuldverschreibungen	Überweisungen an andere Straßenbau-behörden	Ver-schiedenes			
27 016 499 3,3	36 950 772 4,4	12 982 245 1,6	830 264 909 100	205 221 565	1 035 486 474
103 281 707 12,4	69 638 156 8,4	37 347 326 4,5	832 142 007 100	176 082 089	1 008 224 096
130 298 206 7,8	106 588 928 6,4	50 329 571 3,0	1 662 406 916 100	381 303 654	2 043 710 570

in den Counties aufgehen und die Counties die unterste Straßenbau-behörde bilden.

Seit dem Jahre 1932 sind in den V.St.A. auch tatsächlich wirksame Bestrebungen zur Vereinheitlichung der Straßenbauverwaltung zu erkennen. Verschiedene Staaten haben entweder sämtliche Straßen ihres Staatsgebietes in eigene Verwaltung übernommen oder nur größere Teile der lokalen Straßen. Den ersteren Weg ist beispielsweise Nordkarolina, den letzteren Pennsylvanien gegangen [C 2, C 65, C 66, C 166a].

Die in den letzten Jahren von den unteren Verwaltungsstellen erhobene Forderung auf Überweisung größerer Anteile an den staatlichen

Verkehrssteuern hat weiter das Bureau of Public Roads veranlaßt, eingehende Untersuchungen über die Zusammensetzung des Verkehrs nach seinem Ursprung auf den verschiedenen Straßennetzen vorzunehmen. Diese Untersuchungen sind im Jahre 1930/31 in Michigan angestellt worden und ergaben, daß auf den County-Straßen 30,5% und auf den Township-Straßen 39,5% Durchgangsverkehr lag, d. h. Verkehr, der nicht aus dem Bezirk der betreffenden County oder Township herrührte [C 65]¹. Tatsächlich sind auch im Jahre 1933 gegenüber dem Jahre 1930 die Anteile für die Lokalstraßen aus den staatlichen Verkehrssteuern in zahlreichen Staaten mehr oder weniger stark erhöht worden [C 33]. Der Anteil betrug für die Lokalstraßen in Indiana beispielsweise 40% im Jahre 1933 gegen 18³/₄% aus den Einnahmen der Brennstoffsteuer und 0% aus den Einnahmen der Kraftfahrzeuggebühren im Jahre 1930, bei gleichzeitiger Verringerung der Zwecksteuern auf den Grundbesitz [C 32].

Ein Vergleich der Ausgaben für Straßenbauzwecke zwischen den V.St.A. und Deutschland ist wegen der nicht gleichliegenden statistischen Unterlagen schwierig und kann niemals ganz richtig sein. Vorliegend sollen für das Jahr 1928 die Ausgaben der Staats- und Lokalbehörden in den V.St.A. gemäß Zusammenstellung 7 mit den entsprechenden preußischen Zahlen verglichen werden. In Preußen [F 29] beliefen sich in runden Zahlen die Ausgaben für 33 248 km Provinzialstraßen auf 163 Millionen RM, für 55 146 km Kreisstraßen auf 138,5 Millionen RM, für 26 547 km Landstraßen in den Gemeinden und Städten auf 129 Millionen RM, sodaß unter Hinzurechnung von 3,5 Millionen RM für 1946 km Landstraßen in der Unterhaltungspflicht Dritter die Ausgaben insgesamt 434 Millionen RM ausmachten, und zwar für insgesamt 116 887 km Landstraßen. Stellt man zunächst die Staatsstraßen der V.St.A. den Provinzialstraßen Preußens gegenüber, so kommen auf 1 km in den V.St.A. 6200 RM, in Preußen 4900 RM an Ausgaben. Die übrigen Straßen in Preußen werden zweckmäßig zusammengefaßt und den amerikanischen County- und Township-Straßen gegenübergestellt. Alsdann belaufen sich die Ausgaben in den V.St.A. auf 558 RM/km und in Preußen auf 3240 RM/km. Während also in Preußen für die wichtigeren Provinzialstraßen nur 50% mehr gegenüber den Kosten für die Lokalstraßen ausgegeben wird, ist dieses Verhältnis in den

¹ Ermittelt nach dem Wohnsitz der Fahrzeugbesitzer aus dem Verkehr auf sämtlichen Landstraßen von Michigan (85 080 Meilen) bei rd. 1200 Zählstellen, und zwar durch Befragen des Fahrers bei den Zählstellen mit nicht zu starkem Verkehr und durch Ermittlung der Wagennummer sowie nachfolgender Feststellung des Wohnsitzes bei den Zählstellen mit starkem Verkehr. Im letzten Falle wurden jedoch nur 2000 Wagennummern ermittelt und die Auswertung dieses Ergebnisses auch auf die Gesamtzahl der gezählten Fahrzeuge bezogen.

V.St.A. rund das 11-fache. Besonders auffällig ist die geringe Ausgabe für die Lokalstraßen in den V.St.A. gegenüber derjenigen in Preußen, nämlich nur etwa 17% der letzteren. Der Grund für diese Erscheinung liegt in der außerordentlich einfachen Befestigung der meisten Nebenstraßen in den V.St.A., die noch dazu mit Hilfe zweckmäßiger Maschinen hergestellt wird, während in Preußen auch auf den Nebenstraßen verhältnismäßig schwere Decken zur Anwendung kommen. Freilich muß dabei an die deutschen schweren Lastkraftwagen¹ gedacht werden, die auf den amerikanischen Landstraßen nahezu fehlen.

III. Planung und Entwurf.

A. Straßennetze.

Im Gegensatz zu Deutschland sind in den V.St.A. alle dem öffentlichen Verkehr dienenden Landstraßen statistisch erfaßt. Die außerordentlich große Länge des amerikanischen Landstraßennetzes, 1928 rd. 3016000 Meilen (Zusammenstellung 11), erklärt sich dadurch, daß auch Straßen mitgerechnet sind, welche in Deutschland wegen Fehlens einer festen Decke nicht in die Statistik aufgenommen werden. Das Gesamtnetz wird nach verschiedenen Gesichtspunkten unterteilt.

Nach der Zuständigkeit unterscheidet man die Netze der Staatsstraßen (system of state highways) und der County- und Lokalstraßen (system of county- und local roads). Das Netz der Staatsstraßen ist dadurch entstanden, daß die wichtigeren Straßen vom Staate in eigene Verwaltung übernommen, also aus dem Netz der County- und Lokalstraßen herausgenommen wurden. Dieser Vorgang ist noch nicht abgeschlossen, schreitet vielmehr — neuerdings sogar in verstärktem Maße — weiter fort. Man bezeichnet infolgedessen in den V.St.A. diese Staatsstraßennetze — ebenso auch das aus diesen herausgehobene Netz der Federal-aid-Straßen — als nicht festgelegt (non static). Die Länge des Staatsstraßennetzes ist von rd. 251000 Meilen im Jahre 1923 auf rd. 348000 Meilen Anfang 1932 angewachsen. [A 38, A 57, C 3, C 7, C 11.]

Die Benennung der Staatsstraßennetze ist in den Staaten der Union nicht einheitlich. Neben dem Namen wie „System of State Trunk-line (trunk = Stamm) Highways“ — z. B. in New Hampshire und Michigan — scheint aber die Benennung „System of State Highways“ vorzuzwiegen. Zu den County- und Lokalstraßen gehören neben den County-Straßen insbesondere auch die Straßen der Townships bzw. Towns. Die Gesamtlänge dieser Straßen lokaler Bedeutung betrug im Januar 1931

¹ Im Jahre 1930 betrug z. B. der Anteil der Lastkraftwagen über 4 t Eigengewicht an allen Lastkraftwagen 19,7%, im Jahre 1932 zwar nur noch 15,2%.

— neuere Zahlen liegen nicht vor — rd. 2 636 000 Meilen. Naturgemäß werden die Staats-, County- und Lokalstraßen ganz oder vorwiegend aus Mitteln der für sie zuständigen Stellen gebaut und unterhalten.

Eine zweite Gliederung des Gesamtnetzes beruht auf den Beihilfen, welche seitens übergeordneter Behörden für den Bau und die Unterhaltung oder auch nur für das eine oder andere von beiden gewährt werden. So spricht man von dem mit Bundesbeihilfe entstandenen oder entstehenden Netz (system of federal-aid highways), von den Netzen mit Staatsbeihilfe (system of state-aid) und vereinzelt auch noch von den Netzen mit County-Beihilfe (system of county-aid). Von besonderer Wichtigkeit ist das Federal-aid-System, welches gleichzeitig in jedem Staate auch zum Staatsstraßennetz gehört. Dasselbe durfte ursprünglich in jedem Staate nicht mehr als 7% des Landstraßennetzes umfassen, es hatte bei seiner ersten Festlegung Ende 1923 eine Länge von 168 881 Meilen. Diese Beschränkung wurde mit der Absicht begründet, in möglichst kurzer Zeit (genannt wurden 10 Jahre) ein zusammenhängendes Netz von Hauptstraßen zu erhalten. Eine Überschreitung des Anteiles von 7% darf jedoch eintreten, sobald das auf der Grundlage von 7% festgelegte Netz in einem Staat ausgebaut ist. Dies ist bereits mehrfach der Fall. Infolgedessen hat sich das Federal-aid-Netz schon vergrößert, und zwar auf 196 877 Meilen im Jahr 1931; ausgebaut hiervon waren 88 713 Meilen. Aus dem Federal-aid-Netz ist noch ein Spitzennetz (primary oder interstate highway) herausgehoben, das drei Siebentel der Gesamtlänge des erstgenannten nicht übersteigen darf, und für das nicht mehr als 60% der Bundesmittel verwendet werden dürfen. Der Rest des Federal-aid-Netzes sind die Secondary oder Intercounty Highways. [A 5, A 24a, A 24h, A 60, C 13.]

Auf der Grundlage einer einheitlichen Numerierung der Hauptdurchgangsstraßen beruht das Netz der U.S.Highways. Es wurde in den Jahren 1924/25 von den staatlichen Straßenbauämtern und dem Bureau of Public Roads gemeinsam aufgestellt und umfaßte zunächst eine Länge von 75 884 Meilen. Bis auf geringe Ausnahmen gehören die U.S.Highways zum Federal-aid-Netz. Bis zum Jahre 1933 vergrößerte sich das Netz der U.S.Highways auf 124 758 Meilen. Die Art der Numerierung dieser Hauptdurchgangsstraßen wird später geschildert¹. [C 4, E 5.]

Charakterisiert sind die Netze der Staats-, der County- und Township-Straßen durch ihre Verkehrsbedeutung, die durch Verkehrszählungen in zahlreichen Staaten festgestellt ist. Beispielsweise betrug nach Zählungen in den Jahren 1930/31 in Michigan der mittlere tägliche Verkehr auf den Staatsstraßen 1144, auf den County-Straßen 190 und auf den Township-Straßen 22 Fahrzeuge [C 65].

¹ Vgl. S. 87ff.

B. Straßenausbaupläne.

In den V.St.A. sind in der Nachkriegszeit für die Netze der wichtigeren Straßen, insbesondere der Staatsstraßen, Ausbaupläne (plan of improvement) aufgestellt worden. In diesen Ausbauplänen sind in der Form eines 5- bis 10-Jahresplanes auf der Grundlage des Verkehrs die erforderlichen Umbauten und Neubauten festgelegt. Voraussetzung für derartige Planungen sind naturgemäß eingehende Untersuchungen, die sich in den V.St.A. nicht nur auf die Größe des Verkehrs nach Anzahl der Fahrzeuge und auf seine Zusammensetzung, sondern auch auf Ausgangs- und Endpunkt der unternommenen Fahrten zwecks Errechnung der Reiselänge, auf Ermittlung des Gewichtes der schweren Lastkraftwagen durch Wiegen usw. erstrecken, und welche daran anschließend die Schätzung der künftigen Verkehrsgröße umfassen. Diese Feststellungen gehen weit über die deutschen Verkehrszählungen hinaus und führen mit Recht die Bezeichnung Verkehrsuntersuchungen (traffic oder transportation survey).

Von den Ausbauplänen sind diejenigen bemerkenswert, die von den Straßenbauämtern, vorwiegend der Staaten, in Gemeinschaft mit dem Bureau of Public Roads aufgestellt worden sind. Verschiedene Staaten haben sich, ebenfalls unter Mitarbeit des Bureau of Public Roads, vorläufig nur mit Verkehrsuntersuchungen begnügt.

Nach der Größe des gegenwärtigen und künftigen Verkehrs werden die Straßen zunächst in drei Klassen eingeteilt. An Hand dieser Klassifizierung der Straßen und ihres baulichen Zustandes wird dann der Ausbau- oder Verbesserungsplan aufgestellt, der die für jede Straße notwendigen Maßnahmen enthält. Häufig wird noch ein Kostenanschlag hinzugefügt.

a) Verkehrsuntersuchungen.

Verkehrsuntersuchungen zum Zweck der Aufstellung von Ausbauplänen sind seit 1922 unter Mitwirkung des Bureau of Public Roads für 18 Staaten und die regionalen Gebiete der Städte Chicago, Cleveland und Washington vorgenommen worden. Die ersten Untersuchungen fanden in den östlichen Industriestaaten Connecticut, Maine und Pennsylvania statt, denen später die Staaten New Hampshire, Vermont, Ohio und Michigan folgten. Besonders bemerkenswert ist die Untersuchung, die in den Jahren 1929/30 für die Federal-aid-Straßen in elf westlichen Staaten (Arizona, Kalifornien, Kolorado, Idaho, Nebraska, Neu-Mexiko, Nevada, Oregon, Utah, Washington und Wyoming), also mehr als einem Drittel des Gebietes der V.St.A., gleichzeitig und einheitlich durchgeführt wurde. Nach dem Jahresbericht des Leiters Th. H. MacDonald an das Landwirtschaftsministerium vom 1. Sept. 1930 [A 24g] scheint sich das Bureau of Public Roads die Aufstellung eines

nationalen Ausbauplanes für die Federal-aid-Straßen der gesamten Union auf der Grundlage derartiger Verkehrsuntersuchungen als Ziel gesetzt zu haben.

1. Örtliche Feststellungen. Der erste Schritt der Verkehrsuntersuchungen sind Feststellungen auf den Straßen, die sich — wie erwähnt — nicht nur auf Zahl und Art der Fahrzeuge erstrecken. Vielmehr wird bei Personenkraftwagen auch noch die Anzahl der Personen, die Beheimatung des Besitzers (Stadt oder Farm), der Zweck der Fahrt (Geschäft oder Erholung) sowie Ausgangs- und Endpunkt der Fahrt ermittelt; bei Lastkraftwagen die Marke des Wagens, das Fassungsvermögen, die Wagenbreite, die Art der Ladung, das Gewicht in leerem und beladenem Zustande sowie auch hier Ausgangs- und Endpunkt der Fahrt. In einzelnen Fällen ist man — insbesondere bei Lastkraftwagen — noch über die Aufzeichnung der vorstehenden Angaben hinausgegangen. So hat man z. B. bei Lastkraftwagen auch noch die Art der Bereifung, die Reisezeit und die Anzahl der Fahrten in der Woche festgestellt. [A 26, C 82.]

α) Zählstellen und Zählungen. Man unterscheidet Hauptzählstellen (key station), die teils mit, teils ohne Waagen ausgerüstet sind, und Zwischenzählstellen (blanket-count station). Erstere werden möglichst an Kreuzungsstellen der wichtigsten Straßen eingerichtet; sie werden der zahlreichen Feststellungen und des großen Verkehrs wegen mit geschultem Personal in Stärke von sechs bis acht Personen besetzt, sofern auch ein Verwiegen der Lastwagen stattfindet. Ist dies nicht der Fall, so ist die Besetzung geringer und geht bis auf zwei Personen zurück. Der Abstand der Hauptzählstellen soll nicht kleiner als 30 bis 40 km sein. Nach Bedarf werden Zwischenstellen eingerichtet, die nur mit einem Mann besetzt sind, aber auch nur die allerwichtigsten Angaben verzeichnen. Geschultes Personal ist für die Zwischenstellen nicht erforderlich. [C 82.]

Im allgemeinen erstrecken sich die Zählungen auf eine Dauer von drei Monaten, neuerdings auch auf ein ganzes Jahr. Sie werden dann in Abständen von je einem halben Monat vorgenommen und nicht immer auf allen Zählstellen. Die weniger wichtigen läßt man auch wohl bei einzelnen Zählungen unbesetzt. Die Zählungen erfolgen abwechselnd an den verschiedenen Wochentagen und erstrecken sich über 10 Stunden am Tag von 6 bis 16 Uhr oder von 10 bis 20 Uhr. Daneben wird von hierfür besonders geschulten Leuten an wichtigen Stellen auch der Nachtverkehr festgestellt, und zwar in der Zeit von 20 bis 6 Uhr. [A 26 bis A 29, C 82.]

Die Abb. 7 und 8 zeigen Hauptzählstellen mit fester und beweglicher Waage. Die Aufzeichnungen auf den Zählstellen erfolgen in Zählkarten (field record sheet), getrennt nach Personen- und Lastkraft-

wagen. Für die Bearbeitung der Ergebnisse ist ein besonderes System ausgebildet, das nach einem bestimmten Kodex die Wortbezeichnungen



Abb. 7. Hauptzählstelle mit fester Waage, Connecticut, 1922/23 [A 21].

(Marke des Wagens, Ausgangs- und Endpunkt der Fahrt, Art der Ladung usw.) durch Zahlen ersetzt. Schließlich wird für jeden Wagen eine maschinell hergestellte Lochkarte (tabulating card) gewonnen, welche den weiteren Auswertungen des Ergebnisses zugrunde gelegt wird. Die Abb. 9 zeigt die vom Bureau of Public Roads eingeführte Einheitslochkarte für Lastkraftwagen, die auf Hauptzählstellen gewogen werden. [A 26, C 82.]

β) Auswertung der Ergebnisse. Die Verkehrsuntersuchungen sind zunächst nach der Größe des mittleren täglichen Gesamtverkehrs der untersuchten Hauptstraßen und vielfach auch noch der Neben-

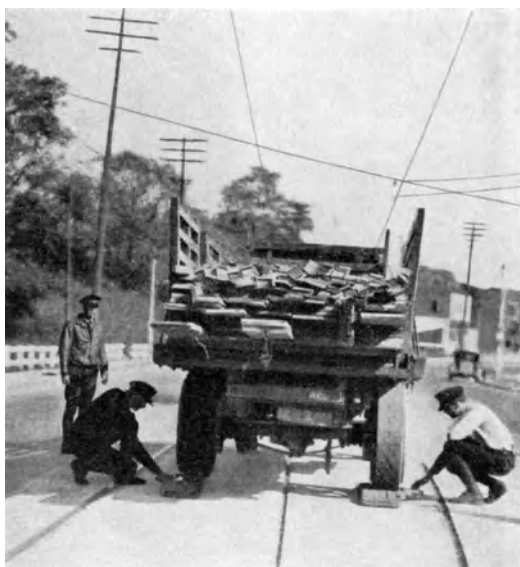


Abb. 8. Verwiegen der beiden Hinterräder (Hinterachse) eines Lastkraftwagens auf einer Hauptzählstelle mit beweglicher Waage [C 96].

straßen ausgewertet. Diese Auswertungen bestätigen die Bedeutung, welche den Staatsstraßen als den wichtigen Landstraßen zukommt. In

Ohio betrug z. B. 1924/25 die mittlere tägliche Belastung der Staatsstraßen (13,0% des Landstraßennetzes) 538 — darunter der Federal-aid-Straßen (6,9%) 708 —, der County-Straßen (27,1%) 132 und der Township-Straßen (59,9%) 26 Fahrzeuge. Für New Hampshire waren die entsprechenden Zahlen für 1926 folgende: auf den Staatsstraßen (11,3% des Landstraßennetzes) 916 — darunter auf den Federal-aid-Straßen (7,7%) 1088 —, bei den State-aid-Straßen (13,7%) 182 und bei den Town-roads (75,0%) 27 Fahrzeuge. [A 27, A 28.]¹

Demgegenüber betrug der mittlere tägliche Verkehr im Jahre 1928/29 auf den Hauptstraßen in Deutschland (133000 km) 216 [F51] und auf den Hauptstraßen der hessischen Provinz Starkenburg 254 Fahrzeuge². Die Hauptstraßen in den genannten Staaten der U.S.A. waren demnach

TRUCK TRAFFIC CENSUS																														OVERLOAD				Mile Trk
BUREAU OF PUBLIC ROADS																																		
Station	Dist	Day	Hour	Sum	State	Trucks	Trips	Body	Town	Miles	Commod	WEIGHT IN HUNDREDS				Front																		
0 0 0	0 0 0	10	0	10 10	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0																	
1	1	N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																	
2	2	S	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																	
3	3	E	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																	
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4																	
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5																	
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6																	
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7																	
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8																	
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																	
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36																	
37	38	39	40	41	42	43	44	45																										

Abb. 9. Einheitslochkarte für Lastkraftwagen zwecks Auswertung der Zählung [C 82].

schon in zurückliegenden Jahren wesentlich stärker belastet als in Deutschland. Noch deutlicher zeigt sich diese Tatsache daran, daß rd. 62% der Hauptstraßen der genannten Provinz Starkenburg² einen mittleren täglichen Verkehr unter 200 Fahrzeugen aufwiesen, gegenüber nur 38% im Staate Ohio. Während ferner 92% aller Hauptstraßen in Starkenburg einen Verkehr unter 600 Fahrzeugen hatten, belief sich dieser Anteil in Ohio nur auf 70% [A 28].

Genau den deutschen Verhältnissen entsprechend strahlt auch in den V.St.A. der starke Verkehr von den Großstädten aus, wie es die Tafel I für einen Ausschnitt des Hauptstraßennetzes von Ohio erkennen läßt. [A 28.]

Im Gegensatz zu Deutschland überwiegt in den V.St.A. der Anteil der Personenkraftwagen am Gesamtverkehr. Dieser Anteil schwankt auf allen Landstraßen in den östlichen Staaten zwischen 89,8% und 93,5% und unter Berücksichtigung nur der Hauptstraßen zwischen 90,5% und 94,5% [A 27 bis A 29, A 31, C 78]. In den westlichen Staaten

¹ Vgl. auch S. 42.

² Nach eigenen Auswertungen der Verfasser.

liegt das Anteilsverhältnis für die Federal-aid-Straßen zwischen 84,9% und 90,7% [A 32]. Auf den Lastkraftwagen entfällt daher nur ein Anteil von etwa 10% am Gesamtverkehr. In Deutschland betrug dagegen nach der letzten Zählung 1928/29 — bezogen auf den Gesamtverkehr — der Anteil des Personenkraftwagenverkehrs nur etwa rd. 40%¹ und der Anteil des Lastkraftwagenverkehrs 12,5%. Läßt man aber den Verkehr der Krafträder unberücksichtigt, so steigen die Anteilsverhältnisse auf rd. 48%¹ und rd. 15%¹, sie wachsen weiter auf rd. 76%¹ und rd. 24%¹, wenn man außerdem noch den Verkehr der bespannten Fahrzeuge außer acht läßt.

Der Anteil des Omnibusverkehrs ist gering. Er betrug im Staate Ohio auf den Staatsstraßen nur rd. 1,3% und im Gebiet von Cleveland gar nur bis zu 0,9% des Gesamtverkehrs [A 28, A 30]. Diese niedrigen Zahlen werden verständlich, wenn man bedenkt, daß 1930 auf rd. 26,5 Millionen Kraftfahrzeuge nur rd. 88000 Omnibusse entfielen² [A 50].

Gänzlich unbedeutend ist in den V.St.A., wie es auch schon der Augenschein lehrt, der Pferdefuhrwerksverkehr. In den Berichten über die Verkehrsuntersuchungen heißt es meistens, daß dieser Verkehr wegen seiner Geringfügigkeit bei der Planung nicht berücksichtigt zu werden braucht. In Deutschland machte er 1928/29 noch 30,1% des Gesamtverkehrs aus.

Die Schwankungen des Verkehrs innerhalb des Jahres, der Woche und des Tages sind natürlich recht erheblich. Die Abb. 10 zeigt für Ohio und Pennsylvanien die Schwankungen innerhalb des Jahres. Der größte Verkehr fällt auf den August, und zwar mit dem 1,48- bis 1,63-fachen des monatlichen Durchschnittsverkehrs. In der Abb. 11 sind die Schwankungen innerhalb der Woche dargestellt. Dieselben zeigen den größten Tagesverkehr (am Sonntag) mit dem 1,56- bis 1,72-fachen des mittleren täglichen Verkehrs in der Woche. Die Abb. 12 schließlich verdeutlicht die Schwankungen innerhalb des Tages. Seinen Höchstwert hat der Verkehr zwischen 16 und 17 Uhr mit dem 1,97- bis 2,15-fachen des mitt-

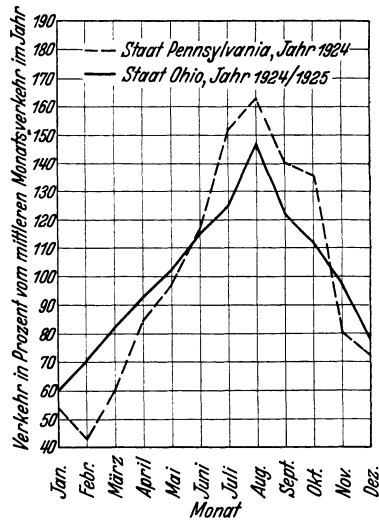


Abb. 10. Schwankungen des Verkehrs innerhalb des Jahres, Ohio und Pennsylvanien [A 28, C 49].

¹ Nach eigenen Auswertungen der Verfasser aus [F 51].

² Im Jahre 1932 betrug die Anzahl der Omnibusse rd. 106000 bei rd. 24,1 Millionen Kraftfahrzeugen insgesamt.

leren Stundenverkehrs im Tage oder auch abgerundet mit $\frac{1}{10}$ des mittleren Tagesverkehrs im Jahre. [A 28, C 49, C 55, C 60.]

Die Erscheinung des von den Städten und Großstädten ausstrahlenden Verkehrs wird verständlich, wenn man die Beheimatung der Fahrzeuge berücksichtigt. So waren im Staate Ohio bei den Zählungen 1924/25 von den Personenkraftwagen 87,6% in den

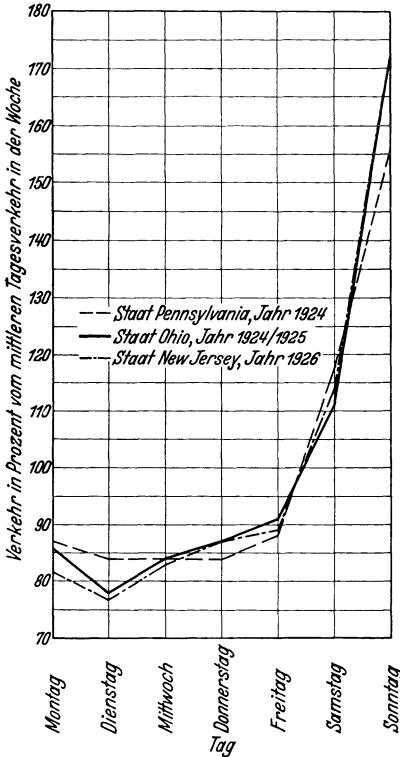


Abb. 11. Schwankungen des Verkehrs innerhalb der Woche, Ohio, Pennsylvania und New Jersey [A 28, C 49, C 60].

ergab sich für die Personenkraftwagen der Städte eine Reiselänge von 169 Meilen, derjenigen der Farmen von 99 Meilen. [A 27 bis A 29, A 32.]

Interessant ist die Belastung der Straßen eines Staates mit eigenen

¹ Hierunter werden bei den Verkehrsuntersuchungen die Städte (city), Dörfer (village) oder städtischen Gebiete (urban area) im Gegensatz zu den Farmen (farm) verstanden.

² In den Weststaaten sind auch noch die in Dörfern beheimateten Fahrzeuge ermittelt worden, bei den Personenkraftwagen zu 20,4% und bei den Lastkraftwagen zu 27,0% aller Kraftfahrzeuge. Dörfer sind Gemeinwesen unter 2500 Einwohner [A 32].

und fremden Fahrzeugen. In den Oststaaten entfielen vom Gesamtverkehr auf eigene Personenwagen 50 bis 90% (in New Hampshire 48,9%, in Vermont 63,4%, in Ohio 89,8%), auf eigene Lastwagen gegen 90% (in New Hampshire 89,1%, in Vermont 90,4%, in Ohio 95,3%). In den kleinen und langgestreckten Staaten (New Hampshire und Vermont) kamen also bei den Personenwagen die Hälfte bis ein Drittel aus den Nachbarstaaten, bei den Lastwagen nur etwa 10%. In dem ausgedehnteren und geschlosseneren Gebiete von Ohio war dieser Anteil nur rd. 10% bzw. 5%. Bei den Weststaaten sind die Personen- und Lastwagen zusammen-

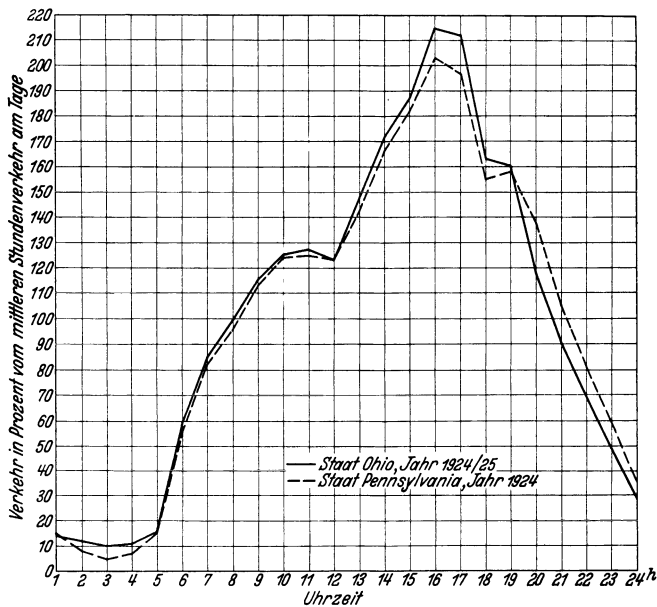


Abb. 12. Schwankungen des Verkehrs innerhalb des Tages, Ohio und Pennsylvanien [A 28, C 49].

gefaßt. Hier zeigen sich große Unterschiede, und zwar zwischen rd. 5% (Kalifornien 4,9%) und rd. 38% (Arizona 38,5%) Anteil des Fremdverkehrs am Gesamtverkehr. Die Größe dieses Anteils hängt offenbar bei diesen Staaten davon ab, ob durch das Gebiet wichtige Durchgangsstraßen — vorwiegend in westöstlicher Richtung — hindurchführen. [A 27 bis A 29, A 32.]

Die mittlere Reiselänge ist natürlich für die fremden Fahrzeuge größer. New Hampshire gibt für die fremden Personenkraftwagen 137, Vermont 199, Ohio 340 und die Weststaaten zwischen 189 und 247 (im Mittel 232) Meilen an. Die entsprechenden Reiselängen der Lastkraftwagen sind 67 Meilen in New Hampshire, 59 Meilen in Vermont, zwischen 136 und 181 (im Mittel 154) Meilen in den Weststaaten. Die

Reiselängen der eigenen Fahrzeuge sind für die Personenkraftwagen zwischen 31 und 38 Meilen in den Oststaaten und zwischen 86 und 144 (im Mittel 119) Meilen in den Weststaaten, für die Lastkraftwagen 19 bis 23 Meilen in den Oststaaten, 76 bis 109 (im Mittel 98) Meilen in den Weststaaten¹. Der verhältnismäßig große Unterschied in der Reiselänge zwischen Personen- und Lastwagen bei den fremden Fahrzeugen vermindert sich also bei den eigenen Fahrzeugen, was ja auch natürlich erscheint. [A 27 bis A 29, A 32.]

Interessant ist noch die Feststellung, daß in den Oststaaten bei 70 bis 90 % der Personenwagen die Reiselänge unter 100 Meilen liegt, in den Weststaaten dagegen bei 43,1 %. Von den Lastwagen haben in den Oststaaten zwischen 70 und 90 % eine Reiselänge unter 40 Meilen, in den Weststaaten dagegen nur 19,8 %. [A 26 bis A 29, A 32.]

Auch die durchschnittliche Besetzung der Personenkraftwagen ist festgestellt. Sie liegt in den Oststaaten zwischen 2,2 und 3,0, in den Weststaaten im Durchschnitt bei 2,32 Personen je Wagen. In den Oststaaten liegt die durchschnittliche Besetzung der fremden Wagen um 0,2 bis 0,5 Personen über derjenigen der eigenen und die durchschnittliche Besetzung bei einer Erholungs- oder Vergnügungsfahrt mit über 3 Personen je Wagen erheblich über derjenigen bei einer geschäftlichen Fahrt mit noch nicht 2 Personen je Wagen. [A 27 bis A 29, A 32.]

Für den Straßenbau wichtig ist der Anteil der schweren Lastkraftwagen an dem Lastenverkehr überhaupt. Er bleibt auf den eigentlichen Landstraßen selbst in den Oststaaten durchweg unter 10 %², wenn man die Grenze bei 2,25 t (2½ am.t) Nutzlast der Fahrzeuge legt. Der Anteil der Spedition an dem Lastenverkehr schwankt bei den östlichen Staaten zwischen 17,3 und 22,2 % und in den westlichen Staaten im Jahre 1929/30 zwischen 2,0 und 29,0 %. Der Löwenanteil des Lastenverkehrs mit etwa 80 %³ fällt also auf die Beförderung im eigenen Betriebe, also den Werkverkehr. [A 26 bis A 29, A 32.]

γ) Besondere Feststellungen. Im Rahmen der Verkehrsuntersuchungen wurden noch eine Reihe besonderer Feststellungen gemacht, von denen hier des beschränkten Raumes wegen nur einige kurz angeführt werden können.

Bei der Untersuchung für die Umgebung von Cleveland wurden eingehende Ermittlungen über die Verteilung des Verkehrs über Straßenbreiten von 5,48 m, 6,09 m und 9,75 m angestellt. Die untersuchten Straßenquerschnitte — von Ausfallstraßen der Stadt Cleveland — wurden in ein Fuß breite Streifen mit farbiger Kennzeichnung eingeteilt und dann bei jedem Fahrzeug festgestellt, in welchem Streifen sich das rechte Hinterrad bewegte. Unter Zugrundelegung einer mittleren

¹ Vgl. auch S. 15. ² Also 1 % des Gesamtverkehrs.

³ Speditions-Lastenverkehr also 2 % des Gesamtverkehrs.

Spurweite von 5 Fuß ergab sich dann für die Personenkraftwagen der Streifen, den das Fahrzeug im Straßenquerschnitt einnahm. Es zeigte sich, daß für zwei Spuren eine größere Breite als 20 Fuß (6,09 m) nicht erforderlich ist, weil bei größerer Breite die seitlichen Fahrbahnabschnitte ungenügend ausgenutzt werden¹. Bei dieser Untersuchung betrug bei Personenkraftwagen die mittlere Fahrzeugbreite 1,74 m und der mittlere Abstand sich begegnender Fahrzeuge zur Zeit des stärksten Verkehrs 0,58 bis 0,73 m bei 6,09 m Fahrbahnbreite und 2,04 m bei 9,75 m Fahrbahnbreite. Die Geschwindigkeit wird bei diesen Untersuchungen unter 40 Meilen/Std. gelegen haben. [A 30.]

Bei den gleichen Untersuchungen hat man sich auch eingehend mit den Ursachen der Verzögerung des Verkehrs auf stark belasteten Straßenzügen beschäftigt und ein Verfahren zur Ermittlung der Verkehrsgeschwindigkeit in den einzelnen Straßenabschnitten entwickelt. Das Verfahren führt zur Bestimmung von Maßnahmen zur Verbesserung an besonders schwierigen Punkten, z. B. durch Verbreiterungen, Entlastungsstraßen usw. [A 30, C 58.]

Bemerkenswert sind die Untersuchungen, die außerhalb der vorstehend geschilderten Verkehrsuntersuchungen in den Sommermonaten der Jahre 1930 und 1931 seitens des Bureau of Public Roads in Gemeinschaft mit dem Verwaltungsrat des Straßenbauamtes und der Universität des Staates Maryland durchgeführt wurden, und welche die praktische Leistungsfähigkeit zwei-, drei- und vierspuriger Straßen betrafen. Unter praktischer Leistungsfähigkeit ist die größte Anzahl von Kraftfahrzeugen in der Stunde verstanden, die auf einer Straße ohne Auftreten einer andauernden und allgemeinen Verstopfung verkehren können. Eine Verstopfung liegt dabei vor, wenn für den Zeitraum von wenigstens einer Minute die Fahrbahnfläche mit Kraftfahrzeugen vollkommen ausgefüllt und ein Überholen für das einzelne Fahrzeug unmöglich ist. Bemerkenswert ist zunächst, daß die Größe der Leistungsfähigkeit abhängt von der Verteilung der Gesamtfahrzeuge auf die Fahrtrichtungen². Die praktische Leistungsfähigkeit ergab sich bei der zweispurigen Straße zu 1000 Fahrzeuge/Std., bei der dreispurigen Straße zu 2000 Fahrzeuge/Std. und bei der vierspurigen Straße zu

¹ Bei 20 Fuß Fahrbahnbreite fuhren 80,9 bis 93,6% aller Personenkraftwagen mit dem rechten Hinterrad innerhalb eines Streifens von 6 Fuß (1,83 m) von der Straßenkante, bei einer Fahrbahn über 20 Fuß Breite waren es höchstens 46,3% (5,2 bis 46,3%).

² Die größte Leistungsfähigkeit wurde auf der zweispurigen Straße bei einem Verkehr von 80% des Gesamtverkehrs in einer Richtung zu 1260 Fahrzeuge/Std. und auf der dreispurigen Straße bei einem Verkehr von 70% des Gesamtverkehrs in einer Richtung zu 2340 Fahrzeuge/Std. gefunden. Für die vierspurige Straße wurde der größte Verkehr bei einer Verteilung von 50:50 bzw. 60:40% auf beide Richtungen zu 3600 Fahrzeuge/Std. geschätzt.

3000 Fahrzeuge/Std. Die Geschwindigkeit des Verkehrs betrug 25 bis 40 Meilen/Std. Demnach beträgt (vgl. S. 48) die größte Leistungsfähigkeit bei einer zweispurigen Straße 10000 Fahrzeuge/Tag, bei einer dreispurigen Straße 20000 Fahrzeuge/Tag und bei einer vierspurigen Straße 30000 Fahrzeuge/Tag. Die genannten Zahlen gehen weit über die Belastung hinaus, die in Deutschland für möglich gehalten wird und auch unter den gegenwärtigen Verkehrsverhältnissen möglich ist. Die Begründung hierfür liegt in der weitgehenden Einheitlichkeit des amerikanischen Verkehrs auf den Landstraßen mit nahezu gleichen Geschwindigkeiten; demgegenüber besteht im Verkehr auf den deutschen Landstraßen durch Fahrzeuge (rasche Personenkraftwagen, mittelschnelle Lastkraftwagen, Fahrräder und Pferdefuhrwerke) mit ganz verschiedenen Geschwindigkeiten und durch mangelnde Fahrdisziplin eine große Buntscheckigkeit. [C 54, C 55, C 73.]

2. Schätzung des künftigen Verkehrs. Als Unterlage für die Aufstellung der Ausbaupläne, insbesondere für die Wahl der Befestigung, ist die Schätzung des künftigen Verkehrs, der Verkehrsentwicklung, für eine bestimmte Zeit erforderlich. In den V.St.A. rechnet man mit einem Zeitraum von zehn Jahren, vielleicht weil im Durchschnitt die Lebensdauer der leichten Decken dieser Zeitspanne entspricht.

Nach den vorliegenden Berichten lassen sich zwei Verfahren zur Schätzung des künftigen Verkehrs unterscheiden, ein älteres und ein neues, welches letzteres erstmalig in den Jahren 1929/30 bei den Untersuchungen in den Weststaaten zur Anwendung gekommen ist, und das als eine Fortentwicklung und Verbesserung des älteren angesehen werden kann.

Das ältere, noch im Jahre 1927 angewandte Verfahren benutzt die graphische Darstellung der bekannten und festgestellten Verkehrsentwicklung und setzt die Verkehrskurven für die Zukunft fort, geht also von der Voraussetzung aus, daß die Verkehrszunahme in der Zukunft analog derjenigen in der Vergangenheit verläuft. Da aber langjährige Zählungen des Verkehrs nur ausnahmsweise vorliegen, mußte das Verfahren in den meisten Fällen versagen. Hier brachte nun eine Feststellung Hilfe, welche in den Staaten Maine, Maryland und Wisconsin bei Verkehrsuntersuchungen in den Jahren 1919 bis 1924 gemacht wurde [A 26]. Für diese drei weit auseinanderliegenden, hinsichtlich industrieller Betätigung, Dichte der Besiedlung und Wohlstand der Bevölkerung durchaus verschiedenen Staaten hatte sich nämlich herausgestellt, daß der Bestand an Kraftfahrzeugen und der Verkehr auf den Straßen vollkommen gleichmäßig wächst, also gleiche Zunahme zeigt. Die Übertragung dieser Verhältnisse auch auf andere Staaten und Gebiete konnte daher als zulässig angesehen werden, zumal die Ergebnisse durch Untersuchungen in Massachusetts und Michigan bestätigt wurden. [A 28, A 30.]

Bei der Schätzung des künftigen Bestandes an Kraftfahrzeugen und dessen Zunahme hat man sich der relativen Zahlen bedient, also der auf ein Fahrzeug entfallenden Einwohnerzahl bzw. der auf 1000 Einwohner entfallenden Anzahl von Fahrzeugen. Aus dieser relativen Zahl und dem aus der Zunahme in der Vergangenheit angenommenen Wachstum der Bevölkerung errechnet sich dann die Zunahme der Kraftfahrzeuge, aus der dann weiter auf das Anwachsen des Verkehrs geschlossen wird.

Die Abb. 13 zeigt für den Staat Maine graphisch den relativen Bestand an Personenkraftwagen für die Zeit von 1916 bis 1931. Das Ergebnis aus der im Jahre 1924 durchgeführten Verkehrsuntersuchung geht dahin, daß für diese Zeit die festgestellte Zahl von Kraftfahrzeugen von 127 598 im Jahre 1924 (108 177 Personen- + 19 421 Lastkraftwagen) nach dem Zuwachs an Bevölkerung und relativem Fahrzeugbestand auf 251 510 (189 920 + 61 590), also um rd. 97% zunehmen würde. In demselben Verhältnis von 97% kann dann das Anwachsen des Verkehrs für das Jahr 1930 angenommen werden, sodaß nur nötig ist, die Verkehrsspinne des betreffenden Bezirks in diesem Verhältnis zu verstärken, wie es auch tatsächlich geschehen ist. Erwähnt wird freilich dabei, daß besondere lokale Einflüsse im Einzelfalle berücksichtigt werden müssen. [C 78.]

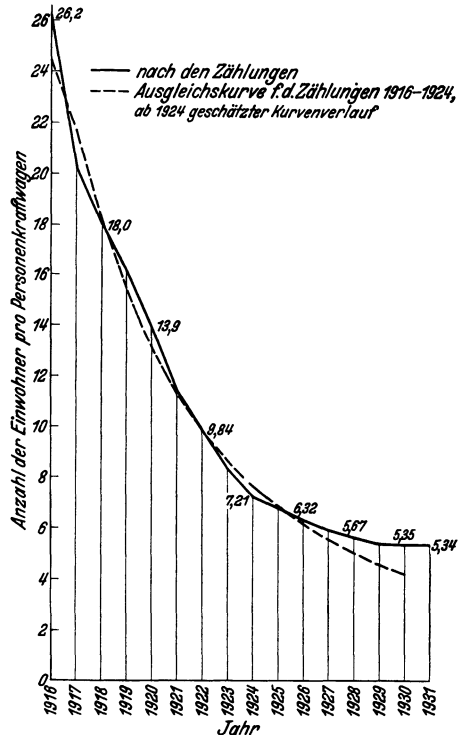


Abb. 13. Graphische Darstellung des relativen Bestandes an Personenkraftwagen (Einwohnerzahl je Wagen) für den Staat Maine auf Grund von Feststellungen bis 1924 nach der Verkehrsuntersuchung und nach der statistischen Erhebung [C 78 u. a.].

Interessant ist, inwieweit die inzwischen festgestellte, tatsächliche Entwicklung die Schätzung bestätigt bzw. von ihr abweicht. In der Abb. 13 sind Schätzung und Wirklichkeit gegenübergestellt. Es ergibt sich, daß die Schätzung der Wirklichkeit voraneilt. [A 50.]

Ähnlich wie für den Staat Maine hat sich auch für die Staaten Connecticut, Ohio, New Hampshire, Vermont, Pennsylvanien sowie für die nähere Umgebung von Chicago und von Cleveland gezeigt, daß die

Schätzungen gegenüber der Wirklichkeit zu hoch waren, und zwar um rd. 70 bis 130%. [A 26 bis A 29, A 50.]

Das bisher geschilderte ältere Verfahren zur Schätzung des künftigen Verkehrs berücksichtigte zwei Tatsachen nicht, die der weitere Verlauf der Entwicklung brachte, und die die Größe des Verkehrs wesentlich beeinflussen können [A 26, A 32]. Es ist dies einmal die stärkere Ausnutzung des Kraftwagens in der Zeiteinheit, die — ausgedrückt in der

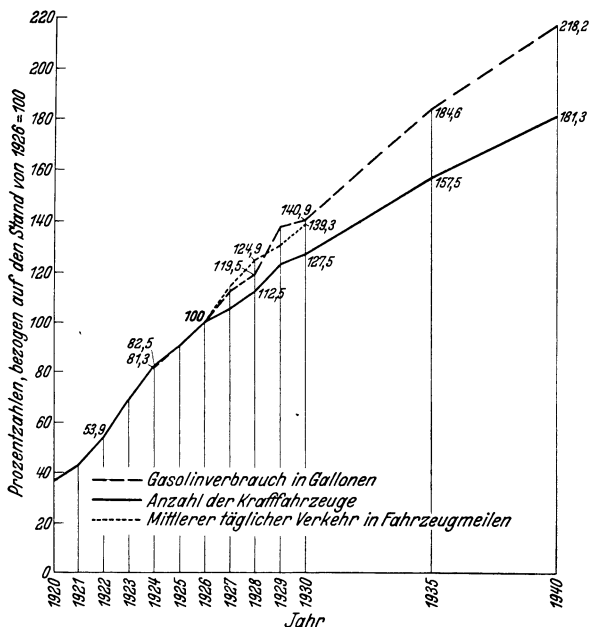


Abb. 14. Kraftwagenbestand, mittlerer täglicher Verkehr, ausgedrückt in Zahl der Fahrzeuge für 583 Zählstellen, und jährlicher Brennstoffverbrauch in Gallonen im Staate Kalifornien, bis 1930 auf Grund von Feststellungen, nach 1930 auf Grund von Schätzungen [A 32].

Reiselänge — von der Automobilindustrie mit 60% Zuwachs von 1920 auf 1930 angegeben wird [A 32], und sodann der von den registrierten Kraftfahrzeugen des eigenen Landes unabhängige Verkehr, der sogenannte Fremdverkehr. Will man diese beiden nicht unwesentlichen Einflüsse auf den Verkehrsumfang ohne besondere Zählung desselben mit berücksichtigen, so muß man sich einer bekannten Größe bedienen, die unmittelbar der Verkehrsgröße parallel läuft. Offenbar bietet der Verbrauch an

Brennstoffen eine derartige Größe, da er einerseits durch die Brennstoffsteuer genau erfaßt und daher bekannt ist, andererseits vollkommen von der Benutzung der Fahrzeuge abhängt.

Die Abb. 14 zeigt für Kalifornien die Entwicklung des Kraftfahrzeugbestandes von 1920 bis 1930, des Brennstoffverbrauches von 1924 bis 1930 und des mittleren täglichen Verkehrs in Fahrzeugmeilen von 1926 bis 1930. Weiter sind eingetragen die Schätzung des Fahrzeugbestandes und des Gasolinverbrauches für die Jahre 1935 und 1940. Die inzwischen bekannt gewordenen Zahlen des Fahrzeugbestandes für 1931 (2043 281) und 1932 (1971 616) zeigen eine durch die wirtschaftlichen Verhältnisse stark beeinflusste Abweichung der Wirklichkeit von der Schätzung. Sieht man von dieser ab, so zeigt sich, daß nach 1926 der

Verkehr stärker zunimmt als die Anzahl der registrierten Kraftfahrzeuge, dagegen geringer ansteigt als der Brennstoffverbrauch. Ein ähnliches Ergebnis haben die Feststellungen in den Staaten Oregon, Louisiana und Kolorado gebracht. In Kolorado erstreckten sich die Feststellungen auf den langen Zeitraum von 1913 bis 1930. Sie zeigen die interessante Tatsache, daß bis 1925 der Bestand an Kraftfahrzeugen und der Verbrauch an Brennstoffen fast gleichmäßig zunehmen, während nach dem Jahre 1925 die Zunahme des Brennstoffverbrauches bedeutend höher ist als die Zunahme des Kraftfahrzeugbestandes¹. Aus diesen Beobachtungen in ganz verschiedenen Staaten mit ungleichen Verhältnissen hat man für die Weststaaten die Folgerung gezogen, daß der Verkehr zwischen 1930 und 1940 stärker zunehmen wird als der Kraftfahrzeugbestand, aber geringer als der Brennstoffverbrauch. [A 32, A 50.]

Die Schätzung des künftigen Kraftfahrzeugbestandes geschieht in der gleichen Weise wie bei dem bereits beschriebenen älteren Verfahren, diejenige des künftigen Brennstoffverbrauches gleichfalls auf graphischem Wege durch Fortsetzung der Kurve [A 32]. Aus dem für die Jahre 1935 und 1940 graphisch gewonnenen Zuwachs des Kraftfahrzeugbestandes und Brennstoffverbrauches wird schließlich der künftige Verkehr ermittelt, und zwar für den gesamten Staat, für einzelne Counties oder auch Gruppen von Counties. Dabei liegen die Schätzungen für den Verkehrszuwachs durchweg oberhalb der Schätzung des künftigen Fahrzeugbestandes und unterhalb derjenigen des künftigen Brennstoffverbrauches, wie dies die Zusammenstellung 8 für den Staat Kalifornien erkennen läßt.

Zusammenstellung 8. Vorausschätzung des Kraftfahrzeugbestandes, des Gasolinverbrauches und des Straßenverkehrs im Staate Kalifornien für die Jahre 1935 und 1940 (vgl. auch Abb. 14). [A 32.]

Jahr	Kraftfahrzeugbestand		Gasolinverbrauch in Gallonen		Mittlerer täglicher Verkehr ²			
		Zunahme gegen 1930 in %		Zunahme gegen 1930 in %	gesamter Staat in Fahrzeugmeilen	Zunahme in % gegen 1930 im		
						Gebiet A ³	Gebiet B ⁴	Gebiet C ⁵
1930	2 041 356	—	1 162 337 000	—	2 440 000	—	—	—
1935	2 520 000	23,5	1 523 000 000	31,0	—	31,8	27,9	25,5
1940	2 900 000	42,1	1 800 000 000	54,9	—	56,1	49,3	45,2

¹ Bezogen auf den Stand von 1925 stieg die Anzahl der Kraftfahrzeuge im Jahre 1930 um 28,5%, der Brennstoffverbrauch dagegen um 73,0%. [A 32.]

² Mittelwert aus dem Sonntags- und Montagsverkehr im Januar von 583 ~~Zählstellen~~.

³ 5 Counties an der Küste vom County San Diego bis County Santa Barbara einschließlich Los Angeles.

⁴ 20 Counties an der Küste vom County San Luis Obispo bis County Del Norte einschließlich San Francisco und Sacramento.

⁵ Die restlichen 33 Counties, außerhalb des Bereiches der Küste.

Das neuere, in den Weststaaten angewandte Verfahren darf wegen Berücksichtigung des in verschiedenen Staaten sehr starken Fremverkehrs und der stärkeren Ausnutzung der Kraftwagen als das genauere gelten. Trotz der zu hoch geschätzten Zunahme des Fahrzeugbestandes können aber auch die älteren Schätzungen der Wirklichkeit nahekommen, da bei ihnen das verhältnismäßig stärkere Anwachsen des Verkehrs gegenüber dem des Fahrzeugbestandes unberücksichtigt blieb. Neue Verkehrszählungen in New Hampshire aus dem Jahre 1931 haben dies tatsächlich erwiesen¹. [C 83.]

3. Einteilung der Straßen nach ihrer Verkehrsbedeutung. Die Größe des gegenwärtigen und meist auf zehn Jahre vorausgeschätzten Verkehrs einer Straße bildet zusammen mit dem Zustande der Straßendecke und mit der Straßenbreite, gegebenenfalls auch noch mit besonderen Boden- und Entwässerungsverhältnissen, die Grundlage für die Ausbaupläne. Eine von der üblichen abweichende Zusammensetzung des Verkehrs, z. B. ein höherer Anteil der Lastkraftwagen oder das Vorhandensein besonders schwerer Lastkraftwagen, muß natürlich besonders Berücksichtigung finden.

Die meisten Verkehrsuntersuchungen unterscheiden nach der Größe des Gesamtverkehrs drei Hauptklassen von Straßen: eine Ober-, eine Mittel- und eine Unterklasse. Zur Oberklasse rechnen Straßen mit einem derzeitigen oder künftigen mittleren Tagesverkehr über 1500 Fahrzeuge, die Mittelklasse umfaßt Straßen zwischen 600 und 1500 Fahrzeuge im Tagesdurchschnitt, während zur Unterklasse die Straßen mit geringerem Verkehr als 600 Fahrzeuge im Tagesdurchschnitt gehören. Dabei werden freilich diese Grenzen nicht in allen Staaten gleichmäßig eingehalten, dann nämlich nicht, wenn die Zusammensetzung des Verkehrs von der üblichen abweicht. So ist im Staate Vermont [A 29] der Anteil der Lastkraftwagen am Gesamtverkehr nur 7,1% gegenüber 10% im allgemeinen Durchschnitt. Ferner ist in diesem Staate auch noch der Anteil der schweren Lastkraftwagen mit über 2½ t Tragfähigkeit erheblich geringer als in anderen Staaten. Infolgedessen ist hier die erwähnte Grenze zwischen der Mittel- und Unterklasse von 600 auf 800 Fahrzeuge im Tagesdurchschnitt erhöht. Die Begründung hierfür liegt darin, daß in Vermont 800 Fahrzeuge im Tag die Straßendecke nicht stärker angreifen als in anderen Staaten deren 600.

Von den genannten drei Klassen werden die Ober- und Mittelklasse häufig jeweils dreifach untergeteilt, sodaß sich insgesamt sieben Klassen nach nebenstehendem Schema ergeben.

¹ Der tatsächliche Verkehr auf 383 im Jahre 1931 untersuchten Straßen bzw. Straßenabschnitten betrug — zusammengezählt — 470992 Fahrzeuge gegenüber 408549 nach der Schätzung der Verkehrsuntersuchung von 1926.

Wenn auch die Einteilung nach insgesamt sieben Klassen anscheinend überall durchgeführt wird, ebenso das Aufrücken der einzelnen Straßen in die höheren Klassen mit dem künftigen Anwachsen des Verkehrs, so ist aber die Zuteilung auf die drei Hauptklassen verschieden. Folgerichtig verzichtet daher die wiederholt erwähnte neueste Verkehrsuntersuchung in

Klasse	Mittlerer täglicher Verkehr		
	gegenwärtig	nach 5 Jahren	nach 10 Jahren
Oberklasse 1. .	über 1500	über 1500	über 1500
„ 2. .	600—1500	über 1500	über 1500
„ 3. .	600—1500	600—1500	über 1500
Mittelklasse 1. .	600—1500	600—1500	600—1500
„ 2. .	unter 600	600—1500	600—1500
„ 3. .	unter 600	unter 600	600—1500
Unterklasse . .	unter 600	unter 600	unter 600

den Weststaaten überhaupt auf die drei Hauptklassen und unterscheidet nur sieben Klassen A bis G.

Sind die Straßen nach ihrer jetzigen und künftigen Verkehrsgröße eingeteilt, so entsprechen ihnen jeweils geeignete Straßendecken:

für die Unterklasse (bis 600 bzw. 800 Fahrzeuge im Tagesdurchschnitt) die Erdstraßen ohne und mit mineralischer Verbesserung, einschl. Kleinschlagdecken;

für die Mittelklasse (600 bis 1500 Fahrzeuge im Tagesdurchschnitt) die Decken mit bituminöser Oberflächenbehandlung bzw. Oberflächenvermischung und eigentliche Bitumen-Decken;

für die Oberklasse (über 1500 Fahrzeuge im Tagesdurchschnitt) die sogenannten Pavement-Decken, insbesondere Beton- und Klinkerdecken.

Ausdrücklich soll hervorgehoben werden, daß die dargestellte Einteilung und Klassifizierung nicht überall durchgeführt ist, daß es vielmehr auch noch andere Einteilungen mit anderen Grenzen gibt. Insbesondere wird auch die unbestreitbare Bedeutung des Umfanges des Verkehrs mit Lastkraftwagen und ihrer Schwere bei der Einteilung mehr in Betracht gezogen. [A 25 bis A 32.]

b) Ausbaupläne.

Der Zweck der vorher geschilderten Verkehrsuntersuchungen ist die Aufstellung der Ausbaupläne, die im allgemeinen anschließend an die Verkehrsuntersuchungen durchgeführt und gemeinsam mit deren Ergebnissen veröffentlicht werden. Eine Ausnahme machen die elf Weststaaten, in denen zunächst nur die Verkehrsuntersuchungen erfolgt sind, die sich lediglich auf die Federal-aid-Straßen erstrecken und die Grundlage für die künftige Bearbeitung der Ausbaupläne in den einzelnen Staaten bilden. Die Mitwirkung des Bureau of Public Roads hat trotz der räumlich und zeitlich weit auseinander liegenden Untersuchungen in bisher 18 Staaten eine weitgehende Einheitlichkeit mit

sich gebracht, wenn auch natürlich die örtlichen Verhältnisse Verschiedenheiten bedingten und den späteren Untersuchungen jeweils frühere Erfahrungen zugute kamen. Jedenfalls liegen hier Arbeiten großer Gründlichkeit und Planmäßigkeit vor, denen in anderen Ländern, insbesondere auch in Deutschland, nichts Gleichwertiges gegenübergestellt werden kann. Freilich waren infolge des raschen und außergewöhnlichen Anwachsens des Kraftwagenverkehrs in den V.St.A. dort auch zuerst besondere Maßnahmen nötig, um die Straßen diesem Verkehr an Hand genauer Arbeitsprogramme anzupassen und für deren Finanzierung einwandfreie Unterlagen zu gewinnen.

Das Ergebnis der Verkehrsuntersuchungen wird in erster Linie graphisch ausgewertet. Dies geschieht zunächst in der Verkehrskarte, in welcher der mittlere tägliche Verkehr — vielfach farbig — dargestellt ist. **Tafel I** zeigt einen Ausschnitt aus der Verkehrskarte von Ohio, deren Darstellung — der Kosten wegen — im Vergleich zu dem amerikanischen Original wesentlich vereinfacht ist. Andere Karten geben Aufschluß über die Zählstationen, über die Größe des Verkehrs der fremden Fahrzeuge (aus anderen Staaten), über den Umfang des Omnibusverkehrs usw. Von besonderer Bedeutung für den Straßenbau sind die Karten, welche den Zustand des Straßennetzes nach Breite und Befestigung darstellen (**Tafel II**), ferner diejenigen, welche die Straßen nach ihrer jetzigen und künftigen Verkehrsbedeutung einteilen, wie dies vorher näher erläutert ist (**Tafel III**). Schließlich wird als Endergebnis aus allen gewonnenen Unterlagen der Plan des künftigen Bauprogramms (**Tafel IV**) entwickelt, der für einen bestimmten Zeitraum (in Ohio für fünf Jahre) alle erforderlichen Maßnahmen des Straßenbaues auf dem zur Darstellung gebrachten Netz enthält und an Hand dessen nach Maßgabe der verfügbaren Mittel die Verteilung der Arbeiten auf die einzelnen Jahre unter Berücksichtigung örtlicher Belange unschwer erfolgen kann.

Die ältesten Untersuchungen in den Jahren 1922 bis 1924 erstreckten sich auf die Staatsstraßen von Connecticut, Pennsylvanien und Maine. Diese hatten in Connecticut und Maine durchweg einfache Decken, in Pennsylvanien zu etwa einem Drittel. Der mittlere tägliche Verkehr belief sich auf 1000 Fahrzeuge. Während man sich in Connecticut und Pennsylvanien mit der Ermittlung der wahrscheinlichen Lebensdauer der vorhandenen Decken begnügte, wurde in Maine für die Hauptstraßen mit einem mittleren täglichen Verkehr über 1000 Fahrzeuge ein Ausbauplan aufgestellt. [A 26, A 31, C 78.]

Auch in den Staaten New Hampshire und Vermont, in denen die Verkehrsuntersuchungen 1926 durchgeführt wurden, hatten selbst die Hauptstraßenzüge nur einfache Decken, und zwar in New Hampshire neben Erddecken und unbehandelten Kiesdecken vorwiegend Kies-

decken mit Oberflächenbehandlung und in Vermont fast durchweg Kiesdecken mit Oberflächenbehandlung aus asphaltischem Öl oder Kalziumchlorid. Die Ausbaupläne in beiden Staaten erstreckten sich auf einen Zeitraum von zehn Jahren (1927 bis 1936) und betrafen rd. 70% der Hauptstraßen in New Hampshire und rd. 32% der Hauptstraßen von Vermont. [A 27, A 29.]

Der Bericht über die Verkehrsuntersuchungen und der Ausbauplan von Ohio fußt auf Feststellungen, die in den Jahren 1924/25 gemacht sind. Er enthält erstmalig auch Angaben über Verbreiterungen der Fahrbahn und genaue Kostenangaben. Die Verhältnisse auf dem Gebiete des Straßenwesens lagen in Ohio insofern grundlegend anders, als in den oben genannten Staaten von den insgesamt in die Untersuchung einbezogenen rd. 11000 Meilen Staatsstraßen nicht weniger als rd. 5200 Meilen (rd. 48%) bereits hochwertige Decken¹ besaßen. Trotz der verhältnismäßig hohen durchschnittlichen Belastung sämtlicher Staatsstraßen mit 538 Fahrzeugen im Tag wiesen — nach der Klassifizierung — nur 26,4% einen Verkehr zwischen 600 und 1500 Fahrzeugen und 8,6% einen solchen über 1500 Fahrzeuge im Tag auf. Von den besser befestigten² Staatsstraßen hatten rd. 4800 Meilen eine Breite unter 5,48 m, etwa 1400 Meilen hiervon sogar eine Breite von nur 3,05 bis 4,58 m. Das Ausbauprogramm sieht in erster Linie die Wiederherstellung und Verbreiterung vorhandener Straßendecken (2814 Meilen = 62,2% aller Umbaulängen) vor, und zwar mit einem Kostenaufwand von 58,8 Millionen \$ (rd. 247 Millionen RM) = rd. 59,0% der gesamten Umbaukosten. Insgesamt sind für die Zeitdauer von fünf Jahren rd. 100 Millionen \$ (420 Millionen RM) für den Umbau oder Ausbau von rd. 4521 Meilen = rd. 41% aller vorhandenen Staatsstraßen vorgesehen, zu welchem Betrage noch weitere 24 Millionen \$ (100,8 Millionen RM) für den Bau von Brücken und den Umbau von Plankreuzungen mit Eisenbahnen hinzukommen. [A 28.]

Auf die Ergebnisse der überaus interessanten Verkehrsuntersuchungen für die Umgegend von Chicago und Cleveland und ihre Ausbaupläne kann in Rücksicht auf den beschränkten Raum leider nicht eingegangen werden. Einige dabei getroffene Sonderfeststellungen sind bereits erwähnt. [A 25, A 30.]

Im vorstehenden ist nur die Rede von den Staats- bzw. Hauptstraßen, da die Ausbaupläne sich lediglich mit diesen befassen. Die Verkehrszählungen jedoch haben sich, wenn auch nicht immer, so doch vielfach, auf die Straßen lokaler Bedeutung erstreckt. Für die Town- bzw. Townshipstraßen hat sich hierbei eine mittlere tägliche Belastung von 20 bis 50 Fahrzeugen und bei den County-Straßen eine solche von 125

¹ Klinker, Zementbeton, Bitumendecken.

² Decken „superior to gravel“.

bis 250 Fahrzeugen herausgestellt. [A 26 bis A 29, C 65.] Für alle diese Straßen — vielleicht mit wenigen Ausnahmen einer stärkeren Belastung — wird daher nach der amerikanischen Auffassung die einfache Befestigung in Gestalt der durch den Verkehr verdichteten Decken auch in Zukunft beibehalten werden.

C. Richtlinien für die Entwurfsbearbeitung.

In gleicher Weise wie in Europa erstreckten sich auch in den V.St.A. die Maßnahmen des Straßenbaus zunächst auf die Anpassung der vorhandenen Straßendecken an den Kraftwagenverkehr. Dabei ist man von einem mehr planlosen Vorgehen alsbald zu einem gründlichen und planmäßigen Verfahren übergegangen, über das in den vorhergehenden Abschnitten näher berichtet ist. Trotzdem hatten noch im Jahre 1928 rd. 72% aller Staatsstraßen eine Decke aus natürlichem oder durch Beimischung von Sand, Ton oder Kies verbessertem Boden und noch im Jahre 1931 wies mehr als die Hälfte (56,5%) der im Federal-aid-System zusammengefaßten Hauptstraßen einfache Decken von der Erdstraße bis zur wassergebundenen Schotterstraße auf. Die Verbesserung der Straßendecken ist daher jetzt und noch für lange Zeit eine vorherrschende Aufgabe des Straßenbaues in den V.St.A. [A 24h.]

An zweiter Stelle steht die Verbreiterung der Straßendecke, der erst die Anpassung der Linienführung nach Lage und Höhe an die Anforderungen des Verkehrs der Kraftwagen folgt. Erleichtert wird ein derartiger Umbau insofern gegenüber den Verhältnissen bei uns, als die vorhandene einfache, wenig oder gar nicht verbesserte Decke doch nicht wieder verwendet werden kann, daher auf ihre Beibehaltung keine Rücksicht genommen werden braucht. Bei der Aufstellung von Richtlinien für die Entwurfsbearbeitung von Straßen kann in den V.St.A. der Verkehr der Pferdefuhrwerke — von seltenen lokalen Ausnahmen abgesehen — außer acht bleiben, da er so gut wie nicht mehr vorhanden ist. Dasselbe gilt für die Landstraßen hinsichtlich der Fußgänger und Radfahrer (im Jahre 1927 auf 1,5 Millionen geschätzt), auch der Krafräder (seit Jahren konstant mit rd. 100000 angegeben), welche letztere nur von Behörden (Polizei, Bauverwaltungen) benutzt werden. In Wirklichkeit sind daher die Landstraßen in den V.St.A. als reine Automobilstraßen anzusehen. Der Verkehr ist mithin drüben wesentlich gleichmäßiger zusammengesetzt als bei uns. Er wickelt sich auch durch die Verkehrsregelung: Beschränkung der Geschwindigkeit, Einteilung der Fahrbahn durch Striche und scharfe Bestrafung bei Übertretungen, gleichmäßiger ab.

In der einschlägigen Literatur wird bei der Frage der Straßenführung nach Lage und Höhe, natürlich auch bei der Frage der Befestigung, immer

mehr die wirtschaftliche Seite betont, und zwar nicht nur für den Straßenbau als solchen, sondern auch für den Verkehr selbst, also für die Beförderungskosten. Zahlreiche Untersuchungen über die Größe der letzteren bei verschiedenen Straßenverhältnissen sind in der letzten Zeit durchgeführt und gewähren wichtige Hinweise für eine zweckmäßige Ausgestaltung der Straßenführung. Freilich können die diesbezüglichen Arbeiten noch nicht als abgeschlossen gelten, es setzt sich aber unter den Fachleuten die Meinung immer mehr durch, daß die Niedrighaltung der Beförderungskosten mit eine wichtige Aufgabe des Straßenbaus ist. Es ist der Gedanke ausgesprochen, daß der Kraftwagenverkehr durch seinen erheblichen Beitrag zu den Straßenkosten, den er durch die Sondersteuern leistet, auch ein Anrecht auf Berücksichtigung seiner Belange durch den Straßenbau hat. Naturgemäß ist in vielen Fällen bei bestehenden Straßen die Rücksichtnahme auf die Beförderungskosten gar nicht oder nur beschränkt möglich, da andernfalls erhebliche Verteuerungen durch Landerwerb, besondere Bauwerke, Verlust an vorhandenen Werten entstehen würden.

Die Richtlinien für die Entwurfsbearbeitung der Hauptstraßen gehen auf die American Association of State Highway Officials und das Bureau of Public Roads zurück. Zahlreiche Richtlinien der Association sind seitens des Bureau of Public Roads für die Straßen des Federal-aid-Systems vorgeschrieben. [A 5.] Einzelheiten über die konstruktive Durchbildung von Entwurfs-elementen, z. B. über das Ausmaß der Überhöhungen in Krümmungen, sind in die seitens des Bureau of Public Roads herausgegebene Sammlung von 32 Zeichnungen aufgenommen [E 5], von denen 17 sich mit der Ausbildung der verschiedenen Fahrbahndecken und 15 mit der Konstruktion der Krümmungen, Überhöhungen in diesen sowie der Nebenanlagen befassen. Diese Zeichnungen sind nicht bindend, stellen vielmehr lediglich Richtlinien für die zahlreichen staatlichen Straßenbauämter dar und lassen daher für die Berücksichtigung der verschiedenen Verhältnisse in dem weiten Gebiete der Union (Klima, Geländegestaltung, Baustoffe) den notwendigen Spielraum. Immerhin hat der weitgehende Einfluß der umfassenden Gewalten auf die unteren Behörden durch finanzielle Beihilfen den Richtlinien des Bureau of Public Roads und der American Association of State Highway Officials weite Verbreitung und Anwendung nicht nur bei den staatlichen Straßenbauämtern, sondern auch bei denjenigen der Counties, Townships bzw. Towns gesichert. [E 3.]

a) Gesetzliche Bestimmungen über Größe, Gewicht und Geschwindigkeit der Straßenfahrzeuge.

Zuständig für den Erlaß von Bestimmungen auf dem Gebiete des Straßenbaues und Straßenverkehrs sind die Staaten. Neben diesen

sind auch die lokalen Behörden befugt, allgemeine Polizeiverordnungen zu erlassen, die aber natürlich mit den staatlichen Vorschriften in Einklang stehen müssen. [A 49.]

Trotz der in den V.St.A. vorhandenen starken Zersplitterung der Zuständigkeiten auch hinsichtlich der Regelung des Verkehrs ist durch Einschaltung der Interessenten eine weitgehende Übereinstimmung der gesetzlichen Bestimmungen in den einzelnen Staaten erzielt worden. [C 26.] So ist im Jahre 1926 aus dem Zusammenwirken der National Conference on Street and Highway Safety und der National Conference of Commissioners on Uniform State Laws der Entwurf des nach dem Präsidenten Hoover benannten Fahrzeuggesetzes, des „Hoover Uniform Vehicle Code“, entstanden, der den einzelnen Staaten zur Annahme empfohlen wurde. [A 51.] Das Gesetz besteht aus 4 Teilen. Je ein Teil regelt die Registrierung (registration) und die Erteilung des Führerscheins (license) für Kraftfahrzeuge. Ein weiterer Teil enthält eingehende Bestimmungen über den Nachweis des Eigentums an Kraftfahrzeugen, um ihrem Diebstahl entgegenzuwirken und die Auffindung gestohlener Kraftfahrzeuge zu erleichtern. Der letzte und umfangreichste Teil behandelt den Verkehr auf der Straße, er enthält Bestimmungen über die Abmessungen, die Gewichte, die Konstruktion und die Ausrüstung von Straßenfahrzeugen, über die Verkehrszeichen und schließlich die Strafen bei Übertretungen des Gesetzes. [A 51.]

Hinsichtlich der Abmessungen legt das Hoover-Gesetz Teil 4 die größte Breite für Straßenfahrzeuge einschließlich Ladung — mit Ausnahme landwirtschaftlicher Fahrzeuge — auf 8 Fuß (2,44 m) fest, die größte Höhe auf 12 Fuß (3,66 m), die größte Länge für das einzelne Fahrzeug auf 33 Fuß (10,06 m) und für einen Fahrzeugzug auf 85 Fuß (25,91 m). Die Mehrzahl der Staaten, soweit sie überhaupt eine zahlenmäßige Festsetzung getroffen haben, hat diese Werte übernommen mit Ausnahme¹ desjenigen für die größte Fahrzeughöhe, für die in den meisten Staaten ein Maß von 3,81 m und mehr gilt. [A 51, C 77 a.]

Ein Höchstgewicht für Straßenfahrzeuge ist in der Fassung des Hoover-Gesetzes vom 24. 10. 1930 in folgender Weise festgelegt. Zum Zwecke einer Überwachung des Verkehrs der schweren Fahrzeuge kann der Verwaltungsrat des Staatsstraßenbauamtes das Staatsgebiet in großstädtische, industrielle und landwirtschaftliche Gebiete unterteilen und in diesen die Straßen von wichtiger Bedeutung festlegen. Dann soll bei Fahrzeugen mit Luftbereifung auf Hauptstraßen in großstädtischem Gebiet die höchste Radlast 11200 pounds (rd. 5,1 t) und die höchste Achslast 22400 pounds (rd. 10,2 t) betragen. Auf Hauptstraßen in

¹ Das gleiche trifft für die größte Länge von Fahrzeugzügen zu, die sich meist zwischen 9,14 m und 21,33 m bewegt.

industriellem Gebiet sollen die entsprechenden Grenzlasten 9000 pounds (rd. 4,1 t) bzw. 18000 pounds (rd. 8,2 t) sein, und in landwirtschaftlichem Gebiet und auf Nebenstraßen 8000 pounds (rd. 3,6 t) bzw. 16000 pounds (rd. 7,3 t). Auf Hauptstraßen in industriellen und landwirtschaftlichen Gebieten dürfen Fahrzeuge mit Vollgummibereifung nur 80% und auf Nebenstraßen nur 50% der für Luftbereifung angegebenen Werte der Belastung erreichen. Diese neue Regelung, die von der Regelung im Hoover-Gesetz nach der Fassung vom 20. 8. 1926 abweicht, hängt wohl mit einer EntschlieÙung der American Association of State Highway Officials zusammen, welche die größte Achslast eines Kraftwagens mit Hochdruckluftreifen nicht unter 16000 lbs (rd. 7,3 t) und die Radlast nicht unter 8000 lbs (rd. 3,6 t) beschränkt sehen will. [C 26.] Die EntschlieÙung stützt sich auf Ergebnisse von Untersuchungen, nach denen eine derartige Belastung bei Hochdruckluftreifen mit Sicherheit von schweren StraÙendecken aufgenommen werden kann, und verfolgt den Zweck, die untere Beschränkung im Gewichte für das gesamte Gebiet der Union im Interesse des Durchgangsverkehrs möglichst gleichmäÙig zu gestalten. Ein Vergleich mit den einzelstaatlichen Gesetzen zeigt, daÙ bereits am 1. 1. 1930 nur in sehr wenigen Staaten eine geringere Belastung vorgeschrieben, bei den meisten dagegen eine gleiche oder gar höhere Achs- bzw. Radlast (bis 5,1 t Radlast) zugelassen war.

Die verhältnismäÙig hohen zulässigen Gewichte einerseits, die auf den meisten StraÙen vorhandene leichte Befestigung andererseits machen es notwendig, daÙ das Gesetz den örtlichen StraÙenbaubehörden das Recht gibt, zeitweilig (z. B. im Frühjahr bei Tauwetter) Beschränkungen des Gewichtes oder gar Verbote des Verkehrs von Lastkraftwagen für bestimmte Strecken eintreten zu lassen. Das Gesetz beschränkt aber die Dauer derartiger Einschränkungen des Verkehrs auf 90 Tage innerhalb eines Kalenderjahres. Auch müssen die StraÙen eine besondere Kennzeichnung erhalten. [A 49.]

Die Geschwindigkeit wurde 1926 durch das Hoover-Gesetz allgemein mit 35 Meilen/Std. (rd. 56,3 km/Std.), 1930 jedoch mit 45 Meilen/Std. (rd. 72,4 km/Std.) begrenzt. Die Geschwindigkeit muß auf 15 Meilen/Std. (rd. 24,1 km/Std.) in der Nähe von Schulen und von Eisenbahnkreuzungen bei beschränkter Sicht herabgesetzt werden. Eine Geschwindigkeit von 20 Meilen/Std. (rd. 32,2 km/Std.) ist vorgeschrieben auf StraÙen in Geschäftsvierteln und in der Nähe von Kreuzungen mit anderen StraÙen. In Wohngebieten, bei übersichtlichen Eisenbahnkreuzungen und in den öffentlichen Parkanlagen der Städte darf mit einer Geschwindigkeit bis zu 25 Meilen/Std. (rd. 40,2 km/Std.) gefahren werden. Nach der Statistik von 1932 haben 17 Staaten die Höchstgeschwindigkeit entsprechend dem Hoover-Gesetz begrenzt. Nur in einem Staate (North Dakota) ist eine Geschwindigkeit bis zu 50 Meilen/Std.

(rd. 80,5 km/Std.) zugelassen, während 14 Staaten¹ Höchstgeschwindigkeiten von 30 bis 40 Meilen/Std. (rd. 48,3 bis 64,4 km/Std.) vorschreiben. In 17 Staaten ist allerdings eine zahlenmäßige Festlegung nicht erfolgt. Soweit eine zahlenmäßige Festlegung erfolgt war, hatten im Jahre 1930 noch die Hälfte² der Staaten eine Höchstgeschwindigkeit bis zu 35 Meilen/Std. Einige Gesetze enthalten auch — nach dem Stand von 1930 — besondere Beschränkungen der Geschwindigkeit für schwere Lastkraftwagen, eine Frage, welche das Hoover-Gesetz bis jetzt noch offen gelassen hat. Diese Beschränkungen sehen meistens eine Abstufung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit nach dem Gesamtgewicht bzw. Fassungsvermögen und nach der Art der Bereifung vor. Bemerkenswert ist, daß einige Staaten die Eisenbereifung nicht verbieten. Wegen der Beschränkung der Geschwindigkeit der Fahrzeuge mit Eisenbereifung auf im allgemeinen 6 bis 10 Meilen/Std. (rd. 10 bis 16 km/Std.) ist dies Verbot jedoch ohne praktische Bedeutung geblieben. Mittelwerte für eine Abstufung der Höchstgeschwindigkeit nach Gesamtgewicht und Bereifung waren 1930:

Geschwindigkeit 20 Meilen/Std. (rd. 32,2 km/Std.) bei einem Gewicht über 16000 pounds (rd. 7,3 t) und Luftbereifung;

Geschwindigkeit 15 Meilen/Std. (rd. 24,1 km/Std.) bei einem Gewicht von 12000 bis 22000 pounds (rd. 5,4 bis 10 t) und Vollgummibereifung;

Geschwindigkeit 10 bis 12 Meilen/Std. (rd. 16,1 bis 19,3 km/Std.) bei einem Gewicht über 22000 pounds (rd. 10 t) und Vollgummibereifung. [A 49, A 51, C 77a.]

Vergleicht man diese gesetzlichen Regelungen mit den deutschen Bestimmungen [F 33], so ergibt sich in Deutschland eine größere Freiheit und Beweglichkeit. Bei uns ist auf den Landstraßen im allgemeinen die Geschwindigkeit nicht begrenzt, auch sind keine bestimmten Geschwindigkeiten bei Kreuzungen, schwierigen Straßenabschnitten, Schulen und dergleichen vorgeschrieben. Es gilt hier lediglich der durch die Rechtsprechung festgelegte Grundsatz, daß vor derartigen Hindernissen und Gefahrenstellen nur mit einer solchen Geschwindigkeit gefahren werden darf, daß das Fahrzeug auf kürzeste Entfernung zum Halten gebracht werden kann. Ob in Wirklichkeit dieser Grundsatz nicht zu einer weitgehenden Beschränkung der Geschwindigkeit führt und daher für den Fahrer unbequemer ist als die eindeutige Festlegung in den V.St.A., kann mindestens zweifelhaft sein. Beschränkungen in der Länge des einzelnen Fahrzeuges bestehen bei uns nicht, auch nicht in der Länge von Fahrzeugzügen mit der Ausnahme, daß die Länge eines Lastkraftwagens einschl. einachsigen Anhänger im allgemeinen 18 m

¹ Einschl. Distrikt von Columbia.

² 19 Staaten von 40.

nicht überschreiten darf¹. Die Breite der Fahrzeuge ist in Deutschland mit 2,35 m, in den V.St.A. mit 2,44 m beschränkt. Die in Deutschland geltende größte Achslast von 7,5 t bei zweiachsigen Fahrzeugen² deckt sich ziemlich genau mit der in den V.St.A. vorherrschenden größten Achslast von 7,3 t.

b) Linienführung und Querschnitt.

Die Bedeutung, die man neuerdings im amerikanischen Straßenbau der wirtschaftlichen Seite beimißt, wurde schon in der Einleitung dieses Abschnittes hervorgehoben. Der Grundgedanke ist, daß im Straßenbau neben den Kosten für den Bau und die Unterhaltung der Straße auch die Beförderungskosten Berücksichtigung finden müssen, daß also die Summe dieser Kosten für jede Straße ein Minimum werden muß, wenn volle Wirtschaftlichkeit erreicht sein soll.

Während nun für den Bau und die Unterhaltung der Straße die Kosten unschwer berechnet werden können, liegen die Dinge hinsichtlich der Beförderungskosten nicht so einfach. Versuche, diese Aufgabe zu lösen, sind in Deutschland gemacht [F 5, F 24], umfangreicher sind aber die Untersuchungen, die amerikanische Forscher, insbesondere T. R. Agg von der Universität Ames in Iowa, angestellt und veröffentlicht haben [A 1 bis A 4, A 47, A 65, C 173 bis 175, C 178]. Es würde zu weit führen, an dieser Stelle im einzelnen diese Arbeiten und ihre Entwicklung darzustellen. Dagegen sollen die bisher bekannt gegebenen Ergebnisse, soweit sie für die Entwurfsbearbeitung der Straßen von Bedeutung sind, kurz angeführt werden.

Unter wirtschaftlicher Steigung versteht T. R. Agg [C 178] eine solche, die ein Kraftwagen ohne Umschalten, also im ersten Gang, mit einer möglichst hohen Geschwindigkeit (25 bis 30 Meilen/Std. = rd. 40 bis 48 km/Std.) hinauf- und ohne Anwendung der Bremsen und ohne Erreichung einer zu hohen Geschwindigkeit (25 bis 30 Meilen/Std.) hinabfahren kann. Er findet unter Zugrundelegung eines Fahrwiderstandes (einschließlich Luftwiderstand) von 0,03 bis 0,035 (60 bis 70 pounds/am.t Fahrzeuggewicht) mal Wagengewicht auf guter, ebener Fahrbahn und einer größten Zugkraft im ersten Gang von 0,0625 bis 0,08 (125 bis 160 pounds/am.t Fahrzeuggewicht) mal Wagengewicht für die Bergfahrt eine größte, noch wirtschaftliche Steigung von beliebiger Länge für Lastkraftwagen von nicht ganz 5%, während sie für Personen-

¹ Größere Länge — ebenso Mitführen von 2 Anhängern — setzt Erlaubnis der Polizeibehörde voraus. Die Erlaubnis ist nur gültig für den Bereich der betreffenden Polizeibehörde.

² Ausgenommen sind zweiachsige Müll-, Spreng-, Tank- und Fäkalienwagen sowie zweiachsige Kippwagen mit Kippvorrichtung, die nicht mit Menschenkraft betrieben wird; für diese Fahrzeuge beträgt der größte Achsdruck 8 t.

kraftwagen bei 6 bis 7% liegt. Für die Talfahrt ergeben sich schwächere Steigungen. Steigungen über diese Werte hinaus können von Kraftfahrzeugen unter Beibehaltung des erwähnten Wirtschaftlichkeitsbegriffes — also ohne Umschalten und mit der genannten größeren Geschwindigkeit — nur unter entsprechender Begrenzung der Länge der Steigung befahren werden.

Die Art der Befestigung übt einen starken Einfluß auf den Verbrauch des Brennstoffes und der Reifen aus. Die zunächst über den Brennstoffverbrauch angestellten Untersuchungen haben T.R. Aggzu dem Ergebnis geführt, wie es in Zusammenstellung 9 wiedergegeben ist.

Zusammenstellung 9. Brennstoffverbrauch bei verschiedenen Decken und verschiedener Geschwindigkeit, bezogen auf den Brennstoffverbrauch auf guten und ebenen Decken mit einem Gesamtwiderstand von 0,015 (30 pounds/amt Fahrzeuggewicht) und für eine Geschwindigkeit von 10 Meilen/Std. (rd. 16 km/Std.), der gleich 1,00 gesetzt ist [A 3].

Fahrbahndecke	Bereifung und Geschwindigkeit			
	Vollgummi 16 km/Std.	Luftreifen 24 km/Std.	Luftreifen 40 km/Std.	Luftreifen 56 km/Std.
Feste und ebene Decken (Beton-, Asphalt- u. Klinkerdecken)	1,00	0,89	0,96	1,09
Kiesdecken.	1,20—1,33	1,12—1,27	1,20—1,33	1,33—1,47
Erdecken	1,33—1,47	1,27—1,40	1,31—1,44	1,47—1,60

Der Brennstoffverbrauch steigt also mit der Verminderung der Güte der Decke und zwar bis zu 60% bei der einfachen Erdstraße gegenüber der hochwertigen Decke.

Untersuchungen über den Reifenverbrauch bei verschiedener Fahrbahnbefestigung sind in den Jahren 1924 bis 1926 von der Engineering Experiment Station an der Universität des Staates Washington durchgeführt [C 173 bis 175]. Als Ergebnis aus Versuchen von insgesamt rd. 5650 Fahrzeugmeilen (rd. 9100 Fahrzeugkilometern) bei einer Geschwindigkeit von 20 bis 30 Meilen/Std. (rd. 32 bis 48 km/Std.) wurde der mittlere Verbrauch für den einzelnen Reifen in Pounds je 1000 Meilen zu 0,372 (104,85 g je km) für die Kleinschlagdecke, von 0,097 (27,35 g je km) für Betondecken und nur 0,027 (7,60 g je km) für die Kleinschlagdecke mit Oberflächenbehandlung durch Öl festgestellt.

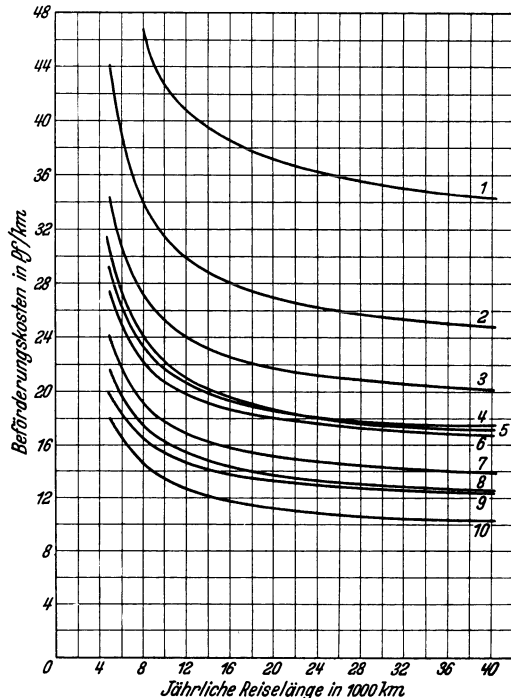
Die Universität des Staates Jowa in Ames hat bis in die neueste Zeit ihre Untersuchungen über die Beförderungskosten von Personenkraftwagen fortgesetzt. In einer Veröffentlichung von Untersuchungen des Jahres 1928 werden die Beförderungskosten insgesamt — umfassend die Kosten für Brennstoff-, Öl- und Reifenverbrauch, Unterhaltung, Abschreibung, Versicherung, Steuern, Garagenmiete — für einen mitt-

leren Personenwagen und eine jährliche Fahrstrecke von 11000 Meilen (rd. 17700 km) angegeben zu

- 5,44 cts/Meile (rd. 14,20 Pf./km) auf hochwertigen Decken,
- 6,43 cts/Meile (rd. 16,80 Pf./km) auf mittelwertigen Decken,
- 7,50 cts/Meile (rd. 19,60 Pf./km) auf einfachen Decken [A 1].

Setzt man die Beförderungskosten auf hochwertigen Decken gleich 1,00, so betragen die Beförderungskosten auf mittelwertigen Decken das 1,18- und auf einfachen Decken das 1,38-fache der ersteren. Die im Jahre 1931 veröffentlichten Untersuchungen der gleichen Universität [A 65] verfolgten den Zweck, mittlere Werte der Beförderungskosten von Personenkraftwagen in Abhängigkeit von der jährlichen Benutzung, von den jährlich zurückgelegten Fahrstrecken, zu erhalten. Es sind die Kostenangaben von 1675 Personenkraftwagen ausgewertet, die vorwiegend in der Benutzung von Straßenbauverwaltungen standen, um möglichst zuverlässige Angaben zu erhalten. Fast sämtliche vorkommenden Typen wurden berücksichtigt und nach dem Gewicht in Klassen (insgesamt 10) und Gruppen eingeteilt.

Die im Jahre zurückgelegte Fahrstrecke schwankte zwischen 3000 und 25000 Meilen (rd. 4800 und rd. 40000 km). In die Beförderungskosten wurde auch hier alles eingerechnet wie bei den Untersuchungen des Jahres 1928. Zugrunde gelegt wurde ein Brennstoffpreis von 20 cts/gal (22,2 Pf./l) einschließlich 3 cts/gal (3,33 Pf./l) Steuer, ein Ölpreis von 100 cts/gal (111,0 Pf./l), eine monatliche Garagenmiete von 4 \$ (16,80 RM),



Erläuterung: 1 Schwerer 8-Zylinderwagen, 2 Mittelschwerer 8-Zylinderwagen, 3 Schwerer 6-Zylinderwagen, 4 Mittelschwerer 6-Zylinderwagen, 5 Leichter 8-Zylinderwagen, 6 Schwerer 4-Zylinderwagen, 7 Leichter 6-Zylinderwagen, 8 Mittelschwerer 4-Zylinderwagen, 9 Leichter 4-Zylinderwagen, 10 Mittelschwerer 4-Zylinderwagen (Modell Ford).

Die Kurve für den „mittleren“ Wagen (S. 33) deckt sich fast mit der Kurve für den leichten 6-Zylinderwagen.

Abb. 15. Beförderungskosten je km in Abhängigkeit von der jährlichen Reiselänge für 10 verschiedene Typen von Personenkraftwagen nach Untersuchungen der Universität Ames in Jowa in den Jahren 1930/31 [A 65].

eine Verzinsung von 6% und im übrigen gleiche (die in Jowa üblichen) Sätze für Steuern, Versicherung, Abschreibung usw. Die von der jährlichen Benutzungslänge abhängigen Beförderungskosten sind für die 10 Klassen in der Abb. 15 eingetragen. Die Kostenkurven laufen für alle Fahrzeuge ziemlich parallel und lassen erkennen, daß erst von einer Fahrstrecke von etwa 15000 Meilen (rd. 24000 km) ab die Einheitssätze der Beförderung langsam und stetig abnehmen, dagegen bei geringer Benutzung sehr stark ansteigen. Aus den Einzelfeststellungen wurde schließlich der gesamte Durchschnitt gezogen. Dabei ergab sich eine Reiselänge von 7000 Meilen (rd. 11000 km) und ein Beförderungssatz von 6,51 cts/Meile (17,0 Pf./km), der also für Jowa Gültigkeit hat.

Erwähnt seien schließlich auch noch Untersuchungen über die Beförderungskosten von Lastkraftwagen, die im Jahre 1929 von der

General Motors Corporation angestellt wurden. Als Ergebnis wird für den mittleren Lastkraftwagen einschließlich Unterhaltung und Abschreibung ein Satz von 15,15 cts/Meile (39,5 Pf./km) angegeben [C 46].

Über die Anwendung und das Ausmaß der Krümmungen hat die American Association of State Highway Officials im Jahre 1929 Richtlinien herausgegeben. Diese sind den folgenden Angaben zugrunde gelegt. [C 14.]

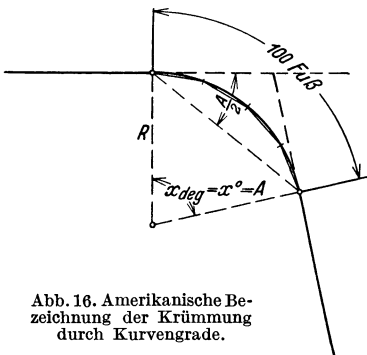


Abb. 16. Amerikanische Bezeichnung der Krümmung durch Kurvengrade.

Abweichend von dem deutschen Brauch werden die Krümmungen neuerdings nach Kurvengraden (degree of curve oder degree of curvature, abgekürzt deg.) angegeben. Unter einer Krümmung von x deg. versteht man einen Kreisbogen, der bei einem Zentriwinkel von x° eine Anzahl gleich langer Sehnen (2 oder 4 oder 10) von insgesamt 100 Fuß (30,48 m) Länge einschließt (Abb. 16). Auf Grund dieser Definition läßt sich der Krümmungshalbmesser R — Länge des Bogens und des Sehnenvielecks gleichgesetzt — durch folgende Beziehungen finden:

$$\text{Kurve von 1 deg. } \frac{100}{1} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{360},$$

$$R_{\text{Fuß}} = \frac{360 \cdot 100}{2 \cdot \pi \cdot 1} = \text{rd. } 5730 \text{ Fuß (1746,50 m).}$$

$$\text{Kurve von 5 deg. } \frac{100}{5} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{360},$$

$$R_{\text{Fuß}} = \frac{360 \cdot 100}{2 \cdot \pi \cdot 5} = \text{rd. } 1146 \text{ Fuß (349,30 m).}$$

Der Grund für diese Bezeichnungsweise der Krümmungen liegt in praktischen Vorteilen. Einmal läßt sich die Bogenlänge — freilich als

Sehnenvieleck — ohne weiteres als ein Vielfaches von der Einheitslänge (100 Fuß) ermitteln. Es ist nur nötig, den Zentriwinkel durch die Kurvengrade (deg.) zu dividieren, um den Faktor zu erhalten, mit dem das Einheitsmaß (100 Fuß) multipliziert werden muß. [A 35.]

Beispiel: Kurvengrad = 11° ,
 Zentriwinkel $46^\circ 4' = 46,066^\circ$,
 Bogenlänge = $\frac{46,066}{11} \cdot 100 = 418,79$ Fuß.

Der zweite Vorteil liegt in der bequemen Absteckung des Bogens

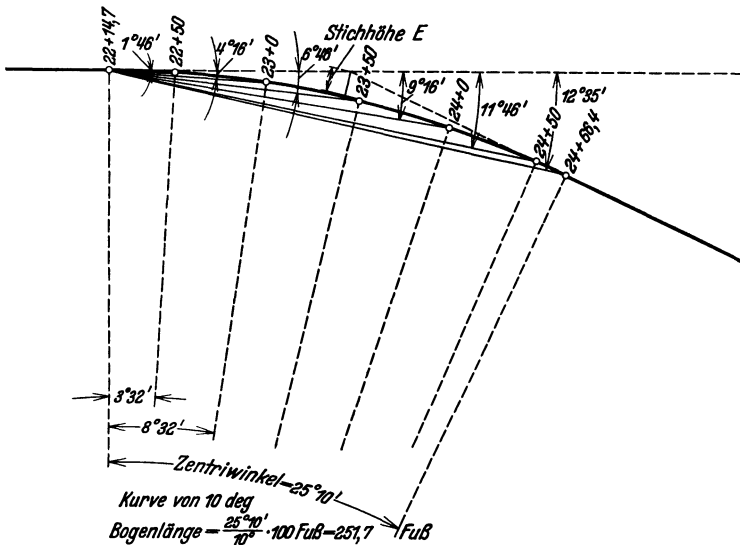


Abb. 17. Normale amerikanische Kurvenabsteckung [nach A 35].

als Sehnenvieleck, die in den V.St.A. vom Bogenanfang aus durch Absetzung von stetig wachsenden Winkeln mittels des Theodoliten geschieht. Der Normalfall ist aus der Abb. 17 ersichtlich [A 35, A 64].

Das Ausmaß der Krümmungen, ausgedrückt in Kurvengraden, wird von der Größe des Zentriwinkels, also der Länge des Bogens, abhängig gemacht. Ist der Zentriwinkel 45° oder mehr, so soll der Kurvengrad zwischen 5 und 11 deg. (zwischen $R = 1146$ Fuß [349,3 m] und $520,9$ Fuß [158,8 m]) liegen. Liegt der Zentriwinkel unter 45° , so soll ein Kurvengrad von 5 deg. nicht überschritten werden [C 14]. C. C. Wiley [A 64] hat bereits 1927 vorgeschlagen, den kleinsten Krümmungshalbmesser nicht unter 500 Fuß (152,4 m), in freiem Gelände nicht unter 1000 Fuß (304,8 m) zu wählen. A. G. Bruce [C 64] von der Entwurfsabteilung des Bureau of Public Roads gibt 1929 den üblichen kleinsten Krümmungshalbmesser im Flachland zu 1000 Fuß und bei Federal-aid-

Bauten im Jahre 1928 zu rd. 500 Fuß an. Auf Gebirgsstraßen soll der Krümmungshalbmesser 50 Fuß (15,24 m) möglichst nicht unterschreiten. Die genannten Kleinstwerte der Krümmungshalbmesser stimmen mit inzwischen seitens einzelner Länder oder Provinzen in Deutschland herausgegebenen Bestimmungen gut überein, die für das Flachland einen Halbmesser von 200 bis 300 m, für das Hügelland von 120 bis 150 m und für das Gebirge von 30 bis 50 m vorschreiben.

Die genannten Richtlinien begrenzen die Steigung lediglich für die Rampen von Kreuzungen mit anderen Verkehrswegen oder Wasserläufen, und zwar mit 5% [C 14]. Im allgemeinen wird aber für Haupt-

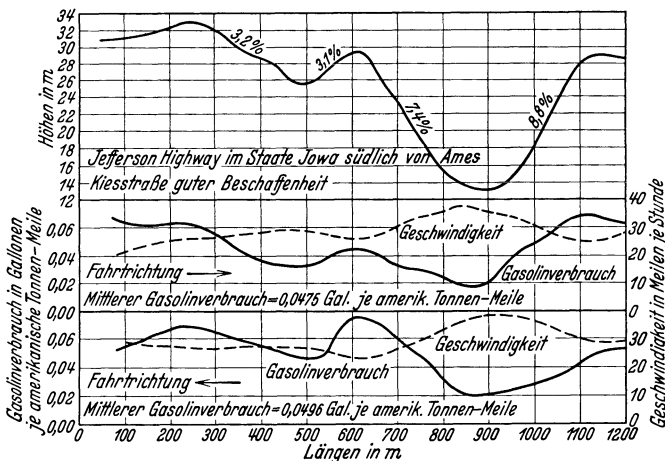


Abb. 18. Einfluß des Rollingprofils mit starken Steigungen auf die Geschwindigkeit und den Brennstoffverbrauch von Personenkraftwagen (Gesamtgewicht 1,68 t) nach Agg 1927 (bei ausgeschalteter Kupplung) [A 2].

straßen im Flachlande eine Steigung von 5% und im Hügellande von 7% nicht überschritten [C 64].

Im Rahmen der vorher angegebenen Werte für die Steigungsverhältnisse bevorzugt der Amerikaner seit Jahren im Höhenplan die möglichste Anpassung an die Geländegestaltung (rolling profil), um größere Erdbewegungen zu vermeiden. Lediglich kurze Hügel mit Rampenlängen unter 500 Fuß (152,40 m) werden üblicherweise durchstoßen [A 1]. Diese bereits im Jahre 1920 von W. G. Harger [A 34] angeführten Grundsätze haben inzwischen durch die Untersuchungen von Agg wenigstens für den Personenverkehr ihre Rechtfertigung gefunden, insofern ein derartiger Höhenplan — selbst mit Steigungen, die das übliche Maß überschreiten — die Geschwindigkeit und den Brennstoffverbrauch nicht nennenswert beeinflußt (Abb. 18). Für den Verkehr der Lastkraftwagen tritt freilich eine stärkere Beeinflussung der Geschwindigkeit und des Brennstoffverbrauches ein (Abb. 19a u. b) [A 2].

Können bei einem Neu- oder Umbau einer Straße in hügeligem oder gebirgigem Gelände die Grenzwerte der Steigungen und Krümmungen nicht gleichzeitig eingehalten werden, so gilt als Grundsatz, daß flachere Krümmungen mit stärkeren Steigungen einer Linienführung mit

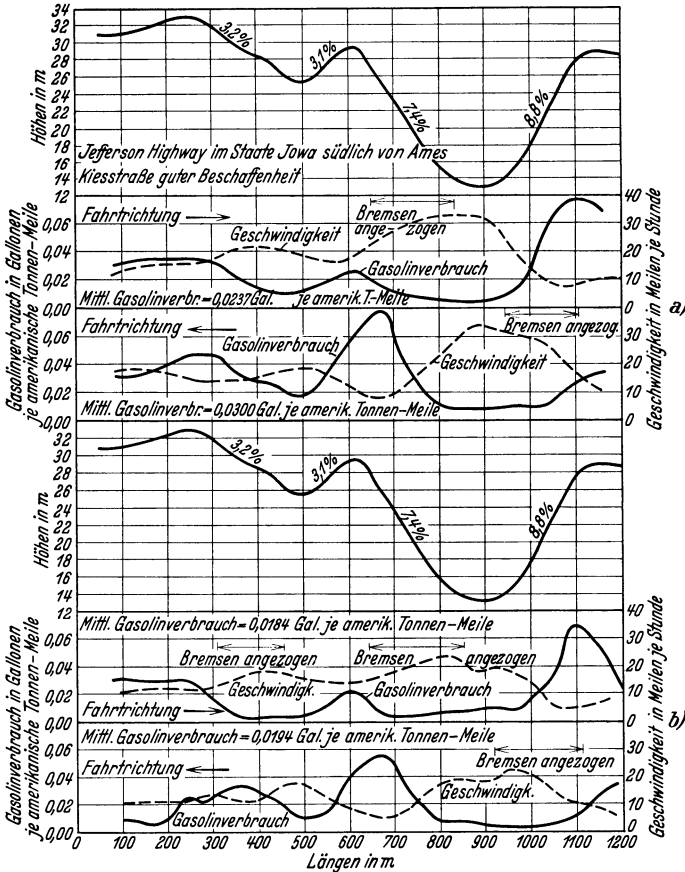


Abb. 19. Einfluß des Rollingprofils mit starken Steigungen auf die Geschwindigkeit und den Brennstoffverbrauch von Lastkraftwagen nach Agg 1927 (bei ausgeschalteter Kupplung), und zwar a) leichter Lastkraftwagen (Gesamtgewicht 3,75 t), b) schwerer Lastkraftwagen (Gesamtgewicht 6,35 t) [A 2].

stärkeren Krümmungen und flacheren Steigungen stets vorgezogen werden [C 64]. In Krümmungen mit einem Halbmesser unter 500 bis 1000 Fuß (152,40 bis 304,80 m) wird eine Ermäßigung des Steigungsverhältnisses vorgenommen, sofern dasselbe 5 bis 6% übersteigt [C 14, C 64]. Diese Ermäßigung beträgt nach A. G. Bruce für Krümmungen unter 500 Fuß Halbmesser für je 50 Fuß Verkleinerung des Halbmessers 0,5% des Steigungsverhältnisses.

Nach den eingangs erwähnten Richtlinien der American Association of State Highway Officials sollen Krümmungen über 3 deg. (Halbmesser 1910 Fuß = 582,2 m) nicht mit konvexen oder konkaven Ausrundungen im Höhenplan gleichzeitig angeordnet werden, sofern die Steigungen groß sind. Fallen bei schwächeren Steigungen horizontale und konvexe Ausrundungen zusammen, so soll sich die horizontale Krümmung über die gesamte Länge der konvexen Ausrundung erstrecken, möglichst noch über dieselbe hinausreichen. Ferner wird der Grundsatz aufgestellt, bei derselben Straße bzw. demselben Straßenabschnitt scharfe Wechsel des Krümmungshalbmessers zu vermeiden. Es soll vielmehr auf einen Abschnitt mit scharfen Krümmungen eine allmähliche Abflachung der Krümmungen folgen. Zwischen Krümmungen gleichen Sinnes sind kurze Zwischengeraden zu vermeiden, bei Gegenkrümmungen, die eine Verbreiterung und Überhöhung bedingen, soll die Zwischengerade eine Mindestlänge von 200 Fuß (61 m) erhalten. [C 14, C 64.]

Für die Breitenabmessung der Straße sind die früher erwähnten neueren Untersuchungen über die Verteilung des Verkehrs im Straßenquerschnitt richtunggebend, die anlässlich der Verkehrsuntersuchung für die nähere Umgebung von Cleveland 1927 angestellt worden sind. Nach diesen ist die für den Verkehr und die Ausnutzung des Querschnitts zweckmäßigste Fahrspur 10 Fuß (3,05 m), die zweispurige Fahrbahn mithin 20 Fuß (6,10 m) breit, ein Maß, welches in den V.St.A. durchweg als Normalmaß¹ angenommen ist [A 45, C 38]. Eine Fahrbahnbreite von 18 Fuß (5,48 m) wird noch als befriedigend angesehen, die Verbreiterung auf das Normalmaß wird jedoch für die Zukunft ins Auge gefaßt [C 64]. Dreispurige Straßen² werden nur in seltenen Ausnahmefällen als zweckmäßig angesehen, dann nämlich, wenn ein ausgesprochener Spitzenverkehr bald in der einen, bald in der anderen Richtung besteht, und wenn der Ausbau einer vierspurigen Straße nicht durchführbar ist. Die dreispurige Straße erfordert dann eine Markierung ihrer Spuren und eine sorgfältige Verkehrsüberwachung [C 64].

¹ Dieses Maß ist in den Querschnitten der Sammlung zeichnerischer Richtlinien des Bureau of Public Roads, die den Verfassern vorlag und Änderungen bei den Querschnitten bis zum 4. 5. 1927 enthielt, nicht als Normalmaß angegeben.

² Der Längenanteil der dreispurigen Landstraße war zwar Ende 1931 an der Länge aller Landstraßen von mehr als 2 Spuren (3790 Meilen) mit rd. 59% (2230 Meilen, davon allein 914 Meilen im Staate New York und 237 Meilen im Staate New Jersey) recht hoch. Bei den im Jahre 1931 gebauten Landstraßen von mehr als 2 Spuren Breite überwogen aber bereits die vierspurigen Straßen, von denen 1931 1385 Meilen vorhanden waren, an Längenausdehnung. Die angeführten Zahlen beziehen sich nur auf Staatsstraßen, deren Länge am 1. 1. 1932 347867 Meilen betrug. Der Anteil der außergewöhnlich breiten Landstraßen, die vorwiegend Portland-Zementbetondecken hatten, ist also äußerst gering. [C 99.]

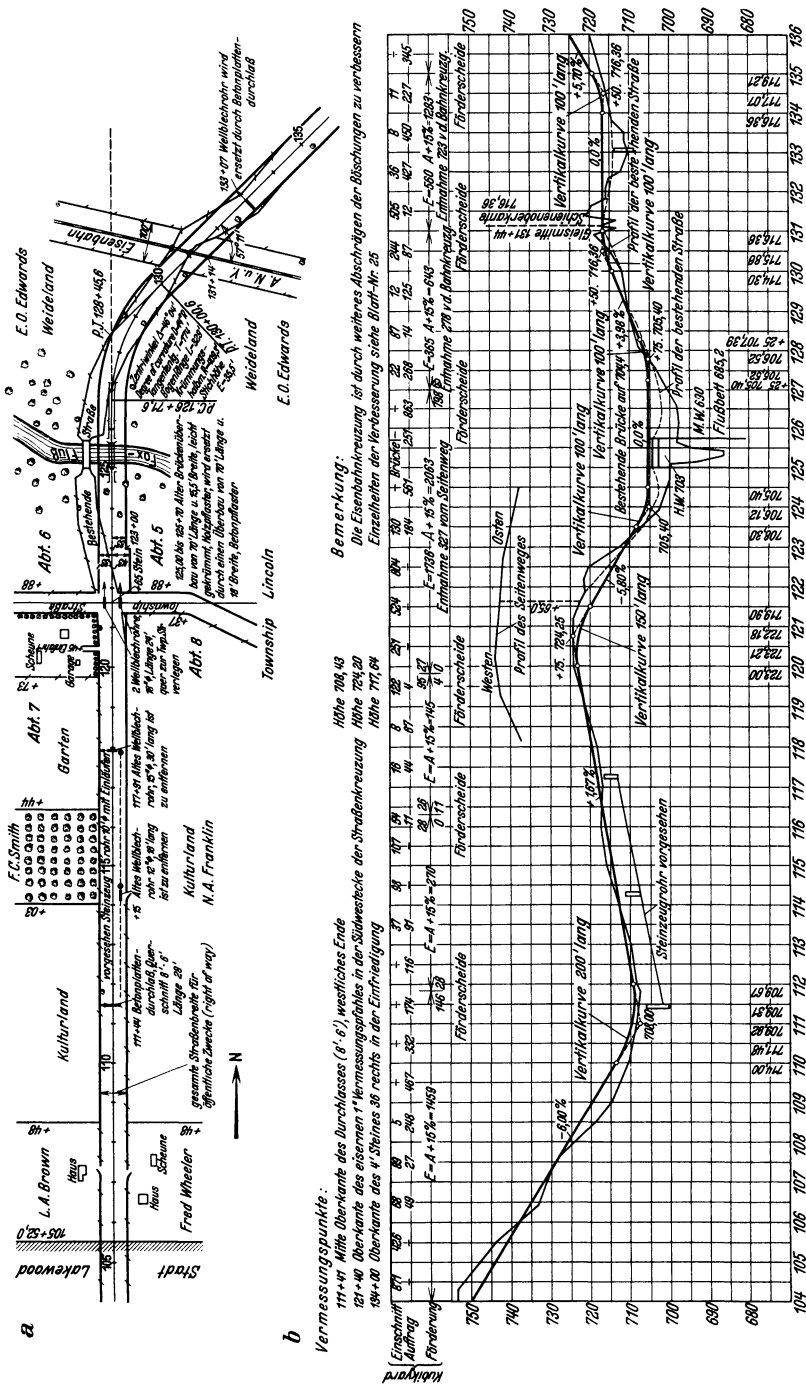


Abb. 20. Amerikanische Straßenplanung, a) Lageplan, b) Höhenplan [A 1].
A = Auftragsmasse mit bleibender Auflockerung, E = Einschnittsmasse mit gesamtter Auflockerung.
15% = vorübergehende Auflockerung, bezogen auf die Masse des gewachsenen Bodens.

Vermessungspunkte:
111+41 Mitte Oberkante des Durchlasses (s' + e'), westliches Ende
121+40 Oberkante des ersten "Vermessungsplanies in der Südwestecke der Straßeneinfriedigung
134+00 Oberkante des "Stines 36 rechts in der Einfriedigung

Bemerkung:
Die Eisenbahnkreuzung ist durch weiteres Abschrägen der Böschungen zu verbessern
Einschnitten der Verbesserung siehe Blatt-Nr. 25
Einschnitt 278' vor Straßenkreuzung
Einschnitt 223' v. d. Bahnkreuzung
Einschnitt 778' v. d. Bahnkreuzung

Abt. 1
Abt. 2
Abt. 3
Abt. 4
Abt. 5
Abt. 6
Abt. 7
Abt. 8

Vierspurige Straßen bestehen in den V.St.A. fast nur in der Nachbarschaft von Großstädten. Ihre Leistungsfähigkeit — als Landstraße — ist bisher nach den vorliegenden Berichten kaum erreicht worden [C73]. Die Auffassung der amerikanischen Fachleute geht im übrigen dahin, daß im Interesse des Verkehrs der Bau von 2 zweispurigen Straßen zweckmäßiger ist als der Bau einer vierspurigen Straße [A 35]¹.

Die Abb. 20 veranschaulicht den in den V.St.A. üblichen Entwurfsplan einer Straße nach Lage und Höhe.

c) Ausgestaltung der Krümmungen.

Die amerikanische Praxis macht heute bei der Ausgestaltung der Krümmungen im Lage- und Höhenplan grundsätzlich keinen Unterschied nach der Verkehrsgröße und der Fahrbahnbefestigung. Straßen mit einfachen Decken werden in Krümmungen in gleichem Umfange

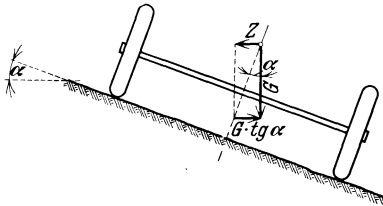


Abb. 21. Berechnung der einseitigen Querneigung in Krümmungen ohne Berücksichtigung der Reibung.

einseitig überhöht wie solche mit hochwertigen Decken. Die Ausrundung von Gefällwechseln geschieht gleichfalls in beiden Fällen. Dagegen wird auf eine Verbreiterung in Krümmungen bei Nebenstraßen häufig verzichtet. [E 3.]

Für die Berechnung einseitiger Querneigung in Krümmungen empfiehlt die American Association of State Highway Officials eine Formel, welche lediglich die Zentrifugalkraft (Z) und das Gewicht (G) berücksichtigt und ins Gleichgewicht bringt (Abb. 21), dagegen den Einfluß der Reibung vollkommen außer acht läßt [E 4].

$$Z = G \cdot \operatorname{tg} \alpha = G \cdot e \quad (\text{amerik. Bez. der Querneigung}),$$

$$Z = \frac{G \cdot v^2}{g \cdot r}, \quad e = \frac{v^2}{g \cdot r}.$$

Setzt man die Geschwindigkeit v in Meilen/Std. und den Krümmungshalbmesser r in Fuß ein, so wird, da die Erdbeschleunigung $g = 32,2$ Fuß/sec² ist,

$$e = \frac{1}{32,2} \cdot \frac{v^2}{r} \cdot \left(\frac{5280}{3600}\right)^2 = 0,067 \cdot \frac{v^2}{r}.$$

¹ Fahrbahndecken mit hochwertiger Befestigung (Zementbeton) von einer Breite von nur 8 bis 10 Fuß sind bei entsprechend breiterem Bankett (je 6 bis 10 Fuß) in großem Umfange für Nebenstraßen in Illinois gebaut worden. Die Baukosten dieser Art von Betondecken betragen im Jahre 1931 rd. 14000 \$/Meile (36400 RM/km) gegenüber rd. 10000 \$/Meile (26000 RM/km) Baukosten und rd. 200 bis 250 \$/Meile (520 bis 650 RM/km) jährliche Unterhaltungskosten für normale Kiesdecken [C 22, C 162]. Vgl. auch die Ausführungen auf S. 206 und Abb. 131.

In der Abb. 22 sind die Beziehungen zwischen Krümmung und Überhöhung für verschiedene Grenzwerte der Geschwindigkeit zur Darstellung gebracht, wie sie das Bureau of Public Roads in die bereits

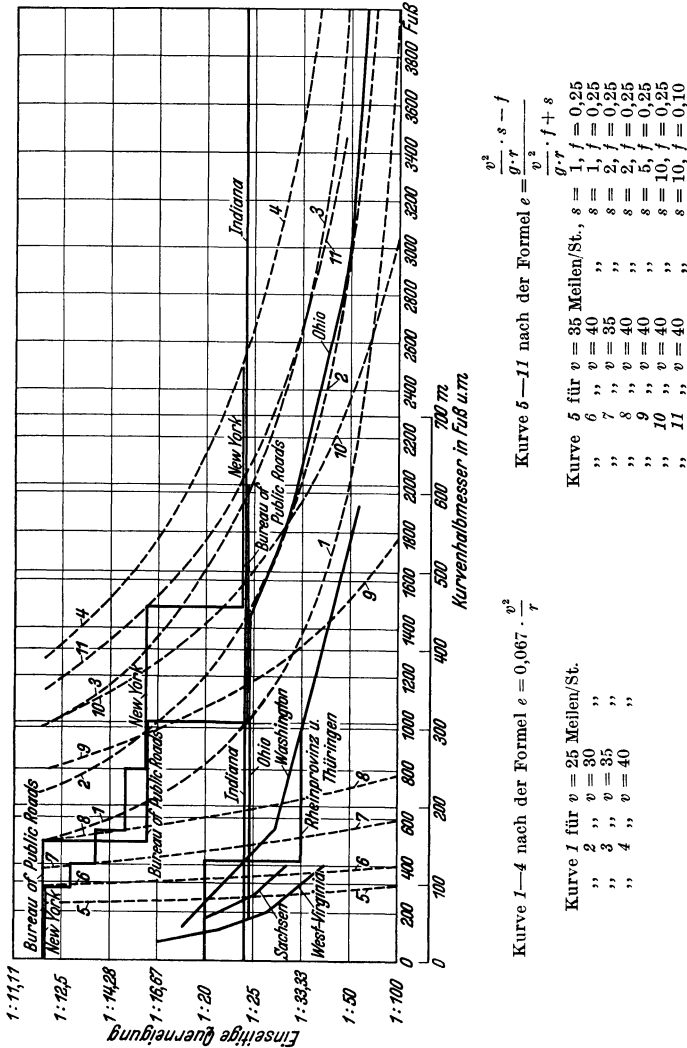


Abb. 22. Graphische Darstellung der Beziehungen zwischen Geschwindigkeit, Krümmung und Überhöhung nach der Formel $e = 0,067 \cdot \frac{v^2}{r}$ mit Eintragung praktischer Regelungen in den V.St.A. und in Deutschland [E 4 u. a.].

genannte Sammlung zeichnerischer Richtlinien übernommen hat. Da jedoch die vollkommene Außerachtlassung der Reibung zu sehr starken Überhöhungen oder großen Krümmungshalbmessern führt, hat sich unter den amerikanischen Fachleuten Widerspruch gegen diese zu weit getriebene Sicherheit gegen Gleiten geltend gemacht. So schlägt C. C. Wiley [A 64] vor, nur die halben Werte zu berücksichtigen,

während H. Tucker [C 38] die errechnete Überhöhung nur für Krümmungen auf Hauptstraßen bis zu höchstens 5 Kurvengraden (über 349,3 m Halbmesser) gelten lassen will. Das Bureau of Public Roads schlägt seinerseits bereits kleinere Werte für die Überhöhung vor, die aber noch bei der tatsächlichen Regelung in verschiedenen Staaten unterschritten werden. Auch die American Association of State Highway Officials begrenzt die Querneigung mit 1:12, ein Grenzwert, der von den meisten Staaten übernommen ist, neuerdings auch vom Staate New York, in dem früher ein Neigungsverhältnis bis zu 1:8 angewendet wurde. [E 3, C 64.]

In Deutschland wird nach den bisherigen Veröffentlichungen die Reibung zwischen Fahrzeug und Fahrbahn bei der Bemessung der Überhöhung in Rechnung gestellt, dazu noch mit der Maßgabe, daß in

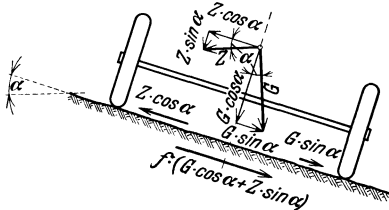


Abb. 23. Berechnung der einseitigen Querneigung in Krümmungen mit Berücksichtigung der Reibung [F 16a].

Rücksicht auf den Pferdefuhrwerksverkehr eine Herabsetzung der Querneigung auf das der Befestigung entsprechende Maß oder wenig darüber (1:20) ins Auge gefaßt wird. Bei Berücksichtigung des Reibungswiderstandes gegen Gleiten (f = Ziffer der gleitenden Reibung für die Bewegung senkrecht zur Straßenachse¹) ergeben sich folgende

Formeln (Abb. 23), wenn s als Sicherheitsfaktor eingesetzt wird [F 16a].

$$f \cdot (G \cdot \cos \alpha + Z \cdot \sin \alpha) = s \cdot (Z \cdot \cos \alpha - G \cdot \sin \alpha),$$

bei kleinem α ist $\cos \alpha = 1$; $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha$

$$\operatorname{tg} \alpha = e = \frac{s \cdot Z - f \cdot G}{f \cdot Z + s \cdot G},$$

$$Z = \frac{G \cdot v^2}{g \cdot r},$$

$$\operatorname{tg} \alpha = e = \frac{\frac{v^2}{g \cdot r} \cdot s - f}{\frac{v^2}{g \cdot r} \cdot f + s}.$$

Für eine Reibungsziffer f von 0,25 für feuchte Decken² und von 0,10 für vereiste Decken² (Versuchsergebnisse von T. R. Agg) [A 3] und für

¹ Nach Untersuchungen von T. R. Agg sind die Reibungswerte der gleitenden Reibung bei Gleiten senkrecht zur Straßenachse und bei Gleiten in der Fahrtrichtung etwa gleich groß.

² Bei Gleiten in der Fahrtrichtung und Vollgummibereifung. Bei Gleiten in der Fahrtrichtung und Luftbereifung ergab sich ein kleinster Wert f von rd. 0,27 für feuchte Decken und von rd. 0,15 für vereiste Decken. Geschwindigkeit des Kraftfahrzeuges bei den Versuchen 5 bis 8 km/Std.

verschiedene Sicherheitsfaktoren s sind für die gleichen Grenzwerte der Geschwindigkeit die entsprechenden Kurven berechnet und in die Abb. 22 eingetragen. Schließlich sind gleichfalls einige deutsche Regelungen in die Abbildung aufgenommen. Es zeigt sich der zu erwartende große Unterschied in den Kurven, der aber in der praktischen Regelung sich stark vermindert.

Das einseitige Quergefälle wird in den meisten Staaten nur dann durchgeführt, wenn es sich um Krümmungen von mehr als 3 Kurven-

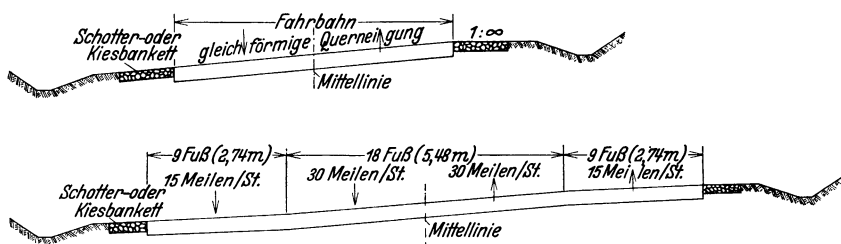


Abb. 24. Einseitiges Quergefälle in Krümmungen von verschiedener Stärke für langsam und schnell fahrende Wagen. a) zweisepurige Straße mit Hinzunahme der Bankette, b) vierspurige Straße [A 35].

graden (Halbmesser unter rd. 582 m) handelt. 8 Staaten gehen allerdings sehr weit, sie überhöhen die äußere Kante bereits bei Krümmungen bis herab auf 1 Kurvengrad (Halbmesser 1746,5 m) [C 64]. In Rücksicht auf langsam fahrende Fahrzeuge wird mehrfach von Fachleuten die Ausbildung zweier einseitiger, aber verschieden starker Quergefälle in den Krümmungen vorgeschlagen, wie es für eine zweisepurige Straße in Abb. 24a und für eine vierspurige in Abb. 24b dargestellt ist [A 35, C 64]. In letzterem Falle erhält zur Gewinnung der erforderlichen Breite das sonst unbefestigte Bankett eine Befestigung.

Für die Berechnung der Verbreiterung in Krümmungen empfiehlt die American Association of State Highway Officials die von J. T. Voshell aufgestellte Formel [E 4]:

$$W = 2 \cdot (R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{35}{\sqrt{R}}$$

W = Verbreiterung einer zweisepurigen Straße in Fuß,

R = Krümmungshalbmesser in Fuß,

L = Achsabstand des Fahrzeugs in Fuß.

Für die Ableitung der Formel von Voshell kommen (Abb. 25) geometrische Beziehungen in Frage:

$$(R - w)^2 + L^2 = R^2,$$

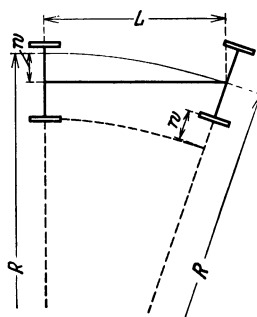


Abb. 25. Berechnung der Verbreiterung in Krümmungen nach Voshell.

w = Verbreiterung des Spurstreifens infolge Schrägstellung des Fahrzeugs in der Krümmung,

$$w = R - \sqrt{R^2 - L^2}$$

für eine einspurige Straße,

$$w = 2 \cdot (R - \sqrt{R^2 - L^2})$$

für eine zweispurige Straße.

Der Ausdruck $\frac{35}{\sqrt{R}}$ stellt nach Auskunft von Voshell eine zusätzliche Sicherheit dar, die auf empirischem Wege gefunden worden ist.

In der Abb. 26 sind die Beziehungen zwischen Krümmungshalbmesser und Verbreiterung einer zweispurigen Straße zur Darstellung gebracht, und zwar einmal nach der Formel von Voshell — Achsabstand zu 20 Fuß (6,10 m) angenommen —, sodann nach der vom Bureau of Public Roads vorgeschlagenen Regelung, die einen großen Spielraum läßt, ferner nach den in einzelnen amerikanischen und deutschen Staaten bzw. Ländern getroffenen Bestimmungen. Das Bild zeigt deutlich die starken Abweichungen und läßt erkennen, daß man hinsichtlich der Verbreiterung in Krümmungen von einer Einheitlichkeit noch sehr weit entfernt ist. In Deutschland bleibt man bei Krümmungshalbmessern über 50 m im allgemeinen unter der Verbreiterung, welche sich nach der Formel von Voshell errechnet, geht aber bei Krümmungshalbmessern unter 50 m über die Verbreiterung nach der Formel von Voshell hinaus, und zwar in Rücksicht auf ein Befahren der Kurven durch Omnibusse mit großem Achsabstand ohne Übergreifen in die benachbarte Spur.

In der Durchführung der Überhöhung und Verbreiterung besteht in den einzelnen Staaten nur insofern grundsätzliche Einheitlichkeit, als die Überhöhung durchweg gleichmäßig, also in gleichmäßigem Neigungsverhältnis, geschieht — abgesehen von dem bereits erwähnten Vorschlage in Rücksicht auf langsam fahrende Wagen — und die Verbreiterung stets nur auf der Innenseite hinzugefügt wird. In fast allen Staaten wird die Mittellinie der nicht verbreiterten Fahrbahn, d. h. die ursprüngliche Mittellinie oder die um den halben Betrag der Fahrbahnverbreiterung verschobene ursprüngliche Mittellinie in der Höhenlage beibehalten, Außen- und Innenkante der Straße werden dann entsprechend gehoben oder gesenkt. [A 1.]

Sehr verschieden ist auch in den einzelnen Staaten die Ausbildung des Überganges vom normalen Querschnitt mit beiderseitigem Quergefälle in den überhöhten mit einseitigem Quergefälle und von der normalen Breite in die Verbreiterung. Nach dem Muster des Bureau of Public Roads (Abb. 27) geschieht der Übergang von dem zweiseitigen

in das einseitige Quergefälle gleichzeitig mit dem Übergang von der normalen Breite in die Verbreiterung. Die Länge des Überganges ist ausschließlich von dem Halbmesser der Krümmung abhängig ge-

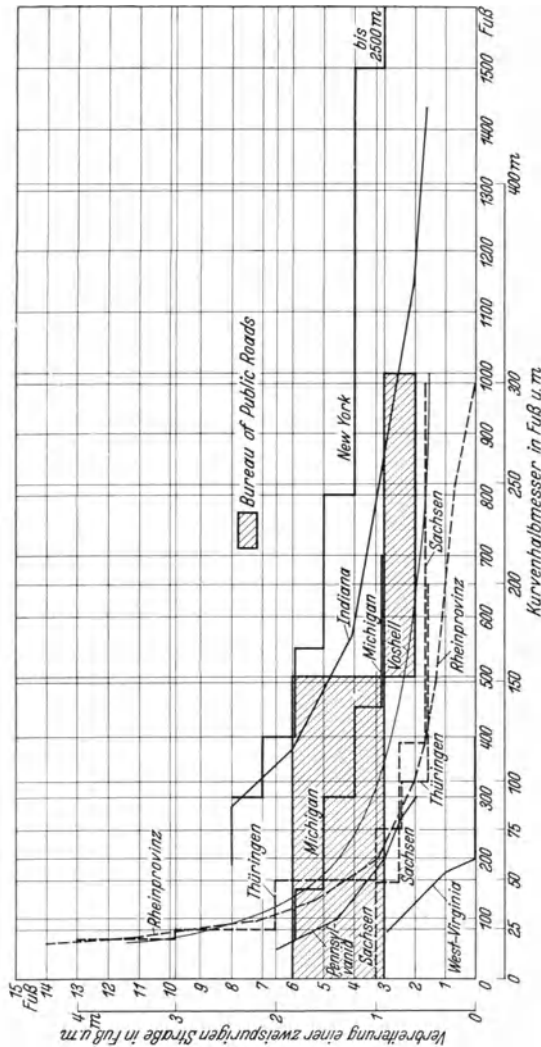
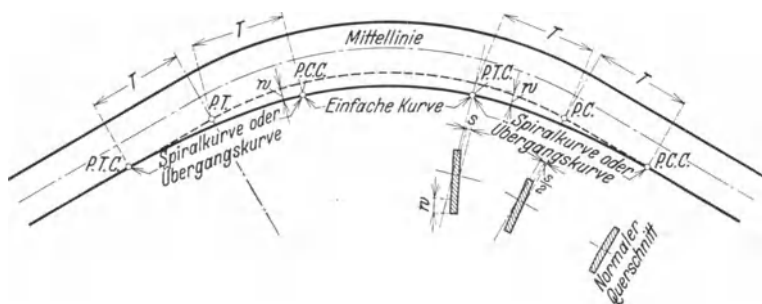


Abb. 26. Beziehungen zwischen Krümmungshalbmesser und Verbreiterung einer zweispurigen Straße nach der Voshell-Formel mit Eintragung der praktischen Regelungen in den V. St. A. und in Deutschland.

macht, sie schwankt zwischen 50 und 100 Fuß (rd. 15 bis 30 m). Das Steigungsverhältnis der äußeren Kante der Straße — ohne Berücksichtigung des Längsgefälles der Straße — ergibt sich zu 1:100 bis 1:150 und deckt sich sehr gut mit den bisher in Deutschland erschienenen Richtlinien. In den V. St. A. weichen aber die einzelnen Staaten von dem Vorschlage des Bureau of Public Roads mehr oder weniger stark ab,

insofern die Länge des Überganges im allgemeinen auf 100 Fuß (rd. 30 m) festgelegt wird. Bemerkenswert ist noch, daß in zahlreichen Staaten der V.St.A. — ähnlich wie in Deutschland — die volle Überhöhung bereits am theoretischen Kurvenanfang (P. C. in Abb. 27) erreicht ist. Der Übergang von der normalen Breite zur vergrößerten in der Krümmung erfolgt meist mit Hilfe von Spiralbogen (spiral curve), bei denen das Produkt aus Bogenlänge und Krümmungshalbmesser konstant bleibt und der Bogen von der geraden Linie (P. C. C. in Abb. 27) allmählich in den Kreisbogen (P. T. C. in Abb. 27) übergeht, vereinzelt auch durch Kreisbogen. Es wird aber in den staatlichen Vorschriften,



Die Mittellinie wird nach Lage und Höhe nicht verschoben

Halbmesser	Überhöhung	Verbreiterung W	Abstand T
bis zu 500 Fuß	1 Zoll je Fuß	3—6 Fuß	75—100 Fuß
500—1000 „	$\frac{3}{4}$ „ „ „	2—3 „	50—75 „
1000—2000 „	$\frac{1}{2}$ „ „ „	0 „	50 „

Abb. 27. Überhöhung und Verbreiterung in Krümmungen nach Vorschlag des Bureau of Public Roads [E 4].

wie übrigens auch in Deutschland, durchweg kein Wert darauf gelegt, daß der Übergang in die Überhöhung und Verbreiterung gleichzeitig geschieht, die beiden Übergänge werden vielmehr weitgehend unabhängig voneinander ausgebildet. [A 1, A 35, A 37, E 4].

Die freie Sicht in den Krümmungen wird in den Richtlinien der American Association of State Highway Officials durch die Bestimmung sichergestellt, daß auf Hauptstraßen eine solche von wenigstens 500 Fuß (152,40 m) vorhanden sein soll [C 14]. In Einschnitten ist daher auf der Innenseite der Krümmung der Boden in dem erforderlichen Umfange und zwar bis zu 5 Fuß (1,52 m) oberhalb der Straßenmittellinie abzutragen. Bei Nebenstraßen geht man auf die halbe Sichtlänge herunter und begnügt sich bei Gebirgsstraßen naturgemäß mit noch geringeren Maßen [A 1]. — In den V.St.A. ist die Ausrundung konvexer und konkaver Knicke im Höhenplan einheitlich geregelt. Die Ausrundung geschieht offenbar

vorwiegend nicht nach dem Kreisbogen, sondern nach der Parabel, deren Länge aus den vorhandenen Steigungen und der verlangten Sichtweite errechnet wird. Für die Sichtweite verlangt die American Association of State Highway Officials dasselbe Maß wie bei den Krümmungen im Lageplan, also 500 Fuß (152,40 m) für Hauptstraßen [C 14]. Die Be-

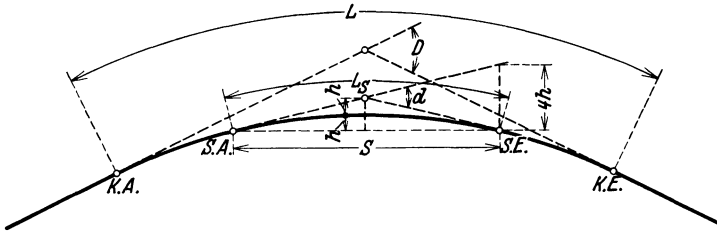


Abb. 28. Skizze zur Berechnung der Länge der parabolischen Ausrundung von Gefällwechseln.

rechnung der Ausrundungslänge geschieht auf Grund von geometrischen Beziehungen.

In der Abb. 28 bedeuten:

d = Winkel zwischen den Tangenten der Parabel am Anfangs- und Endpunkt der Sehnensicht,

D = Winkel zwischen den Tangenten am Anfangs- und Endpunkt der Parabel, oder

= algebraische Differenz der Straßensteigungen,

$S = L_s$ (angenähert) = Länge der Sehnensicht,

L = Länge der Ausrundungsparabel,

h = Augenhöhe des Fahrers = 5 Fuß (1,52 m).

Geometrische Beziehungen:

$$\operatorname{tg} \frac{d}{2} = \frac{2 \cdot h}{0,5 \cdot S},$$

$$\operatorname{tg} d = \frac{8 \cdot h}{S},$$

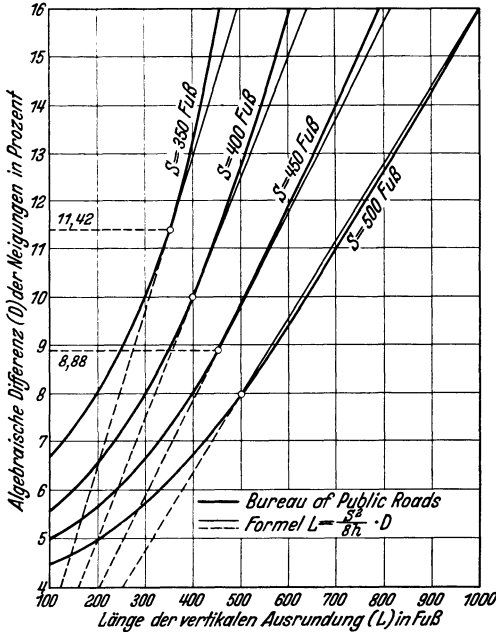
$$L_s = S \text{ (angenähert),}$$

$$\frac{L}{S} = \frac{D}{d} = \frac{\operatorname{tg} D}{\operatorname{tg} d},$$

$$L = \frac{S^2}{8 \cdot h} \cdot \operatorname{tg} D = \frac{S^2}{8 \cdot h} \cdot D.$$

Die Formel ist nur gültig, solange sich Anfangs- und Endpunkt der Sehnensicht zwischen Anfangs- und Endpunkt des parabolischen Ausrundungsbogens bewegen. Bei kleinerer algebraischer Differenz der Straßensteigungen, also bei schwachen Knicken, kann die Länge der Ausrundung kleiner werden, sodaß Anfangs- und Endpunkt der Sehnensicht noch in die geradlinigen Steigungen zu liegen kommen.

Die mehrfach genannte Sammlung von zeichnerischen Richtlinien des Bureau of Public Roads enthält auch eine Darstellung (Abb. 29) der



kleinsten Längen der parabolischen Ausrundung für bestimmte Steigungsverhältnisse — ausgedrückt in der algebraischen Differenz derselben — und für Sichtlängen von 350 bis 500 Fuß (rd. 107 bis 152 m). In Abb. 29 sind auch die Linien eingetragen, die sich unter Anwendung der vorher entwickelten Formel errechnen, und die für den Bereich der Gültigkeit der Formel mit den Kurven des Bureau of Public Roads gut übereinstimmen. Für die kleineren Werte der algebraischen Differenz, für welche also die genannte Formel nicht gilt, geben die Kurven des Bureau of Public Roads geringere

Abb. 29. Beziehungen zwischen der Länge der Ausrundungsparabel, der algebraischen Differenz der Straßensteigungen und der Länge der Sehnensicht [E 4 u.a.]

Werte für die Kleinstlängen der Ausrundung an. Nach der Abbildung wird die geringste Länge der Ausrundung auf 100 Fuß (30,48 m) bemessen.

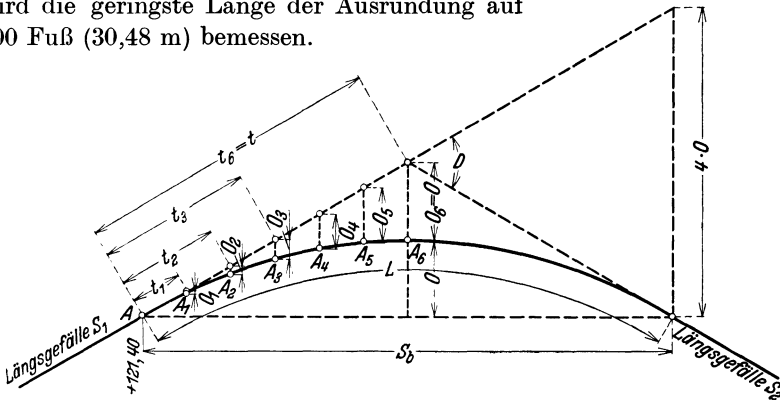


Abb. 30. Skizze zur Berechnung und Festlegung der Ausrundungsparabel bei Gefällwechsln.

Zur Absteckung des parabolischen Ausrundungsbogens ist die Bestimmung der notwendigen Anzahl von Absteckungs-Punkten

(Abstand meist 50 Fuß = 15 m) erforderlich. Ihre Berechnung geschieht auf Grund geometrischer Beziehungen, welche aus der Abb. 30 ersichtlich sind. In dieser sind die Bezeichnungen der Abb. 28 beibehalten und folgende neu hinzugekommen:

t = Tangentenlänge,

t, t_1, t_2 usw. = Abszissen auf der Parabeltangente,

o, o_1, o_2 usw. = lotrechte Abstände des Parabelbogens von der Abszisse,

o = Stichhöhe des Parabelbogens.

Geometrische Beziehungen:

$$\operatorname{tg} D = \frac{8 \cdot o}{S_b},$$

$$L = S_b \text{ (angenähert),}$$

$$o = \frac{1}{8} \cdot \operatorname{tg} D \cdot L,$$

$$\frac{o_1}{t_1^2} = \frac{o_2}{t_2^2} = \text{usw.} = \frac{o}{t^2},$$

$$o_1 = \frac{o \cdot t_1^2}{t^2},$$

$$t = \frac{L}{2} \text{ (angenähert).}$$

Die Länge der Ausrundung L wird nicht ausgerechnet, sondern aus den graphisch dargestellten Beziehungen (Abb. 29) für die vorliegende algebraische Differenz der Steigungsverhältnisse und die gewünschte Sichtweite entnommen und dann nach oben abgerundet, und zwar auf ein Vielfaches der üblichen Stationierung, meist je 50 Fuß = 15,24 m Abstand [A 64]. Ein Zahlenbeispiel möge den Rechnungsgang erläutern:

Steigungsverhältnisse $s_1 = +5\%$, $s_2 = -4\%$,

algebraische Differenz $D = 9\%$,

gewählte Sehnensicht = 500 Fuß oder rd. 150 m,

aus der Beziehungstabelle entnommene Länge der Ausrundungsparabel 562,50 Fuß, abgerundet auf 600 Fuß.

Höhe des Kurvenanfangs A über N. N. = + 121,40 Fuß. Alsdann errechnen sich für die üblichen, alle 50 Fuß angelegten Stationierungen die einzelnen Ordinaten o zu den Abszissen der Tangente, die gleich den zugehörigen Bogenabschnitten gesetzt werden, folgendermaßen:

$$o = o_6 = \frac{1}{8} \cdot 0,09 \cdot 600 = 6,75 \text{ Fuß,}$$

$$o_1 = 6,75 \cdot \frac{50^2}{300^2} = 0,187 \text{ Fuß,}$$

$$A_1 = a_1 - o_1 = 123,90 - 0,187 = 123,713 \text{ Fuß,}$$

worin a_1 die Höhe der Stationierung A_1 bei gleichmäßig fortlaufendem Längsgefälle s_1 bedeutet.

Vergleicht man die nach dem vorstehenden beschriebenen Verfahren gefundenen Ausrundungsbögen mit den in Deutschland üblichen Ausrundungen, so ergeben sich keine wesentlichen Abweichungen. Der Vorteil des amerikanischen Verfahrens besteht in der leichten Berechnungsweise der Parabelordinaten infolge Festlegung der Längen der Ausrundung auf ein Vielfaches der normalen Längenteilung (50 Fuß) [A 37, A 64].

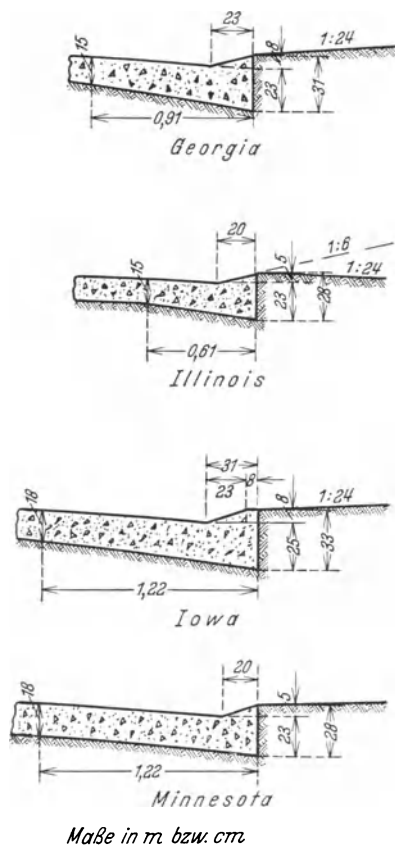


Abb. 31. Rinnenartige Begrenzung von Betondecken in verschiedenen Staaten zwecks Verhinderung des Auswaschens der seitlichen Erdbankette [C 156].

[C 14, C 64]. Da infolgedessen die Inanspruchnahme der Bankette sehr gering ist, erhalten dieselben im allgemeinen keine besondere Befestigung. Sie bestehen vielmehr lediglich aus dem vorhandenen Erdboden. Die Breite schwankt zwischen 3 bis 4 Fuß (0,91 bis 1,22 m) in bergigem Gelände und 6 bis 8 Fuß (1,83 bis 2,44 m) im Hügel- und Flachland. Vorherrschend ist eine Breite von 6 Fuß (1,83 m) [C 64].

In verschiedenen Staaten, z. B. in Georgia, Illinois, Jowa, Minnesota und Missouri, erhalten die Betondecken bei stärkerem Längsgefälle

d) Nebenanlagen und besondere Bauwerke.

Unter Nebenanlagen sollen hier diejenigen Anlagen verstanden werden, welche neben der eigentlichen Fahrbahn zum Straßenausbau gehören, und welche der Orientierung und der sicheren Abwicklung des Verkehrs dienen. Zu den Nebenanlagen gehören mithin die Bankette, Gräben, Durchlässe und Einfriedigungen einerseits, die Nummernschilder, Fahrbahn-Markierungen und Verkehrszeichen andererseits. Als häufig wiederkehrende besondere Bauwerke bedürfen die Kreuzungen mit anderen Straßen und mit den Eisenbahnen einer besonderen Erwähnung.

Die Bankette seitlich der Fahrbahn haben auf Landstraßen ausschließlich den Zweck, den Platz für haltende Fahrzeuge abzugeben, um den durchgehenden Verkehr nicht aufzuhalten und zu behindern

der Straßen — in Missouri bei mehr als 1 % Längsgefälle — eine rinnenartige Ausbildung (Abb. 31) an der Seite zur unschädlichen Abführung des Wassers, um ein Auswaschen und Abspülen der Erdbankette zu vermeiden. Die schwache Neigung der Rinnen erschwert das Auffahren der Kraftwagen auf die Bankette kaum [C 156]. Eine Trennung von Bankett und Fahrbahn durch (erhöhte) Bordsteine kommt in den V.St.A. nur in bebauten Gebieten vor, also bei starkem Fußgängerverkehr. Die Schaffung von Fußwegen in dicht besiedelten Gebieten — worunter zweifellos gesonderte Fußwege neben der Fahrbahn zu verstehen sind — betrachtet der Leiter des Bureau of Public Roads, Th. H. Mac Donald, für eine dringliche Aufgabe [C 26]. Das gleiche gilt sicherlich auch für Deutschland, hier kommt aber noch hinzu, daß das Fernhalten der Radfahrer von den Landstraßen und ihre Verweisung auf besondere Radfahrwege als mindestens ebenso dringlich anzusehen ist.

Für die Straßengräben bestehen in den V.St.A. zwei Ausführungsformen, die trapezförmige und die V-förmige. Nähere Angaben über die Gräben, die bei Erdstraßen mit einfachen Maschinen gleichzeitig mit der Fahrbahn hergestellt werden, befinden sich in Kapitel IV unter Erdstraßen.

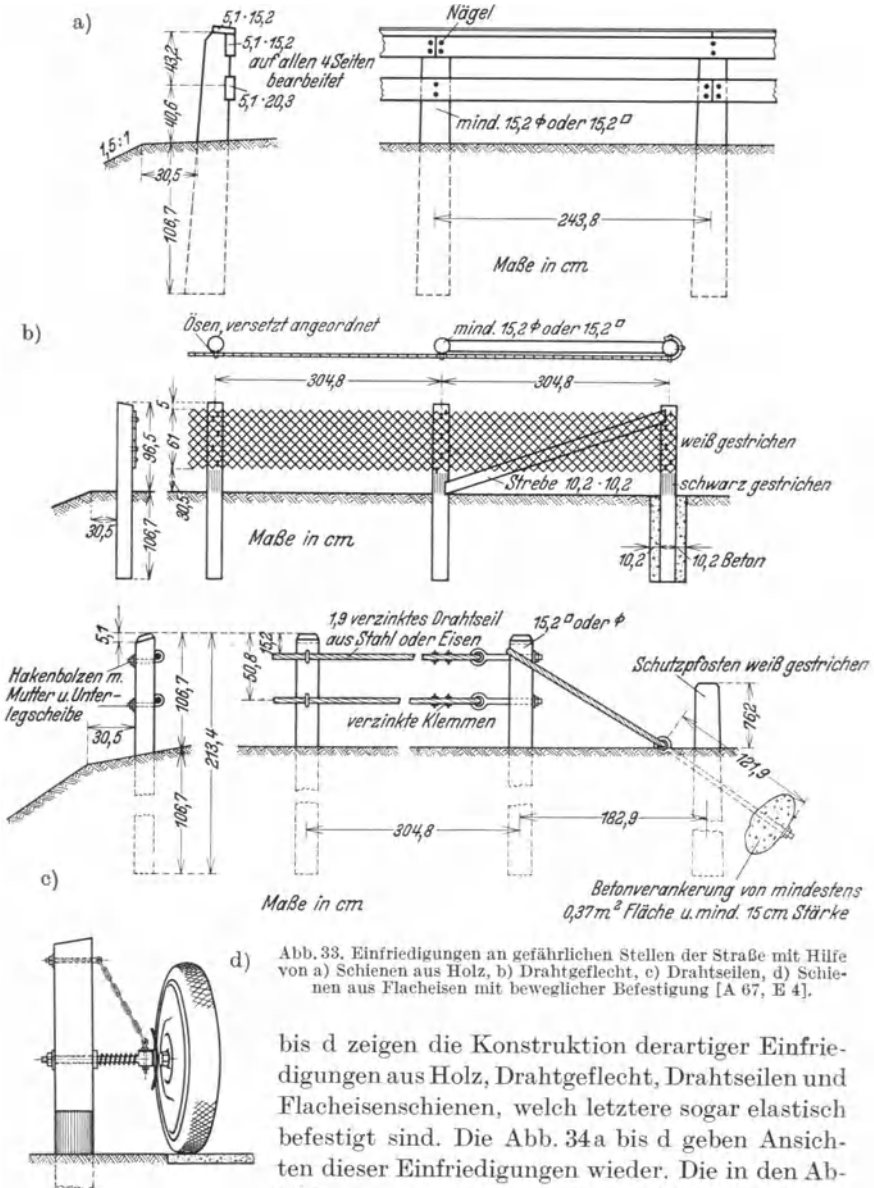


Abb. 32. Durchlaß aus Wellblechröhren großen Durchmessers (über 2 m) als Ersatz für eine Brücke [D 33].

Für die Durchlässe gibt es neben den auch bei uns üblichen Bauarten (Mauerwerk, Betonröhren, Steinzeugröhren) eine weitere Ausführungsart, nämlich die Wellblechröhren. Diese werden aus Wellblechtafeln zusammengesetzt, die ihrerseits zur Verringerung der Korrosionsgefahr aus Stahl oder Flußeisen mit Kupfer- oder Molybdänzusätzen bestehen [A 67]. Die Lebensdauer dieser Röhren kann man nach zahlreichen Feststellungen derjenigen von Beton- und Steinzeugröhren gleich erachten [C 47]. Als Vorteil werden die wegen des geringeren Gewichtes niedrigeren Beförderungskosten und der leichtere Einbau genannt [A 64]. Die Abb. 32 zeigt einen Durchlaß mit Wellblechröhren großen Durchmessers.

Großer Wert wird in den V.St.A. auf die Einfriedigungen in schwierigen Straßenabschnitten gelegt. Im Gegensatz zu Deutschland dienen sie nicht nur der Markierung von Straßenkanten, sondern in erster Linie, wenn nicht ausschließlich, dem Schutz des Kraftfahrers und der möglichen Vermeidung von Unglücksfällen. Die Einfriedigungen sind diesem Zweck entsprechend ausgebildet. Sie bestehen also im wesentlichen aus Längsschienen, die auf der Rückseite an Pfosten so befestigt

sind, daß ein glattes Gleiten oder Rutschen längs der Schiene möglich ist. Auch die Höhe der Schiene entspricht dieser Aufgabe. Die Abb. 33a



wohl zu den gebräuchlichsten Arten der Einfriedigungen, sind aber keineswegs die einzigen. Ihre Konstruktion und Ausbildung ist das Er-

gebnis zahlreicher theoretischer Untersuchungen und praktischer Versuche, welche letztere darin bestanden, Kraftwagen, auch schwere Lastwagen, gegen die Einfriedigungen anfahren zu lassen, um die Wirkung auf diese und auf die Wagen selbst zu beobachten und hieraus ihrem Verhalten nach möglichst günstige Konstruktionen zu finden [C 35, C 59]. Die in Deutschland üblichen Einfriedigungen in Gestalt von Bäumen, Prellsteinen oder dergleichen entstammen dem Straßenbau früherer Jahrzehnte und Jahrhunderte und sind für den heutigen Schnellverkehr der Kraftwagen nicht mehr geeignet. Sie verhindern einen Unglücksfall nicht, verschärfen ihn vielmehr häufig. Es wäre zu wünschen, daß die amerikanischen Erfahrungen gerade auf diesem Gebiete dem deutschen Straßenbau nutzbar gemacht würden.

Zur leichteren Orientierung ist für das gesamte Gebiet der V.St.A. die Benennung der großen

Durchgangsstraßen, der U.S. Highways, in ein System gebracht. Gekennzeichnet sind die U.S. Highways durch wappenförmige Schilder aus Metall, die in schwarzer Schrift auf weißem Grunde im unteren Teil die Nummer der Straße und darüber den Namen des jeweiligen Staates tragen (Abb. 35). Die Numerierung der wichtigsten Ostwest-Highways, der bedeutendsten Durchgangsstraßen der Union, beginnt im Norden und ist ein Vielfaches von 10 (10, 20, 30 usw.). Die Numerierung der wichtigsten Nordsüd-Highways beginnt im Osten und ist 1, 11, 21, 31 usw.



Abb. 34 a. Einfriedigungen aus Holzschienen [A 67].



Abb. 34 b. Einfriedigung aus Drahtgeflecht [C 95].

Die übrigen Ostwest-Highways tragen gerade zweistellige, die übrigen Nordsüd-Highways ungerade zweistellige Nummern, während benach-



Abb. 34c. Einfriedigungen aus Drahtseilen [C 155].

barte Ergänzungsstraßen dreistellig mit gleichlaufender 2. u. 3. Ziffer bezeichnet sind. Die Beschilderung des Netzes der U.S. Highways war im Jahre 1929 größtenteils durchgeführt. [C 4, C 9, C 14, E 5].



Abb. 34d. Einfriedigung aus Flacheisen mit beweglicher Befestigung [A 67].



Abb. 35. Nummernschild eines U.S. Highways [A 66].



Abb. 36. Nummernschild einer Staatsstraße in Illinois, entsprechend der Form der geographischen Gestalt des Staates mit Angabe einer folgenden Rechts- oder Linkskurve [E 7].

Die Benennung der übrigen wichtigeren Straßen, der Staats-, County- und Lokalstraßen, ist in Form und Farbe der Schilder sowie der Numerierungsweise sehr verschieden. Die Abb. 36 zeigt ein Nummernschild für die Staatsstraßen von Illinois, dessen äußere Form der geographischen Gestalt des Staates entspricht. Hierbei

werden gleichzeitig außer der Nummer auch noch etwaige Rechts- oder Linkskurven durch *R* oder *L* angegeben, sofern die Nummernschilder gerade vor einer solchen Kurve zur Aufstellung kommen [E 7].

Große Aufmerksamkeit ist der Markierung und Anbringung von Verkehrszeichen usw. gewidmet. Die V.St.A. gingen auf diesem Gebiete bahnbrechend vor und sehr viel weiter als Europa, das nur langsam und zögernd folgt.

Auf den Straßen mit fester Decke, also den Straßen mit stärkerem Verkehr, wird eine Markierung der Fahrspuren durch 4 bis 6 Zoll (10,2 bis 15,2 cm) breite Streifen vorgenommen. Diese Striche oder richtiger Streifen sind bei dunklen Decken weiß (aus weißem Zement oder Kalk) und auf hellen Decken (Betondecken) schwarz (aus Teer oder asphaltischem Öl) und werden durchweg mit Maschinen hergestellt, für welche es zahlreiche Konstruktionen gibt. Die Abb. 37 zeigt die Ansicht einer solchen Maschine, die Abb. 38 dieselbe Maschine in Betrieb. Die Markie-



Abbildung 37. Maschine in Betrieb [D 44].



rung geschieht nicht etwa nur an unübersichtlichen Stellen oder Abschnitten (Krümmungen, Einmündungen, Kreuzungen usw.), sondern über die gesamte Länge der Straße, neuerdings sogar auch an den Kanten

der Fahrbahn, also zwischen der Fahrbahn und den Banketten. Abb. 39 zeigt eine derartige Markierung eines U.S. Highway im Staate Tennessee. Bei Betonstraßen hat es sich als zweckmäßig herausgestellt, um Verwechselungen zu vermeiden, die einzelnen Markierungsstriche mit den Längsfugen der Betontafeln zusammenfallen zu lassen. So besteht eine achtspurige Verkehrsstraße in der Stadt Los Angeles auch aus 8 Beton-

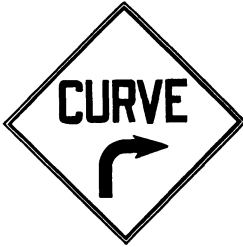


Abb. 40. Achtungszeichen [A 66].

streifen in Spurbreite [C 24, C 40].

Für die Ausgestaltung und Anbringung von Verkehrszeichen usw. bestehen Richtlinien von seiten der American Association of State Highway Officials, die unter Mitwirkung des Bureau of Public Roads ent-



Abb. 41. Achtungszeichen [A 66].

standen und in ihrer ersten Fassung 1927 veröffentlicht sind, und Richtlinien der National Conference on Street and Highway Safety [A 52, A 66, C 4]. Diese letztgenannten für städtische Straßen bestimmten Richtlinien folgen im allgemeinen den Richtlinien der Ame-

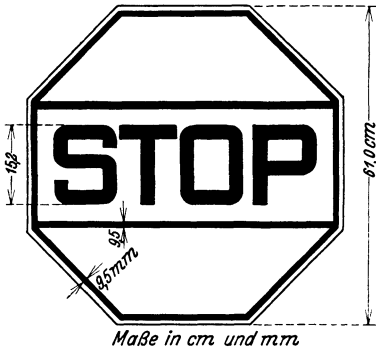


Abb. 42. Warnungszeichen [A 66].

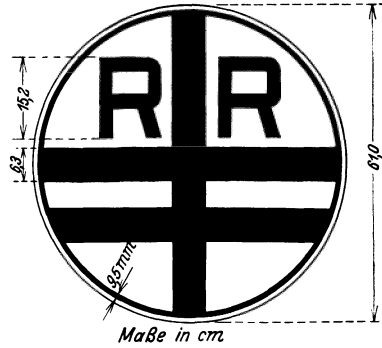


Abb. 43. Warnungszeichen für die Plankreuzung mit einer zweigleisigen Eisenbahn [A 66].

ican Association, welche letztere in ihrer Bedeutung die wichtigsten sind. Nach E. W. James ist jedoch anzunehmen, daß beide Richtlinien vereinigt werden. Die Richtlinien der American Association, die gleichfalls die Numerierung der U.S. Highways umfassen, sind — hinsichtlich der Verkehrszeichen — von fast allen Staaten (1931 fehlten 8) angenommen worden [C 4].

Die Verkehrszeichen werden in Achtungszeichen (caution sign), Warnungszeichen (warning sign), Einschränkungsschilder (restriction

sign) und Richtungs- und Informationszeichen (directional and information sign) eingeteilt. Die Einschränkung-, Richtungs- und Informationszeichen haben schwarze Schrift auf weißem Grunde, die Achtungs- und Warnungszeichen dagegen schwarze Schrift auf gelbem Grunde, da nach eingehenden Untersuchungen die letzte Farbenzusammenstellung bei jeder Witterung und bei Tagesbeleuchtung am besten sichtbar ist [C 21]¹.



Abb. 44. Einschränkungsschild [A 66].



Abb. 45. Richtungsschild [A 66].



Abb. 46. Informationsschild [A 66].

Die Achtungszeichen haben entweder die Form eines über Eck gestellten (Abb. 40) oder eines liegenden Quadrates (Abb. 41). Die

Warnungszeichen sind achteckig (Abb. 42), mit Ausnahme der Warnungszeichen für Plankreuzungen mit Eisenbahnen, welche kreisrunde Form aufweisen (Abb. 43). Die Form der Einschränkungsschilder und der Richtungs- und Informationszeichen ist rechteckig. Abb. 44 zeigt ein Einschränkungsschild, Abb. 45 ein Richtungsschild und



Abb. 47. Markierung auf der Straße durch Diagonalstreifen, um auf ein kommendes Gefahrenzeichen aufmerksam zu machen [B 5].

Abb. 46 ein Informationsschild. Einzelne Staaten machen durch besondere Markierungen mit Hilfe von Diagonalstreifen auf der Fahrbahn selbst noch auf kommende Warnungszeichen aufmerksam (Abb. 47).

Zu den Nebenanlagen im weiteren Sinne können vielleicht auch noch die Kreuzungen der Straßen mit anderen Verkehrswegen gerechnet

¹ Siehe auch F. W. Mills: The Comparative Visibility of Standard Luminous and Nonluminous Highway Signs. Public Roads Vol. 14 Nr. 7.

werden, zumal sie sehr häufig vorkommen. Insbesondere gilt dies von den Kreuzungen mit Eisenbahnen, dann aber auch von Verkehrsstraßen mit anderen Straßen, vor allem mit anderen Verkehrsstraßen. Natürlich kann es sich in diesem Zusammenhange bei den Kreuzungen mit Eisenbahnen nur um solche im gleichen Niveau, also um Plankreuzungen handeln, bei Kreuzungen zweier Verkehrsstraßen im Gegensatz hierzu um eine Kreuzung nicht im gleichen Niveau, also mittels Über- oder Unterführung, aber unter gleichzeitiger Verbindung zwecks Überganges nach den einzelnen Richtungen.

Plankreuzungen zwischen Landstraßen und Eisenbahnen gab es in den V. St. A. im Jahre 1928 rd. 240000, von denen rd. 87% un-

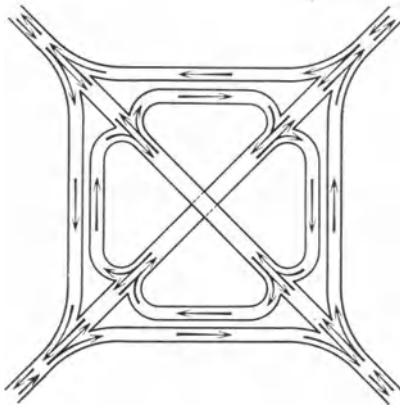


Abb. 48. Kreuzung zweier Hauptstraßen im Staate New Jersey mit Trennung aller Verkehrsrichtungen, Schema [A 47].

bewacht und nur mit Warnungszeichen versehen waren [C 148]. In Deutschland bestanden 1930 rund 76700 Plankreuzungen, von denen nicht ganz 54% unbewacht waren [F 53]. Bei dieser Sachlage ist es verständlich, daß der Leiter des Bureau of Public Roads, Th. H. MacDonald, die Beseitigung derartiger Plankreuzungen als eine dringliche Aufgabe ansieht, sei es, daß sie durch Über- bzw. Unterführungen ersetzt werden, sei es, daß eine völlige Verlegung der Straßen eine Kreuzung überhaupt zum Wegfall bringt [C 26].

In den 12 Jahren von 1917 bis 1929 sind allein auf den wichtigen Durchgangsstraßen des Federal-aid-Netzes 4676 Plankreuzungen mit Eisenbahnen beseitigt, und zwar 995 durch Ausführung von Über- oder Unterführungen und 3681 durch Verlegung der Straße. Diese zahlenmäßig nicht sehr stark ins Gewicht fallende Verbesserung — selbst wenn der Wegfall von Plankreuzungen zwischen sonstigen Straßen und Eisenbahnen hinzugerechnet wird — macht sich aber dennoch in der Unfallstatistik bemerkbar, wohl insbesondere deshalb, weil gerade die verkehrsreichsten und damit gefährlichsten Kreuzungen zuerst beseitigt wurden. Während nämlich noch im Jahre 1928 rd. 8% aller Todesfälle bei Automobilunglücken auf die Plankreuzungen mit Eisenbahnen entfielen, sank dieses Anteilsverhältnis im Jahre 1931 auf rd. 5% herab [A 50]. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die amerikanische Statistik sämtliche Unfälle, also in den Städten und auf den Landstraßen, umfaßt, daß mithin bei Beschränkung auf die Landstraßen das Anteilsverhältnis wesentlich höher sein muß. W. G. Eliot vom Bureau of Public Roads rechnete beispiels-

weise für das Jahr 1926 mit einem Anteil der Todesfälle bei Automobil-
 unglücken auf Plankreuzungen mit Eisenbahnen wenigstens von 16%
 aller Automobilunglücke auf Landstraßen [C 50].

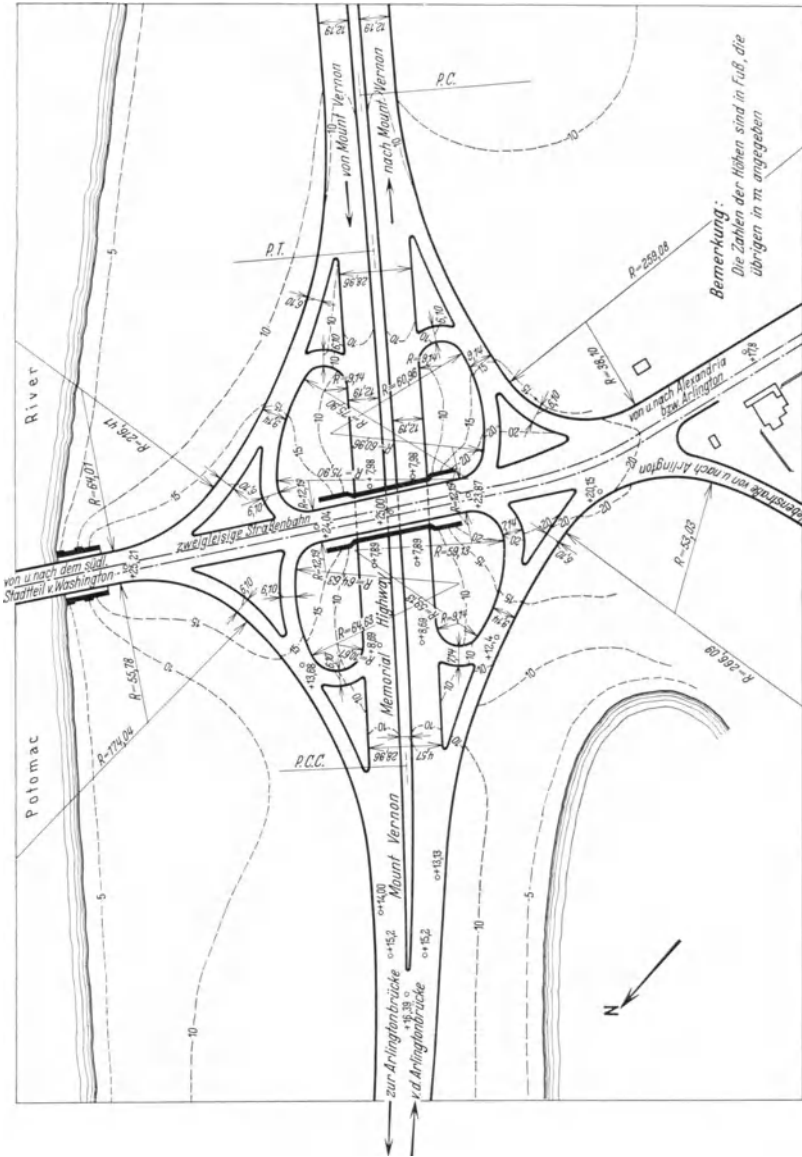


Abb. 49a. Ausbildung einer Kreuzung zweier Verkehrsstraßen, des Mount Vernon Memorial Highway (Washington-Mount Vernon) und des U.S. Highway Nr. 1 (Fort Kent—Miami). Lageplan.

Interessant ist ein Vergleich der tödlichen Unglücksfälle mit Kraft-
 fahrzeugen, bezogen auf 1000 Kraftfahrzeuge, in den V.St.A. und in

Deutschland. Dieser Vergleich ist für die Jahre 1926 bis 1930 in der folgenden Zusammenstellung gezogen:

Zusammenstellung 10. Anzahl der tödlichen Unfälle mit Kraftfahrzeugen, bezogen auf 1000 Kraftfahrzeuge, in den V.St.A. und in Deutschland für die Jahre 1926—1930 [A 50, F 37].

Land	Fahrzeugart	1926	1927	1928	1929	1930
V.St.A.	Kraftwagen und Krafträder . .	0,94	0,989	1,007	1,056	1,128
Deutsch- land	Kraftwagen	7,0	7,4	7,0	6,2	5,3
	Krafträder	1,8	2,3	3,5	3,5	3,0



Abb. 49 b. Aufsicht von Südosten [E 3].

Rechnet man für Deutschland die Kraftwagen und die Krafträder zusammen, wie es die amerikanische Statistik tut, so errechnet sich im Jahre 1930 für Deutschland eine Zahl von rd. 4 tödlichen Unfällen auf 1000 Kraftfahrzeuge aller Art gegenüber nur 1,1 in den V.St.A. Wir haben daher in Deutschland beinahe das Vierfache an derartigen schweren Unglücksfällen zu verzeichnen gegenüber den V.St.A. Der Grund hierfür dürfte in der wesentlich dichteren Besiedlung Deutschlands, vielleicht aber auch in den weniger weitgehenden Sicherungsmaßnahmen und der schlechteren Fahrdisziplin, insbesondere aber auch darin liegen, daß in Deutschland der Verkehr auf derselben Fläche vielgestaltiger ist, daß neben den Kraftfahrzeugen zahlreiche Fahrräder und auch Fußgänger zu berücksichtigen sind.

Genau wie in Deutschland beschränkt sich die besondere Ausbildung der Kreuzungen wichtiger Verkehrsstraßen untereinander auch in den V.St.A. zur Zeit noch auf wenige Beispiele. Die Abb. 48 zeigt das Schema einer derartigen Kreuzung im Staate New Jersey, und zwar der Hauptverbindung von New York nach Philadelphia mit einer anderen Hauptstraße. Die Trennung aller denkbaren Verkehrsrichtungen ist hier bis zur Vollendung durchgeführt. Die Abb. 49a u. b veranschaulichen eine weitere Kreuzung wichtiger Straßen bei Washington in Lageplan und Aufsicht.

IV. Straßendecken.

A. Allgemeines.

Im Gegensatz zu Europa sind in den V.St.A. große Teile des Landstraßennetzes, auch der wichtigen Netze der Staats- und Federal-aid-Straßen, nur mit einfachen Decken versehen. Diese Tatsache erklärt sich aus der verschiedenartigen Entwicklung des Straßenwesens. Während in Europa bei dem Aufkommen der Eisenbahn ausgedehnte und in der damals üblichen Befestigung hervorragende Straßennetze vorhanden waren, überraschte in den V.St.A. die Eisenbahn den gerade in seinen Anfängen stehenden Straßenbau und nahm ihm seine Aufgaben zu einem Zeitpunkte ab, wo er im Gegensatz zu Europa noch keinerlei nennenswerte Leistungen vollbracht hatte. Selbst bis zu Beginn des Weltkrieges war in den V.St.A. ein im europäischen Sinne ausgestaltetes Straßennetz nicht vorhanden. In der Nachkriegszeit ist jedoch, bedingt durch eine beispiellose Entwicklung des Kraftfahrzeugverkehrs, ein Umbau und Ausbau der Straßen, insbesondere hinsichtlich der Befestigung, in ganz ausgedehntem Maße und in einer für uns zum Teil neuartigen Weise erfolgt. Einen Überblick über den Anteil der verschiedenen Befestigungen zu Ende 1928 gibt die Zusammenstellung 11. Vergleichsweise betrug in dem gleichen Jahre bei rd. 274000 km Landstraßen in Deutschland der Anteil der behandelten und unbehandelten Schotterdecke rd. 86,6%, während der Rest von 13,4% auf mittelschwere und schwere Decken (Bitumen-, Beton-, Pflaster- usw. Decken) entfiel [F 32]. Gegenüber dem Jahre 1928 hat sich in den V.St.A. bei den Staatsstraßen bis 1931 der Anteil der Erdstraßen von rd. 37% auf 28,1% verringert und der Anteil der hochwertigen Decken (Nr. 5 bis 13 in Zusammenstellung 11) von rd. 22% auf 28,6% erhöht [C 11]. Bei den Federal-aid-Straßen verringerte sich bis Mitte 1931 der Anteil der Erdstraßen auf 12,65%, während der Anteil der Betonstraßen auf 31,6% anwuchs und der Anteil der Decken aus Sandasphalt und Bitumenbeton sowie Bitumentränkmakadam der gleiche blieb [A 24h].

Zusammenstellung 11. Anteilverhältnisse der verschiedenen

1	2	3	
		km	in % von 3
lfd. Nr.	Art der Befestigung	Neben- straßennetz (system of county und local roads)	
1.	Erdstraßen (earth roads) ohne mineralische und bituminöse Deckenverbesserung, nur teilweise planiert und mit Seitengräben	3663436	84,02
2.	Tonsandstraßen (sand-clay roads)	119970	2,75
3.	Kiesstraßen (gravel roads) und ähnliche, behandelt und unbehandelt	446975	10,25
4.	Wassergeb. Schotterstr. (water-bound macadam roads), behandelt und unbehandelt	74745	1,72
5.	Bitum. Oberflächenvermischungen (bituminous surface mixings)	nicht	
6.	Bitumentränkmakadamstr. (bituminous macadam roads by penetration)	24059	0,55
7.	Sandasphaltstraßen (sheet asphalt roads) . . .	2369	0,05
8.	Bitumenbetonstraßen (bituminous concrete roads)	6055	0,14
9.	Betonstraßen (portland cement concrete roads) .	19818	0,46
10.	Klinkerstraßen (vitrified brick roads)	2172	0,05
11.	Asphaltblockstraßen (block asphalt roads) . .	418	0,0096
12.	Holzpflasterstraßen (wood-block pavements) . .	3	0,00007
13.	Steinstraßen (stone-block pavements)	111	0,0025
	Straßen insgesamt:	4360131 (2709839 Meilen)	in % von Spalte 5 89,84

Nach der amerikanischen Auffassung ist die Art der Befestigung nach den Anforderungen des Verkehrs, insbesondere seiner Größe, zu bestimmen. Da jede Straße durch Anwachsen des Verkehrs eine größere Bedeutung erlangen kann, muß die Straße und ihre Befestigung zweckmäßig so angelegt werden, daß in nachfolgenden Baustufen ein Umbau ohne Schwierigkeit möglich ist (stage construction). Hierbei darf sich

* Die Angaben für die Bundesstraßen sind auf den 1. VII. 1929 bezogen.

Straßenbefestigungen Ende 1928*. [A 24g, A 38.]

4		5		6	
Staatsstraßennetz (system of state highways)		Gesamtes Landstraßennetz (system of total rural roads)		davon ausgebautes Bundesstraßennetz (federal-aid system)	
km	in % von 4	km	in % von 5	km	in % von 6
182306	36,97	3845742	79,24	18356 (planiert u. mit Seitengräben)	14,70
21720	4,41	141690	2,92	11368	9,08
149837	30,39	596812	12,30	45552	36,46
29190	5,92	103935	2,14	3839	3,07
besonders angegeben				473	0,38
24457	4,96	48516	1,00	5908	4,74
2410	0,49	4779	0,10	} 4890	3,91
8676	1,76	14731	0,30		
69118	14,01	88936	1,83	33165	26,55
5091	1,03	7263	0,15	1395	1,11
137	0,03	555	0,01	0	0
52	0,01	55	0,001	0	0
72	0,015	183	0,004	0	0
493066 (306442 Meilen)	in % von Spalte 5 10,16	4853197 (3016281 Meilen)	100,00	124946 (77655 Meilen)	in % von Spalte 5 2,57

aus Gründen der Wirtschaftlichkeit kein Aufwand an Arbeit und Baustoffen aus einer früheren Baustufe bei den nachfolgenden Verbesserungen als unnötig und überflüssig herausstellen. Die allereinfachsten Straßen, z. B. die Erdstraßen, werden in ihrer Linienführung und Deckenausbildung von vornherein so angelegt, daß bei zunehmendem Verkehr der Ausbau zu einer höherentwickelten Straße mit überhöhter Fahrbahn und Übergangsbögen in den Kurven, mit größeren Breiten und widerstandsfähigerer Befestigung ohne weiteres möglich ist. Die

Sorgfalt, die dem Bau und der Unterhaltung der einzelnen Decken gewidmet wird, ist infolgedessen bei den Erdstraßen grundsätzlich ebenso groß, wie bei den hochwertigen Befestigungen.

Für die Beschaffenheit der Baustoffe und die Ausführung der Straßenbauarbeiten, insbesondere der Decken, haben die zuständigen Aufsichts- bzw. Verwaltungsbehörden, vor allem die staatlichen Straßenbauämter, eingehende Vorschriften (specifications) erlassen, welche die Vertragsgrundlage mit dem Unternehmer bilden. Diese von den Verfassern auch mit Bauvorschriften bezeichneten Specifications enthalten die Ergebnisse langjähriger praktischer Erfahrungen; sie werden geändert und ergänzt, sobald neue Erkenntnisse gewonnen sind. Von den Vorschriften sind diejenigen besonders wichtig, welche von seiten der staatlichen Straßenbauämter erlassen sind. Zur Herbeiführung einer Einheitlichkeit bei den Vorschriften nach Gliederung und Abfassung des Textes sind — unbeschadet sachlicher Unterschiede auf Grund örtlicher Gegebenheiten — im Februar 1925 von der American Association of State Highway Officials Richtlinien aufgestellt worden [A 58]. Bauvorschriften, nach denen Federal-aid-Straßen ausgeführt werden, müssen mit diesen Richtlinien übereinstimmen. Nach den Richtlinien werden die Vorschriften in 5 Abschnitte eingeteilt: Allgemeine Voraussetzungen und Grundlagen für die Bauverträge, Einzelheiten der Bauausführung, Einzelheiten der Entwurfsbearbeitung, Einzelheiten der Baustoffe und Angebotsunterlagen. Eine Angleichung der staatlichen Vorschriften an diese Richtlinien ist tatsächlich erreicht worden. Wohl alle staatlichen Vorschriften (standard specifications) entsprechen den obigen Richtlinien und erscheinen in einheitlichem Format (rd. 22 cm mal 28 cm oder rd. 12 cm mal 20 cm), es fehlen aber meist die Abschnitte über die Einzelheiten der Entwurfsbearbeitung und die Angebotsunterlagen.

Im Gegensatz zur äußeren Abfassung der Specifications besteht eine Einheitlichkeit in der Benennung der Bauweisen und Baustoffe sowie in den Anforderungen an die Baustoffe bisher noch nicht. Teilweise sind Ansätze zur Herbeiführung einer solchen vorhanden [C 76]. Bezeichnend ist beispielsweise, daß der Ingenieur John J. Forrer vom Straßenbauamt des Staates Virginia auf der 27. Jahresversammlung der American Road Builder's Association im Jahre 1930 [C 181] von 100 bis 150 verschiedenen Asphaltzusammensetzungen einer Firma in einem Jahr und von 50 verschiedenen Teersorten einer anderen Firma berichtet, welche diese auf Grund der zahlreichen Specifications herstellen mußten. Forrer fügt freilich hinzu, daß das Bureau of Public Roads in Gemeinschaft mit der American Society for Testing Materials¹, mit dem Asphaltinstitut und anderen Fachvereinigungen an der Schaffung einheitlicher Bezeichnungen für

¹ Abgekürzt A.S.T.M.

bituminöse Bindemittel arbeite. Eine Durchsicht zahlreicher staatlicher Specifications aus den Jahren 1931/32 zeigt aber, daß die geplante Vereinheitlichung bisher noch nicht erreicht ist.

Die verschiedene Bezeichnung gleicher oder ähnlicher Bauweisen in den V.St.A. erschwert die Gewinnung eines Überblicks über die zahlreichen Arten und Methoden der Straßenbefestigung. Dies gilt insbesondere für die leichten Decken mit bituminöser Behandlung, für die Oberflächenbehandlungen (surface treatment) und für die Oberflächenvermischungen (surface mixing), die sich noch in voller Entwicklung befinden. In Rücksicht auf den beschränkten Raum kann daher nur auf die wichtigsten Verfahren unter bevorzugter Heranziehung der staatlichen Vorschriften eingegangen werden.

Die Auswahl der Straßendecken richtet sich, abgesehen von besonderen Verhältnissen, bedingt durch Untergrund, Klima, außerordentlichen Lastenverkehr usw., nach der Größe des Gesamtverkehrs. Über die Einteilung der Straßen nach ihrer Verkehrsbedeutung siehe Kapitel III B a) 3.

B. Untergrund.

Bereits an mehreren Stellen wurde darauf hingewiesen, daß in den V.St.A. die meisten Decken aus dem vorhandenen oder der Nachbarschaft entnommenen Boden bestehen und keine besondere Unterbettung im europäischen Sinne besitzen. Änderungen des Untergrundes und Einwirkungen auf denselben wirken sich infolgedessen stärker aus, als dies bei den europäischen Straßen der Fall ist. Hierin liegt wohl der Hauptgrund, weshalb Untersuchungen über den Untergrund in den V.St.A. — wohl als erste überhaupt — angestellt sind und weshalb diese praktische Bedeutung erlangt haben [F 30, C 88]. In Rußland liegen die Verhältnisse ähnlich, da auch hier die Erdstraßen überwiegen [F 47].

In Rücksicht auf den beschränkten Raum kann auf die außerordentlich interessanten Forschungsarbeiten, die mit dem Jahr 1926 systematisch vom Bureau of Public Roads unter Mitarbeit des damaligen Professors für Bodenkunde im Massachusetts Institute of Technology in Boston, Dr. Ch. Terzaghi, durchgeführt sind, nicht eingegangen werden [C 68]. An dieser Stelle soll lediglich zum besseren Verständnis der einfachen Decken die amerikanische Einteilung der verschiedenen Böden in Klassen unter gleichzeitiger Angabe ihres mechanischen Aufbaus, der Eigenschaften und des Verhaltens als Straßendecke oder als Straßenuntergrund erläutert werden.

a) Allgemeines.

Nach amerikanischer Ansicht [C 70] muß man sich stets vergegenwärtigen, daß nicht der Fahrbahnbelag, sondern der Untergrund Träger der Verkehrslasten ist. Jede Straßendecke, selbst die hochwertigste,

beginnt unter dem Einflusse ihres eigenen Gewichtes und der Verkehrslasten zu zerbrechen, wenn sie der Tragkraft des Untergrundes auf bestimmte Längen beraubt wird. Daraus ergibt sich als Aufgabe einer Fahrbahndecke: die Gewichte und Stoßwirkungen der Verkehrslasten auf eine Fläche zu verteilen, die ausreichend groß ist, um ein merkliches Zusammendrücken des Untergrundes zu verhindern. Die Art und Weise, wie der Untergrund die Lasten und Stoßwirkungen

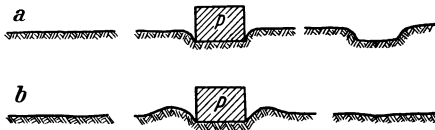


Abb. 50. Schematische Darstellung [C 70]. a) der Zusammendrückbarkeit des Untergrundes, b) der Elastizität des Untergrundes.

des Verkehrs aufnimmt und weitergibt, hängt von seinem Verhalten gegenüber Veränderungen der Witterung und sonstiger Einwirkungen ab. Dieses Verhalten wiederum ist durch 5 physikalische Grundeigenschaften bedingt: die Kohäsion, die innere Reibung, die Zusammendrückbarkeit (Abb. 50a), die Elastizität (Abb. 50b) und die Kapillarität. Es äußert sich in folgenden Zustandsänderungen: Schrumpfung, Ausdehnung, Frostbeulenbildung, Setzen (bei Aufschüttungen), Gleiten (in Einschnitten) und Ausweichen

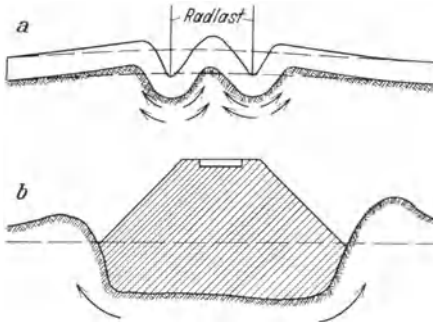


Abb. 51. Schematische Darstellung des Ausweichens weichen Untergrundes nach den Seiten [C 70]. a) unter der Verkehrslast bei nachgiebiger Decke, b) unter einer Aufschüttung.

weichen Untergrundes nach den Seiten (Abb. 51a u. b). Die genannten 5 physikalischen Grundeigenschaften des Bodens sind durch Kennziffern (soil constant), die durch einfache Prüfverfahren gefunden werden, zahlenmäßig erfaßbar. Mit Hilfe dieser Kennziffern ist dann eine Einteilung der verschiedenen Böden möglich und durchführbar. Da der Untergrund unter dem Einfluß von Verkehr und Witterung seinen Zustand zu

verändern vermag, muß sich diese Veränderung in einem solchen Rahmen halten, daß die Fahrbahnoberfläche nicht ernsthaft in Mitleidenchaft gezogen wird.

Aus dieser Anschauung heraus haben sich die amerikanischen Fachleute zahlreiche Aufgaben gestellt, die sich mit dem Untergrund und der Wechselwirkung zwischen Untergrund und Fahrbahn beschäftigen. Diese Aufgaben betreffen in erster Linie die Größe der statischen und dynamischen Belastung durch den Verkehr; die Aufnahme und Verteilung derselben durch die verschiedenartigen Befestigungen in wechselnder Stärke; die Grenzbelastung, welche der Boden ohne schädliche Defor-

malen vermag, muß sich diese Veränderung in einem solchen Rahmen halten, daß die Fahrbahnoberfläche nicht ernsthaft in Mitleidenchaft gezogen wird.

malen vermag, muß sich diese Veränderung in einem solchen Rahmen halten, daß die Fahrbahnoberfläche nicht ernsthaft in Mitleidenchaft gezogen wird.

malen vermag, muß sich diese Veränderung in einem solchen Rahmen halten, daß die Fahrbahnoberfläche nicht ernsthaft in Mitleidenchaft gezogen wird.

malen vermag, muß sich diese Veränderung in einem solchen Rahmen halten, daß die Fahrbahnoberfläche nicht ernsthaft in Mitleidenchaft gezogen wird.

malen vermag, muß sich diese Veränderung in einem solchen Rahmen halten, daß die Fahrbahnoberfläche nicht ernsthaft in Mitleidenchaft gezogen wird.

malen vermag, muß sich diese Veränderung in einem solchen Rahmen halten, daß die Fahrbahnoberfläche nicht ernsthaft in Mitleidenchaft gezogen wird.

malen vermag, muß sich diese Veränderung in einem solchen Rahmen halten, daß die Fahrbahnoberfläche nicht ernsthaft in Mitleidenchaft gezogen wird.

malen vermag, muß sich diese Veränderung in einem solchen Rahmen halten, daß die Fahrbahnoberfläche nicht ernsthaft in Mitleidenchaft gezogen wird.

malen vermag, muß sich diese Veränderung in einem solchen Rahmen halten, daß die Fahrbahnoberfläche nicht ernsthaft in Mitleidenchaft gezogen wird.

mation aufnehmen kann; schließlich den Einfluß der Witterung und sonstiger Einwirkungen auf den Untergrund. Eine Lösung der Aufgaben wird im Laboratorium durch Erforschung des Bodens und seiner Eigenschaften und ferner in der Praxis durch Untersuchungen über das Verhalten der Straßenbeläge unter verschiedenen Bedingungen und Einflüssen auf besonders ausgesuchten Straßen angestrebt. Aus diesen Vorarbeiten werden schließlich Erkenntnisse gewonnen, mit deren Hilfe im einzelnen Falle die Art der Behandlung und Verbesserung des Untergrundes, seine Entwässerung, gegebenenfalls die Einschaltung von Zwischenlagen sowie die Wahl und der Aufbau der Fahrbahndecke bestimmt werden können. So hofft man durch theoretische und praktische Untersuchungen wirtschaftliche Erfolge, wirtschaftlichen Gewinn zu erzielen, was als das Endziel aller dieser Arbeiten angesehen wird.

b) Einteilung der Bodenarten.

Die Einteilung der Bodenarten des Bureau of Public Roads umfaßt die Gruppe A der gleichförmigen Bodenarten mit 8 Untergruppen und die Gruppe B der ungleichförmigen Bodenarten mit 3 Untergruppen [C 70]. Der mechanische Aufbau und die Eigenschaften dieser Gruppen sind nach den Angaben des Bureau of Public Roads folgende:

Gleichförmige Bodengruppen:

Gruppe A—1. Grobes und feines, gut abgestuftes Mineral mit ausgezeichnetem Füller, also mit geringem Hohlraumgehalt.

Große innere Reibung, große Kohäsion, keine schädliche Schrumpfung, Ausdehnung, Kapillarität oder Elastizität.

Große Standfestigkeit unter der Belastung durch den Verkehr, auf welche der Feuchtigkeitsgehalt und dessen Wechsel ohne Einfluß ist.

Böden dieser Gruppe liefern im Falle der Oberflächenbehandlung oder als Grundsichten für dünne Decken zufriedenstellende Ergebnisse.

Gruppe A—2. Grobes und feines Mineral von ungeeigneter Kornabstufung oder mit geringwertigem Füller, also mit größerem Hohlraumgehalt.

Große innere Reibung und große Kohäsion nur unter bestimmten Verhältnissen. Schädliche Schrumpfung, Ausdehnung, Kapillarität oder Elastizität kann vorhanden sein.

Große Standfestigkeit in leidlich trockenem Zustand.

Böden dieser Gruppe vermögen bei hohem Wassergehalt zu erweichen oder bei lang anhaltendem trockenem Wetter lose und staubig zu werden. Der hohe Wassergehalt kann entweder durch Niederschläge oder durch kapillaren Aufstieg aus dem Grundwasser verursacht sein, wenn eine undurchlässige Straßendecke eine Verdunstung verhindert.

Gruppe A—3. Nur körniges Mineral ohne Füller, also mit großem Hohlraumgehalt.

Hohe innere Reibung, keine Kohäsion, keine schädliche Kapillarität oder Elastizität.

Böden dieser Gruppe verlieren unter dem Einfluß der Radlasten ihre Standfestigkeit, sie werden aber vom Feuchtigkeitsgehalt und seinem Wechsel nicht beeinflußt. Keine schädliche Einwirkung des Frostes, keine Schrumpfung oder Ausdehnung in merklichem Umfange.

Diese Böden liefern einen ausgezeichneten Untergrund für nachgiebige Deckenbeläge mittlerer Stärke und für verhältnismäßig dünne starre Deckenbeläge.

Gruppe A—4. Siltböden¹ ohne körniges Mineral und ohne merklichen Anteil an klebrigem kolloidalen Ton².

Innere Reibung verschieden, keine merkliche Kohäsion, keine Elastizität, bedeutende Kapillarität.

Böden dieser Gruppe haben die Neigung, sehr schnell Wasser in solcher Menge aufzunehmen, daß selbst ohne Verkehr die Standfestigkeit rasch abnimmt. In trockenem oder feuchtem Zustande ergeben sie gute Fahrbahnflächen von geringer Elastizität.

Bei starrer Befestigung entstehen infolge Einwirkung des Frostes Risse, bei nachgiebiger Befestigung andere Schäden infolge geringer Tragfähigkeit.

Gruppe A—5. Böden dieser Gruppe sind im Aufbau und im Verhalten denjenigen der Gruppe A—4 ähnlich, besitzen jedoch Elastizität in merklichem Umfange.

Infolgedessen ergeben sie elastische Fahrbahnen, die selbst in trockenem Zustande nach Entfernung der Belastung in ihre ursprüngliche Lage zurückkehren. Die elastischen Eigenschaften bewirken ein Nachgeben während der Arbeit des Verdichtens (Walzens) von Makadamdecken.

Gruppe A—6. Tonige Böden ohne körniges Mineral.

Geringe innere Reibung, bei niedrigem Feuchtigkeitsgehalt hohe Kohäsion, keine Elastizität, Schrumpfung und Ausdehnung in schädlichem Maße möglich.

In zähplastischem oder weichplastischem Zustand nehmen Böden dieser Gruppe zusätzliches Wasser nur auf, wenn sie durch den Verkehr geknetet werden. Sie können sich bis zum flüssigen Zustand verändern und in die Zwischenräume von Makadamdecken eindringen, auch Schäden durch Abrutschen bei hohen Aufträgen herbeiführen. Sie bilden nur in zähem Zustand einen für die Verdichtung von Makadamdecken nötigen festen Untergrund. Unter dem Verkehr entstehen Formände-

¹ Silt vgl. Anm. 2 S. 118.

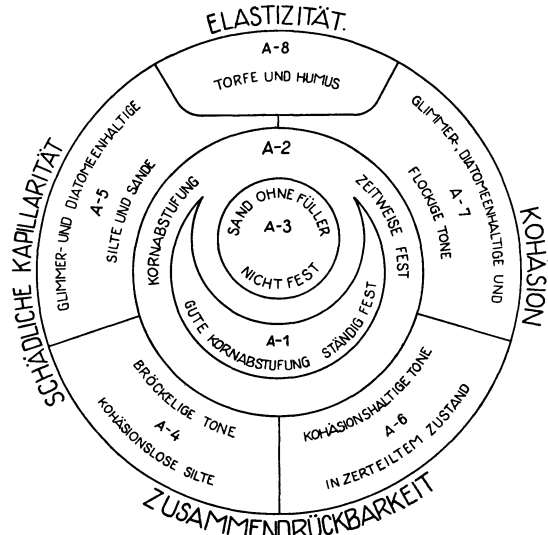
² Ton vgl. Anm. 2 S. 118.

rungen langsam, verschwinden aber nach Entfernung der Belastung nur zu einem geringen Teil. Bei ständigem Wechsel von Durchfeuchtung und Austrocknung können Ausdehnung und Schrumpfung bei starren Decken zu Rissen führen.

Gruppe A—7. Böden dieser Gruppe sind im Aufbau und im Verhalten denjenigen der Gruppe A—6 ähnlich, besitzen jedoch größere Elastizität. Sie können auch Kalk oder andere chemische Beimengungen enthalten, die flockige Ausscheidungen verursachen.

Infolgedergrößerer Elastizität entstehen bei einem bestimmten

Feuchtigkeitsgehalt unter dem Einfluß von Verkehrslasten schnell Formänderungen, welche ähnlich wie bei Böden der Gruppe A—5 nach Entlastung in merklichem Umfange wieder verschwinden. Die durch Wechsel von Durchfeuchtung und Austrocknung entstehenden schädlichen Volumenänderungen sind noch größer als bei Gruppe A—6.



INNERE REIBUNG: GRUPPE A1 BIS A-3 HOHE INNERE REIBUNG
 GRUPPE A-4 BIS A-5 VERÄNDERL. INNERE REIBG.
 GRUPPE A-6 BIS A-8 GERINGE INNERE REIBUNG

Abb. 52. Schematische Darstellung der Bodengruppen A — 1 bis A — 8 [C 70].

Böden dieser Gruppe können bei Betondecken während der ersten Erhärtungszeit zur Bildung von Rissen Veranlassung geben.

Gruppe A—8. Sehr weicher Torf und Humus, die ohne vorherige Verdichtung als Untergrund für Deckenbeläge nicht geeignet sind.

Geringe innere Reibung, geringe Kohäsion, Kapillarität und Elastizität in schädlichem Maße.

Ungleichförmige Bodengruppen:

Gruppe B—1. Gewachsener Boden, ungleichförmig infolge plötzlicher Veränderung der Eigenschaften oder der Lagerung des Bodens oder infolge häufigen Wechsels der örtlichen Verhältnisse.

Gruppe B—2. Aufgeschütteter Boden, ungleichförmig infolge ungleichförmiger Zusammensetzung der Auftragsmassen.

Gruppe B—3. Boden ungleichförmig, insofern er teilweise aus gewachsenem und teilweise aus aufgeschüttetem Boden besteht.

Einen guten Überblick über Aufbau und wichtige Eigenschaften der Bodengruppen A—1 bis A—8 gibt schematisch die Abb. 52. Sie ist in etwas veränderter Form einer neueren Arbeit von C. A. Hogentogler vom Bureau of Public Roads entnommen [C 70].

c) Maßnahmen zur Verbesserung des Straßenuntergrundes.

Die Untergrunduntersuchungen, die eine Einteilung der Bodenarten in Klassen und einfache Prüfverfahren zur Bestimmung der Klasse eines Bodens zum Ziele hatten, sind in den Monaten Juni/Okttober 1931 veröffentlicht worden [C 70, C 91]. Es entzieht sich der Kenntnis der Verfasser, in welchem Umfange die Ergebnisse dieser Untersuchungen bisher Eingang in die Praxis gefunden, insbesondere inwieweit sie zu neuen Maßnahmen bei der Verbesserung des Straßenuntergrundes geführt haben. Die wirksamste Verwendung der neuen Erkenntnisse scheint in der Unterstützung zu beruhen, welche das Bureau of Public Roads den staatlichen Straßenbauämtern bei der Organisierung eigener Untergrundforschungen durch Schulung staatlicher Beamter in Ausbildungskursen usw. gewährt [A 24h]. Über ältere Maßnahmen zur Verbesserung des Untergrundes in verschiedenen Staaten berichten C. A. Hogentogler u. a. vom Bureau of Public Roads 1927 und 1929 [C 53, C 68].

C. Einfache Decken.

Zu den einfachen Decken gehören die natürlichen Erdstraßen und die durch Einbau von Mineral und bituminösen Bindemitteln verbesserten Erdstraßen (behandelte und unbehandelte Tonsand-, Kies-, Kleinschlagstraßen usw.). Zu den einfachen Decken gehören auch die wassergebundenen Schotterstraßen. Dieselben haben sich in den V.St.A. trotz guter und zahlreicher Steinvorkommen nicht wie in Europa zu entwickeln vermocht, weil ihr Bau — verglichen mit den etwa gleichwertigen Kies- und Kleinschlagstraßen — sorgfältiger und infolgedessen kostspieliger ist und ihre Unterhaltung nicht mit den einfachen Maschinen der natürlichen und künstlichen Erdstraßen durchgeführt werden kann. Sie sind in neuster Zeit bei schwachem Verkehr wohl durchweg durch die Kleinschlagstraßen ersetzt worden.

Bei den natürlichen Erdstraßen handelt es sich lediglich um planierte Straßenzüge ohne jeglichen Unterbau in europäischem Sinne, deren Decke aus dem an Ort und Stelle vorhandenen Boden besteht und deren Planum bestenfalls durch tiefe Seitengräben oder Drainageleitungen entwässert ist. Bei dem mehr oder weniger feinkörnigen

Deckenmaterial hängt die Tragfähigkeit solcher Erdstraßen in erster Linie von dem jeweiligen Feuchtigkeitsgehalt ab und ist verschieden, je nachdem es sich um ausgesprochen sandige oder tonige Böden handelt. Während sich tonige Böden in trockenem Zustande unter dem Verkehr gut bewähren, findet bei nassem Wetter ein Aufweichen statt. Sandige Böden zeigen ein umgekehrtes Verhalten. Große Schwierigkeiten pflegen im Frühjahr bei einsetzendem Tauwetter aufzutreten, wenn die Erdstraßen ihre innere Festigkeit einbüßen. Zum Schutz der Straßenoberfläche gegen völligen Zerfall in dieser Zeit werden in vielen Staaten beträchtliche Beschränkungen des Fahrzeuggewichtes vorgeschrieben, die bis zu drei Monaten in Geltung bleiben können [A 49]. Hier liegt wohl einer der Gründe für die auffällige Tatsache, daß sich in den V.St.A. verhältnismäßig wenig schwere Lastkraftwagen finden. Denn den Fahrzeughaltern kommt es natürlich darauf an, daß sie ihre Fahrzeuge während des ganzen Jahres benutzen können. Trotz der in den letzten 10 Jahren erfolgten umfangreichen Verbesserung des Landstraßennetzes hinsichtlich seiner Befestigung haben bisher — gemessen an den Zahlen der Produktion — die schweren Lastkraftwagen prozentual nicht zugenommen [A 50].

Man erkannte schon früh, daß eine Vermischung von Sand und Ton die jeder dieser Bodenarten anhaftenden Mängel erheblich vermindert, und gelangte so zu den Tonsandstraßen (sand-clay road). Die Kiesstraßen (gravel road) sind nur als Abart der Tonsandstraßen anzusehen, bei welchen im Gegensatz zu diesen das Mineral über 2 mm \varnothing vorherrscht. Die Kleinschlagstraßen (traffic-bound macadam road oder traffic-bound crushed-stone bzw. crushed-gravel road) unterscheiden sich von den Kiesstraßen durch das Vorherrschen des Minerals über 6 mm \varnothing und größere Beschränkung des feinsten Kornes (Durchgang durch das Maschensieb 200, Maschenweite 0,074 mm). In keiner der genannten Decken darf aber Mineral über 1 bis 1½ Zoll \varnothing (rd. 2,5 bis 3,8 cm) vorhanden sein.

Die Verdichtung der in fertiger Mischung eingebrachten oder auf der Straßenoberfläche vermischten Baustoffe erfolgt fast ausschließlich durch den Verkehr. Sowohl der Bau als auch die Unterhaltung werden mit den gleichen Maschinen, in der Hauptsache mit der Planiermaschine (grader oder blade grader oder grading machine), auch Straßenhobel genannt, und mit dem Glätter (drag) geleistet, die wegen fehlender Unterbettung im europäischen Sinne vielseitig verwendet und daher auch durch andere Baumaschinen nicht verdrängt werden können.

Durch die Wahl eines günstigen Mischungsverhältnisses von Sand und Ton bzw. durch die Einbringung hochwertiger und grobkörniger Minerals, wie Kies und Kleinschlag, wird die natürliche Erdstraße wesentlich verbessert. Die so verbesserte Decke kann aber den Einflüssen wechsell-

der Feuchtigkeit und insbesondere den Einflüssen des Regen- und Tauwassers nicht restlos widerstehen. Insbesondere ist ein rascher Abfluß des Niederschlagswassers auf den nicht völlig ebenen und unverdichteten Decken und häufig auch eine schnelle Versickerung in den Straßenuntergrund unmöglich.

Zur weiteren, wesentlichen Verbesserung ist man daher in den letzten Jahren zu einer Heranziehung bituminöser Bindemittel nach zahlreichen Verfahren übergegangen. Diese Verfahren mußten sich naturgemäß an die Baumethoden der genannten Straßendecken anlehnen und — zur Erzielung geringer Baukosten — die gleichen Baumaschinen benutzen. Es sind infolgedessen — vom europäischen Standpunkt aus gesehen — bemerkenswerte und neuartige bituminöse Deckenbauweisen entstanden.

a) Einfache Decken ohne bituminöse Bindemittel.

Zu diesen Decken gehören neben den natürlichen Erdstraßen (unverbesserte Straßen) die künstlichen Erdstraßen (verbesserte Straßen) und die wassergebundenen Schotterstraßen.

Es ist in Amerika üblich, die künstlichen Erdstraßen nach Tonsand-, Kies- und Kleinschlagstraßen zu unterscheiden. Bei dieser Einteilung ist zu berücksichtigen, daß eine solche Bezeichnung häufig nur für Teilabschnitte einer Straße in Frage kommt. Im allgemeinen wird in Rücksicht auf die Kosten der Erdstraßen die Transportweite der Deckenbaustoffe beschränkt. Infolgedessen wird beim Bau einer künstlichen Erdstraße der Baustoff aus nächster Nähe entnommen und mit ihm die Decke entsprechend verbessert. Bei größeren Straßenlängen ergeben sich daher meist mehrere Gewinnungsstellen mit oft verschiedenen Baustoffen, infolgedessen auch Straßenabschnitte von verschiedener Beschaffenheit der Deckschicht.

1. Decken ohne Einbringung mineralischer Baustoffe. Die Ausführung natürlicher Erdstraßen umfaßt die Herstellung der erforderlichen Einschnitte und Aufträge, die Herrichtung der aus dem natürlichen Boden bestehenden Straßenoberflächen und den Bau der Entwässerungsanlagen.

Der günstigste Boden für natürliche Erdstraßen ist der Boden der Gruppe A—1 [C 69], der in den Südstaaten in Form einer natürlichen Mischung von Ton und Sand in der Oberfläche vorkommt und Topsoil genannt wird [A 48].

Für die Durchführung der Erdarbeiten zur Herstellung des Straßenplanums werden in den V.St.A. in ständig wachsendem Umfange Maschinen verwendet. Nach J. H. Mullen betrug beispielsweise die Leistung bei der Herstellung des Planums, umgerechnet auf die Arbeiterstunde, im Jahre 1917 erst 1,25 cbm, dagegen 2 cbm im Jahre 1928 und

2,55 cbm im Jahre 1932 [C 129]. Bei größeren Arbeiten werden zur Herstellung der Einschnitte Maschinen mit Gurtbandförderung (elevating

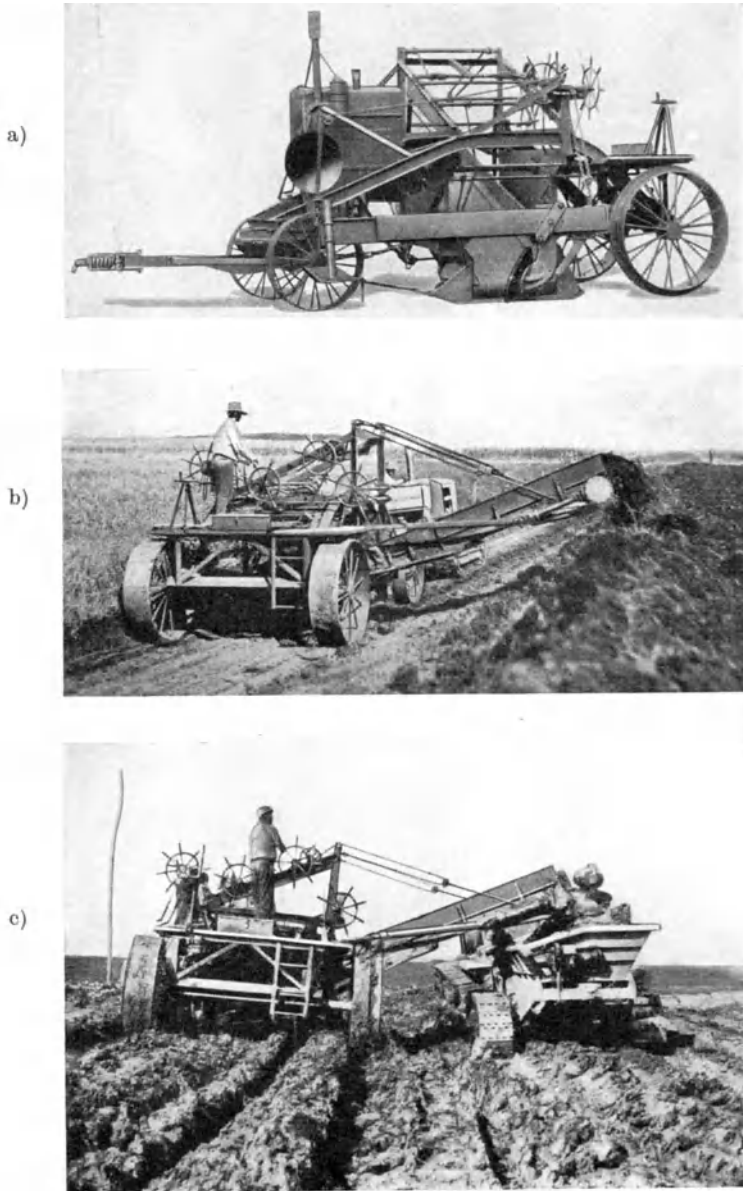


Abb. 53. Bodenfördermaschine mit Gurtband (elevating grader) für Traktorenzug der Firma J. D. Adams Comp., Indianapolis, Ind. a) Seitenansicht mit Bodenfräser und Gurtband [D 1], b) bis c) bei der Arbeit [D 1].

d)



e)

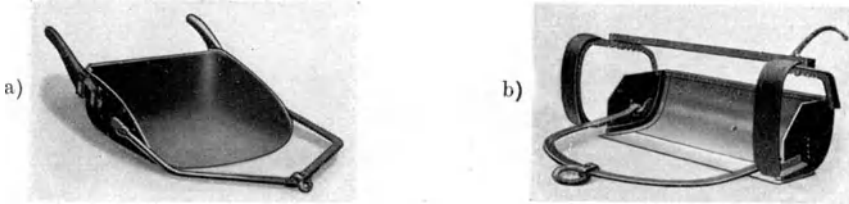


Abb. 53. Bodenfördermaschine mit Gurtband (elevating grader) für Traktorenzug der Firma J. D. Adams Comp., Indianapolis, Ind. d) Bei der Arbeit [D 1], e) Ansicht eines Einschnittes, der durch eine Bodenfördermaschine mit Gurtband in 3 Tagen bei 2600 cbm Förderung hergestellt wurde [D 65].



Abb. 54. Neuzzeitliches Verfahren zur Herrichtung des Straßenplanums mit Maschinen [C 139]. (Rechts Fördermaschine mit Gurtband (elevating grader), im Vordergrund Traktor mit Transportwagen (dump wagon) beim Füllen, dahinter zweiter Traktorenzug zum Nachrücken).

grader¹, Abb. 53a bis e) und Bagger verwendet. Die Beförderung des gelösten Bodens erfolgt durch Transportwagen (dump wagon) mit



einem Fassungsvermögen bis zu $5\frac{1}{2}$ cbm, die von Traktoren gezogen werden (Abb. 54). Für weniger umfangreiche Arbeiten, namentlich für kurze Förderlängen, verwendet man häufig von Pferden gezogene kastenartige Schaufeln, sogenannte Kratzer (scraper, Abb. 55a bis d), welche die Erde losbrechen und fort-schaffen. Paßt sich das Längenprofil der Straße der Geländegestaltung an und sind infolgedessen die Erdarbeiten beschränkt, so wird die Universalmaschine des Erdstraßenbaus, die bereits erwähnte Planiermaschine, angewandt.

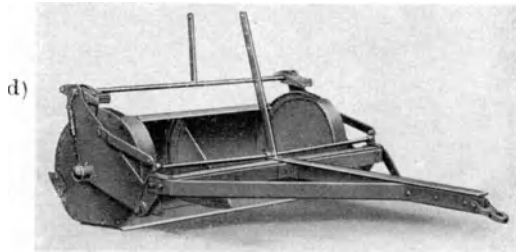
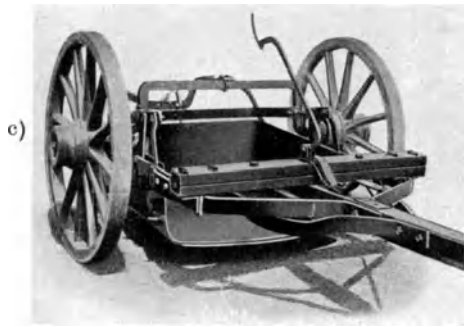


Abb. 55. Förderschaufln oder Kratzer (scraper). a) Gleit- oder Zugschaufel² (slip oder drag scraper) für Förderlängen bis zu 60 m, Fassungsvermögen 0,10 bis 0,15 cbm [D 65], b) Fresno- oder Korbschaufel (fresno oder buck scraper) für Förderlängen bis zu 120 m [D 65], c) Rad-schaufel² (wheeled scraper), für Förderlängen bis zu 240 m, Fassungsvermögen 0,20 bis 0,45 cbm [D 65], d) Schaufel mit automatischer Anhebung der Schneide nach Füllung der Schaufel (rotary scraper), Fassungsvermögen 0,35 bis 1,95 cbm [D 2]. Maschinen der Abb. a) bis c) von der Fa. Western Wheeled Scraper Comp., Aurora, Ill.; Maschine der Abb. d) von der Fa. J. D. Adams Comp., Indianapolis, Ind.

Die für den Bau und die Unterhaltung der Straßen in hohem Maße benutzte Planiermaschine besteht aus einer rund 2 bis $4\frac{1}{4}$ m langen Pla-

¹ Die stündliche Leistungsfähigkeit bei einer mittleren Länge des Einschnitts von 115 m, einem Transportzug aus Traktor und einem Transportwagen von $5\frac{1}{2}$ cbm und bei einer Geschwindigkeit des Elevating Grader von 3,4 km/Std. beträgt rd. 190 cbm. Eingehende Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit dieser Maschinen vom Bureau of Public Roads siehe unter [C 139].

² Vgl. Neumann: Der neuzeitliche Straßenbau, II. Aufl. S. 108/9.

nierschaufel mit stählerner Schneidekante. Die Befestigung der Planierschaufel am Fahrgestell ist so vorgenommen, daß der Führer diese nach Erfordernis in horizontaler und vertikaler Richtung verschieben kann. Die Räder sind in einer Weise befestigt, daß sie bei einer Schrägstellung der Maschine ihre senkrechte Lage beibehalten (Abb. 58c).

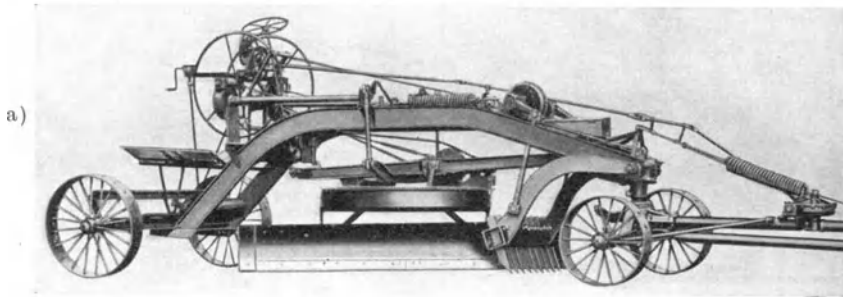


Abb. 56. Planiermaschine (grading machine oder blade grader) der Firma J. D. Adams Comp., Indianapolis, Ind. a) für Pferde- und Traktorenzug [D 3], b) mit Motorentrieb (auf einer Kiesstraße) [E 2].

Die kleineren und leichteren Planiermaschinen mit einer Planierschaufel von 2 bis $2\frac{1}{2}$ m Länge werden hauptsächlich für Unterhaltungsarbeiten gebraucht und häufig von Pferden gezogen. Die großen, von Raupenschleppern bewegten Maschinen (Abb. 56a) mit einer Planierschaufel bis zu $4\frac{1}{4}$ m Länge werden bei Neubauten verwendet. Eine Planiermaschine mit unmittelbarem Motorantrieb zeigt Abb. 56b. Die Kosten für Planiermaschinen mit Pferde- bzw. Traktorenzug schwankten im Mai 1931 zwischen 450 und 3500 \$ (1890 bis 14700 RM), wobei die

höheren Preise für schwere Ausführungen nach Abb. 56a, die niederen Preise für die leichteren Unterhaltungsmaschinen gelten. Planiermaschinen mit unmittelbarem Motorantrieb kosteten zur gleichen Zeit etwa 4500 bis 5500 \$ (18900 bis 23100 RM) [E 1].

Die Planiermaschine stellt sowohl das Profil der Straßenoberfläche als auch gleichzeitig dasjenige der Seitengräben her.

Die Gesamtbreite von Erdstraßen schwankt je nach der gegenwärtigen und zukünftigen Bedeutung der Straße zwischen 20 bis 30 Fuß (6,10 bis 9,10 m, Abb. 57 a und b). Ist ein Umbau der Erddecke zu einer hochwertigen Befestigung für die Zukunft zu erwarten, so kann bei einer Gesamtbreite von 30 Fuß leicht die Fahrbahnfläche mit der üblichen Breite von 20 Fuß angeordnet werden. Die

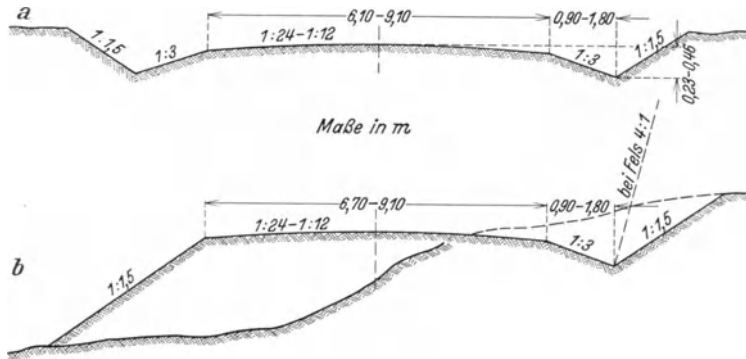


Abb. 57. Regelquerschnitte des Bureau of Public Roads für Erdstraßen (earth road) [E 4]. a) für schwachen Einschnitt mit V-förmigem Graben, b) bei Auftrag und Abtrag infolge Querreinigung.

Fahrbahn selbst soll kein zu starkes und kein zu schwaches Quergefälle erhalten. Bei zu starkem Quergefälle entstehen außer Unbequemlichkeiten für den Verkehr nach den Seiten laufende Wasserrinnen; die feinen Stoffe werden abgeschwemmt. Bei guter Unterhaltung der Erdstraßen genügt im allgemeinen ein Quergefälle von 1 : 24, das bei sehr sorgfältiger Unterhaltung bis auf 1 : 48 ermäßigt, bei ungünstigen Verhältnissen aber bis auf 1 : 12 erhöht wird.

Die seitlichen Straßengräben erhalten entweder einen trapezförmigen Querschnitt wie bei uns oder eine V-förmige Ausgestaltung, wobei die Neigung der straßenseitigen Böschung 1 : 3, die Neigung der der Straße abgewandten Böschung 1 : 1½ ist. Die Grabensohle liegt im allgemeinen rd. 25 bis 50 cm unterhalb der Straßenkrone. Die Ausführung geschieht in beiden Fällen mit der Planiermaschine, wobei bei der Herstellung des trapezförmigen Querschnittes an die Schaufel der Planiermaschine eine besondere Grabenschaufel angehängt wird (Abb. 59 und Abb. 58d). Der Vorteil des V-förmigen Querschnittes ist die für

den Verkehr günstige schwache Neigung an der Fahrbahnseite; im Gegensatz zum trapezförmigen Querschnitt hat er aber ein geringeres Fassungsvermögen.

Bei der Ausführung einer Erdstraße in flachem Gelände mit Hilfe der Planiermaschine [A 64] werden zunächst entlang der Grabenmittel-

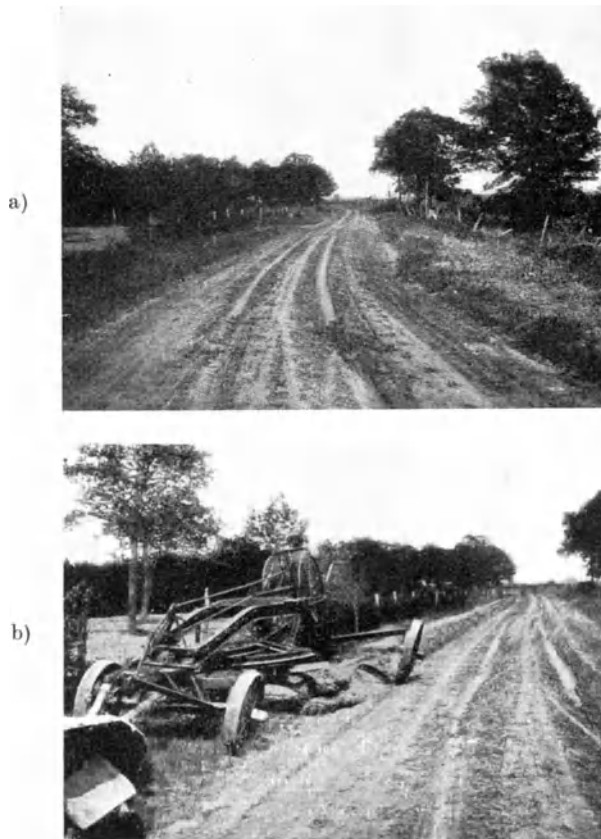


Abb. 58. Ansichten der Herstellung des Profiles einer Erdstraße mit Hilfe der Planiermaschine (trapezförmiger Graben) [A 56]. a) Straße vor der Profilierung, b) Einschnitten der Seiten.

linie oder entlang der Innenkante des Grabens in Abständen bis zu 100 m Richtungspflöcke eingeschlagen. Nach Einstellung der Planierschaufel auf einen Winkel von etwa 45° gegen die Straßenachse wird entlang dieser Absteckungslinie nacheinander auf beiden Straßenseiten der erste Einschnitt gemacht, dessen Tiefe zur Entfernung etwa vorhandenen Rasens ausreichen muß. Auf diese erste Arbeitsrunde folgen weitere 1 bis 2 Runden zur Verteilung des Rasens, 4 bis 6 Runden zur profilmäßigen Herstellung des Grabens, 2 bis 4 Runden zur Verteilung

der gelösten Rasen- bzw. Erdmassen in der Straßenmitte, wobei der Rasen zuunterst abgelagert wird, und endlich 2 bis 4 Runden zur endgültigen Planierung der Straßenoberfläche nach dem vorgeschriebenen Querprofil. Insgesamt sind demnach rd. 14 bis 16 Arbeitsrunden der Planiermaschine bei normalen Verhältnissen für die Herstellung der

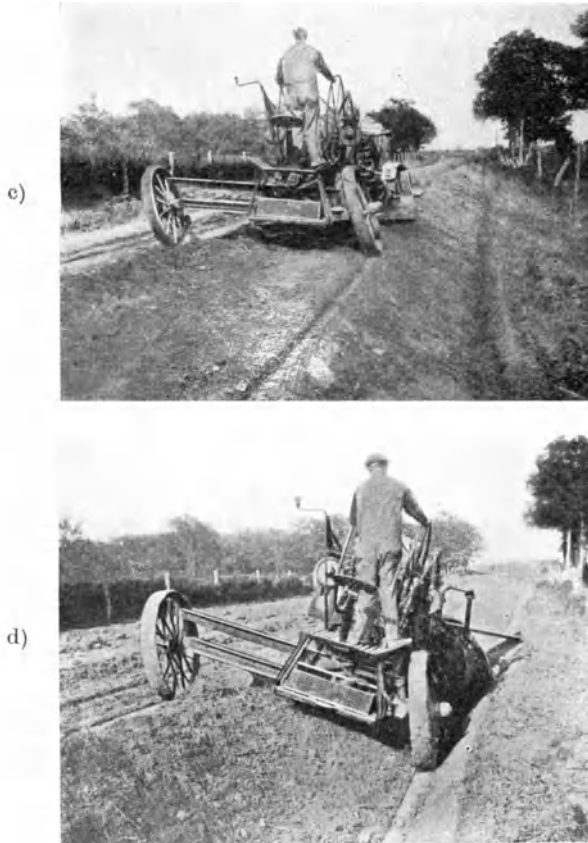


Abb. 58. c) Förderung der gelösten Erde von den Banketten zur Straßenmitte, d) Herstellung des Grabenprofils mit der angehängten Grabenschaufel.

Straße erforderlich. Unter günstigen Bedingungen verringert sich die Zahl der Arbeitsrunden auf 10 bis 12, während sie sich bei ungünstigen Verhältnissen auf 16 bis 20 erhöhen kann. Nach Angabe amerikanischer Ingenieure besteht der größte Fehler bei der Herstellung von Erdstraßen in einer Beschränkung der nötigen Arbeitsgänge. Der beschriebene Arbeitsvorgang ist durch die Abb. 58a bis f veranschaulicht¹.

¹ Eine gute schematische Darstellung der Herstellung einer Erdstraße mit der Planiermaschine aus einer amerikanischen Veröffentlichung befindet sich bei

Da die natürliche Erdstraße bei diesem Bauvorgang in keiner Weise verfestigt wird, ist eine dauernde Unterhaltung zur Beseitigung der durch Witterungseinflüsse und durch den Verkehr hervorgerufenen Schäden bereits unmittelbar nach dem Bau erforderlich.

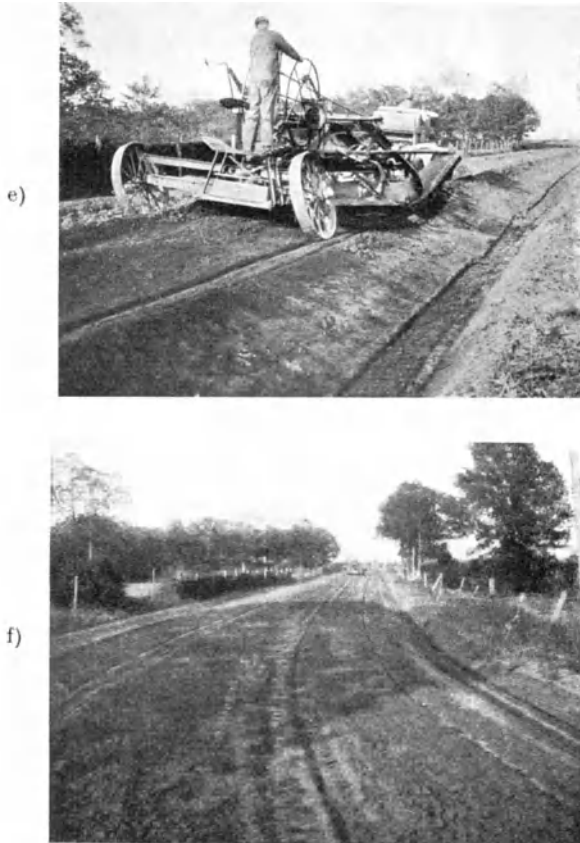


Abb. 58. Ansichten der Herstellung des Profiles einer Erdstraße mit Hilfe der Planiermaschine (trapezförmiger Graben) [A 56]. e) Planieren der Fahrbahnfläche, Grabenschaufel bleibt angehängt, um ein Abrutschen loser Erde in den Graben zu verhindern, f) Straße nach der Profilierung.

Die Durchführung der sehr umfangreichen Unterhaltungsarbeiten ist in den V.St.A. auf den wichtigsten Straßen für alle Straßenbefestigungen im großen und ganzen einheitlich gestaltet. Ein Netz von etwa 30 bis 65 km Straßen bilden einen Unterhaltungsabschnitt (patrol district oder patrol section), in dem die notwendigen Arbeiten von einem Straßenwärter (patrolman oder foreman) vorgenommen werden. Dieser verrichtet

Hentrich: Der neuzeitliche Straßenbau, Teil II; Fr. Knipping: Konstruktion und Ausführung, S. 136.

mit seinem Maschinenpark die regelmäßigen Unterhaltungsarbeiten (patrol maintenance), während größere Instandsetzungen von einer besonderen Kolonne ausgeführt werden (gang maintenance). Der übliche Maschinenpark für die Unterhaltung der natürlichen und künstlichen Erdstraßen umfaßt u. a. eine Planiermaschine, einige Glätter und verschiedene Förderschauflern.

Der Glätter wird in verschiedenen Ausführungen angewandt. Neben den modernen eisernen Glättern finden sich noch zahlreich hölzerne Glätter vor. Abb. 60 zeigt einen Balkenglätter (split-log drag oder King drag), Abb. 61 den Bohlenglätter (slicker, smoother oder lap-plank drag), der eine noch größere Anwendung gefunden hat. Bei den modernen eisernen Glättern (steel drag)

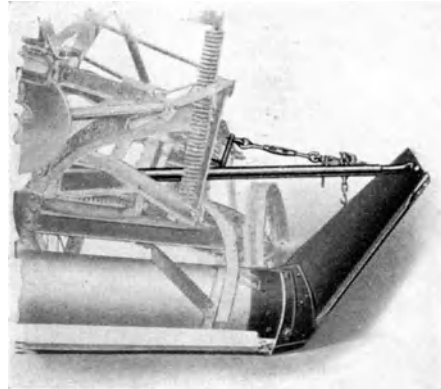


Abb. 59. Grabenschaufel (back sloper) mit verschiedenen Einstellmöglichkeiten zur Herstellung des Grabenquerschnittes [D 2].

können die Glättbalken (steel blade) sowohl senkrecht als auch fast horizontal zur Straßenoberfläche eingestellt werden. Es handelt sich demnach um Maschinen, welche, bei zwar höheren Anlagekosten, Balken- und Bohlenglätter zugleich ersetzen. Eine besondere Abart der Glätter sind die Planer oder Maintainer (Abb. 62a bis c). Die Balken sind nicht untereinander verbolzt, sondern durch Querhölzer verbunden. Infolgedessen entsteht eine größere Arbeitsfläche, die sich bei der Vorwärtsbewegung dieser Maschinen nicht den vorhandenen Mulden anpaßt, sondern diese durch Ausgleich beseitigt.

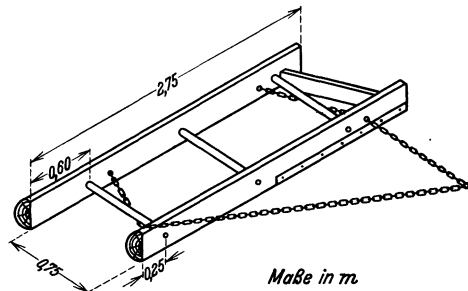


Abb. 60. Balkenglätter (split-log drag oder King drag) [A 1].

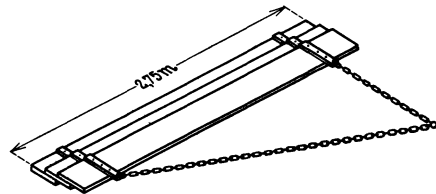


Abb. 61. Bohlenglätter (slicker, smoother oder lap-plank drag) [A 1].

Die Unterhaltungsarbeiten bestehen in der Hauptsache in der dauernden Wiederherstellung des Straßenprofils mit Hilfe der Planiermaschine und in der beständigen Verdichtung und Verfestigung sowie

Ebnung der Straßenoberfläche mit Hilfe der Glätter. Im Frühjahr muß vor allem für schnelle Ableitung des in Mulden zurückgehaltenen Schmelzwassers sowie für erneute Verfestigung der gelockerten Straßendecke gesorgt werden. Im Sommer darf eine Bearbeitung der Straßenoberfläche naturgemäß nur dann vorgenommen werden, wenn die Oberfläche durch Regenfälle feucht, also plastisch geworden ist. Im Herbst erfolgt eine gründliche Überholung der gesamten Straßendecke einschließlich der Entwässerungsanlagen. Im Winter

ruhen im allgemeinen die Unterhaltungsarbeiten. Es soll aber eine Profilierung und Ebnung der Straßenoberfläche im Winter stets dann vorgenommen werden, wenn die Straße durch Auftauen etwas plastisch gewor-

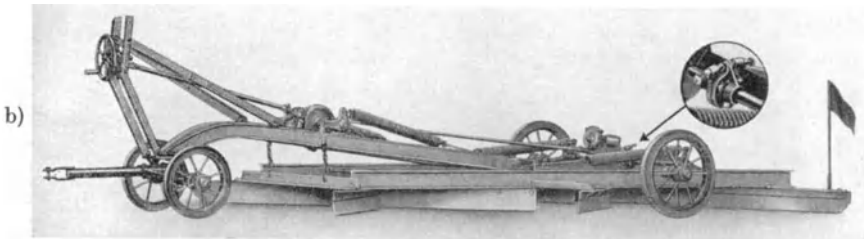
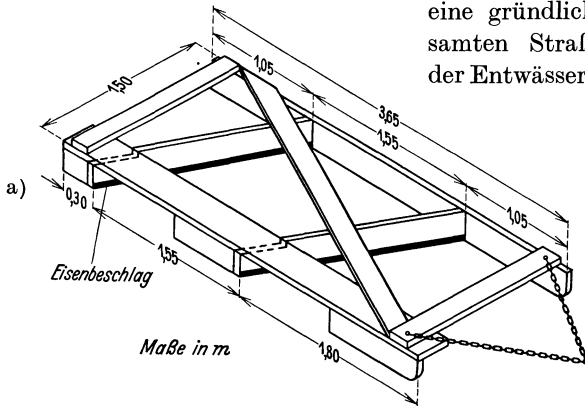


Abb. 62. Glätter besonderer Art (planer oder maintainer). a) Schema (Minnesota planer) [A 1], b) Maintainer der Firma J. D. Adams Comp., Indianapolis, Ind., von der Seite gesehen [D 2].

den ist, sich also leicht bearbeiten läßt. Die Abb. 63 zeigt eine Erdstraße aus Kansas bei guter Unterhaltung.

Die Kosten für die Unterhaltung sind wegen dieser umfangreichen Arbeiten hoch und örtlich sehr verschieden. Im Staate Washington betragen sie beispielsweise — einschließlich der Unterhaltung der Nebenanlagen und der Schneeabfuhr — im Durchschnitt im Jahre 1926 160 \$/Meile (410 RM/km) und im Jahre 1927 275 \$/Meile (710 RM/km). Für die eigentliche Unterhaltung der Fahrbahn wurden davon im Jahre 1926 rd. 106 \$/Meile (275 RM/km) und im Jahre 1927 rd. 136 \$/Meile (350 RM/km) aufgewendet [B 15].

Der größte Nachteil der natürlichen Erdstraßen und ebenso auch der künstlichen Erdstraßen ist ihr schon früher erwähntes Versagen während des Frühjahres infolge Verlustes ihrer sonst für schwachen Ver-

kehr ausreichenden inneren Festigkeit. Unter der Voraussetzung, daß keine schweren Lastkraftwagen oder sonstige schwere Fahrzeuge die Straße zerstören, kann ein täglicher Verkehr bis zu 100 Fahrzeugen bewältigt werden.

2. Einfache Decken mit Einbringung mineralischer Baustoffe.

α) Tonsandstraßen. Die Tonsandstraßen sind in erster Linie in den Südstaaten vertreten und übertreffen hier — bezogen auf das gesamte Landstraßennetz — alle anderen Arten der Befestigung weit in der Verbreitung. Von den Straßen mit künstlicher Decke — unverbesserte Erdstraßen also ausgenommen — waren z. B. Ende 1928¹ rd. 87,5% in Süd Karolina als Tonsandstraßen ausgebaut. In Georgia betrug der Anteil 73%, in Nord Karolina, wo die Tonsandstraßen mit etwa 20000 Meilen unter allen Staaten die größte Ausdehnung erreicht haben, 72%, in Alabama 47%.

In der Ausführung lassen sich drei Arten unterscheiden [A 38]. Die erste Bauweise besteht in der Aufbringung einer natürlichen

Tonsandmischung (topsoil) auf das Straßenplanum. Bei der zweiten Bauweise wird auf die Straße Sand oder Ton gebracht und mit dem vorhandenen

Boden vermischt, je nachdem dieser vorwiegend toniger oder sandiger Beschaffenheit ist. Bei der dritten Bauweise wird die Tonsanddecke in der Weise hergestellt, daß Ton und Sand für sich in wechselnden Lagen in die Straße eingebracht werden. Diese Lagen werden dann gründlich miteinander vermischt.

¹ Neuere Zahlen für das gesamte Landstraßennetz liegen nicht vor.

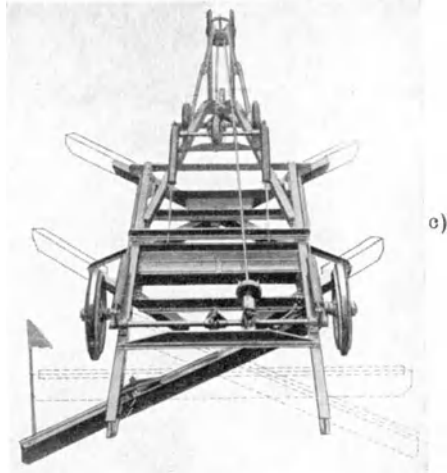


Abb. 62. c) Maintainer der Firma J. D. Adams Comp., Indianapolis, Ind., von oben gesehen (verschiedene Einstellmöglichkeiten punktiert angedeutet) [D 2].



Abb. 63. Erdstraße aus Kansas [A 45].

Die günstigste Tonsandmischung entspricht in ihrer Zusammensetzung der früher beschriebenen Bodengruppe A—1. Bereits 1917 sind von der Mehrzahl der Staatsstraßenbauämter einheitliche Mischungsverhältnisse für Tonsand empfohlen worden [A 35], welche — soweit dies geschehen ist — mit geringfügigen Änderungen auch heute noch den Specifications zugrunde liegen. In Georgia [B 21] muß z. B. bei dem Tonsand für die Klasse A¹ (harte Bodenklasse) der Gehalt an Ton (Mineral mit Körnung unter 0,02 mm)² 9 bis 18 Gew.-%, der Gehalt an Silt (Mineral mit Körnung von 0,02 bis 0,07 mm)² 5 bis 15 Gew.-%, der Gesamtgehalt an Sand (Mineral mit Körnung über 0,07 mm)² 65 bis 80% und der Sandgehalt, welcher auf dem Maschensieb 60 (Maschenweite 0,250 mm) zurückbleibt, 45 bis 60% betragen. Beim Tonsand für die Klasse B (mittlere Bodenklasse) und die Klasse C (weiche Bodenklasse) sinkt der Sandgehalt (Rückstand auf Maschensieb 60) bis auf 15 bis 30%, während der Tongehalt bis auf 15 bis 25% und der Siltgehalt bis auf 10 bis 20% ansteigt. Wichtig ist in der Tonsandmischung vor allem der Anteil an Sand mit einer Korngröße von mehr als 0,25 mm (Rückstand auf Maschensieb 60) — sog. körniges Mineral —, der im wesentlichen die Standfestigkeit und Tragfähigkeit der Decke bestimmt [C 85]. In den Bauvorschriften geht daher der Anteil dieses körnigen Minerals auch nicht unter 15% herunter. Für diesen Fall soll nach C. M. Strahan der höchste Gehalt an Ton 25% betragen. Im Einklange hierzu steht die Feststellung, daß Tonsanddecken bei einem Gehalt an körnigem Mineral von 15% und mehr einen wesentlich höheren Widerstand gegen Verschleiß aufweisen [C 85]. Größere Steine als solche mit einem Durchmesser von 25 bis 28 mm müssen aus der Mischung entfernt werden.

Zur Prüfung der gewählten Topsoil- oder der künstlichen Tonsandmischung werden Probekörper von zylindrischer Form (1 Zoll Durchmesser und 3 Zoll Länge) angefertigt, bei 100° C im Luftbad getrocknet und dann im Wasser von 21° C eingetaucht. Die Probe soll dann in wenigstens 2 Minuten, besser in 6 Minuten, nach dem natürlichen Böschungswinkel des Materials zerfallen [A 1].

Die vorhergenannten drei Ausführungsarten der Tonsanddecke können nach den Richtlinien des Bureau of Public Roads [E 4] eine verschiedene Ausgestaltung im Querschnitt erhalten. Wird dem vorhandenen Boden nur der fehlende Teil (Ton oder Sand) zugesetzt, so wird entweder

¹ Boden der Klassen B und C wird nur dann zum Bau zugelassen, wenn Boden der Klasse A aus wirtschaftlichen Gründen nicht beschafft werden kann.

² Das Bureau of Public Roads hat im Gegensatz hierzu folgende Begriffsbestimmungen eingeführt: Ton = Mineral mit Körnung unter 0,005 mm, Silt = Mineral mit Körnung von 0,005 bis 0,05 mm und Sand = Mineral mit Körnung über 0,05 mm [C 69].

das Planum horizontal angelegt und der Tonsand entsprechend dem Quergefälle in der Straßenmitte in stärkster Lage (etwa 20 bis 25 cm) aufgebracht, um bis zur Grabenkante auszulaufen (feather-edged section, Federquerschnitt, Abb. 64a). Oder es wird durch eine schwache Auskofferung über die gesamte Fahrbahnbreite für den Zusatzstoff der erforderliche Platz geschaffen (Abb. 64 b). Die letztgenannte Ausführung wird auch dort vorgenommen, wo Ton und Sand getrennt in einzelnen Lagen eingebracht und auf der Straße vermischt werden. Wird Tonsand in fertiger Mischung (als Topsoil oder ähnliche natürliche Mischung) auf das Planum aufgebracht, so erfolgt die Ausgestaltung des Querschnittes entweder nach dem Federquerschnitt oder es findet eine Auskofferung (von 25 bis 30 cm) in der Fahrbahnmitte statt (trench section,

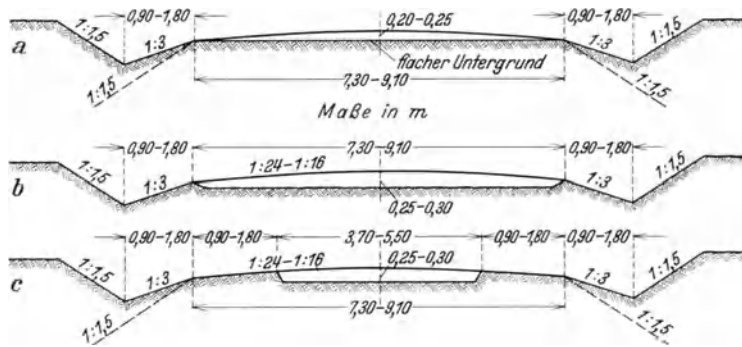


Abb. 64. Regelquerschnitte des Bureau of Public Roads für Tonsandstraßen (sand-clay road) [E 4]. a) Federquerschnitt (feather-edged section) für die Beimischung von Sand oder Ton oder für das Einbringen von Topsoilboden, b) für die Beimischung von Sand oder Ton oder für getrennten Einbau von Sand und Ton und Vermischen derselben (Querschnitt für die Mixed-Methode), c) Kofferquerschnitt (trench section) für das Einbringen von Topsoilboden. Vgl. Anm. 1 auf S. 72.

Kofferquerschnitt, Abb. 64c). Die Ausführung nach dem Kofferquerschnitt ist gegenüber derjenigen nach dem Federquerschnitt umständlicher und daher teurer und tritt infolgedessen an Bedeutung zurück. Ähnlich wie bei der natürlichen Erdstraße soll das Quergefälle nicht zu stark, aber auch nicht zu flach sein, es schwankt zwischen etwa 1:24 und 1:48.

Wichtig ist natürlich die sichere Abführung des Wassers, insbesondere auch des Sickerwassers. Zur Erreichung dieses Zieles werden beim Kofferquerschnitt offene Rillen, Rigolen oder Drainageleitungen in das Bankett eingelegt, die in die Straßengräben münden [A 64].

Bei der an erster Stelle genannten Bauweise des Einbaues einer natürlichen Tonsandmischung wird diese — in Georgia [B 21] — in einer Anzahl niedriger Längshaufen auf dem Straßenplanum gelagert, die dann mit der Planiermaschine gleichmäßig über die Oberfläche verteilt werden. Gleichzeitig wird auf das gewünschte Querprofil hingearbeitet. Im Anschluß hieran wird die Straßenoberfläche mit einer

Zahnegge (tooth harrow)¹ oder einer Scheibenegge (disc harrow, Abb. 65) oder auch den beiden genannten Maschinen zur Erzielung einer gleichmäßigen Mischung bearbeitet und schließlich mit der Planiermaschine genau profiliert. Während der Bauarbeiten wird der Verkehr durchweg nicht umgeleitet. Er hat vielmehr die Verdichtung der Decke zu übernehmen. Die Bearbeitung der Oberfläche mit der Planiermaschine oder



Abb. 65. Bearbeitung einer Tonsanddecke mit der Scheibenegge [C 179].

dem Glätter muß — insbesondere in der ersten Zeit und nach auftretenden Regen — mehrfach wiederholt werden, um entstandene Unebenheiten, Rillen usw. zu beseitigen. Diese Arbeit darf nur vorgenommen werden, wenn die Decke etwas feucht ist, um eine leichte Verdichtung durch den Verkehr zu ermöglichen.

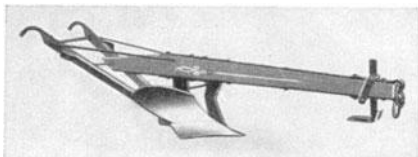


Abb. 66. Straßenpflug (plow) [D 2].

Bei der zweiten Bauweise (Zusatz von Sand oder Ton zum Boden) wird zunächst die alte Straßendecke mittels geeigneter Maschinen

, z. B. Pflüge (plow, Abb. 66), Zahneggen, Scheibeneggen, auf eine Tiefe von 10 bis 20 cm aufgebrochen und durchgearbeitet. Nunmehr wird der Zuschlag von Sand oder Ton in der gleichen Weise verteilt wie bei der ersten Bauweise. Die Vermischung erfolgt in feuchtem Zustande durch Pflügen und Eggen. Bei fehlender natürlicher Feuchtigkeit wird die Straße leicht mit Wasser besprengt. Nachdem eine gründliche Vermischung erreicht ist, wird die Oberfläche durch eine Planiermaschine profiliert und geebnet. Man begnügt sich auch damit, den Sand bzw. Ton in Lagen von etwa 3 bis 4 Zoll (7,6 bis 10,2 cm) Stärke aufzubringen und die Vermischung den Einflüssen von Verkehr und Witterung zu überlassen [A 1]. Bei sorgfältiger Wartung soll diese einfache Bauweise eine brauchbare Fahrbahndecke liefern.

¹ Vgl. Abb. 80a, S. 149.

Bei der dritten Bauweise werden Ton und Sand in abwechselnden Lagen auf die Straße gebracht. Die Verteilung und Vermischung sowie die Fertigstellung entsprechen der zweiten Bauweise.

Die durchschnittlichen Baukosten beliefen sich in Georgia — ohne Angabe der Bauweise — bei 26 Fuß (7,93 m) breiten und 7,5 Zoll (19 cm) starken Decken nach Angaben eines Berichtes aus dem Jahre 1929 auf etwa 1800 bis 2500 \$/Meile (4700 bis 6500 RM/km) [C 85].

Die Unterhaltung besteht in dauernder Profilierung und Ebnung der Straßenoberfläche mit Hilfe von Planiermaschinen und Glättern. Nach Erfordernis wird weiterer Boden eingebracht. In Georgia betragen nach Angaben eines Berichtes aus dem Jahre 1929 [C 85] die mittleren Kosten der Unterhaltung 170 \$/Meile (440 RM/km). Brown und Conner geben



Abb. 67. Tonsandstraße (Topsoilstraße) aus Nord Karolina [E 8].

die Unterhaltungskosten wesentlich höher, und zwar mit 300 bis 600 \$/Meile (775 bis 1550 RM/km) an [A 23].

Die Tonsandstraßen können einen mittleren täglichen Verkehr bis zu 600 Fahrzeugen aufnehmen. Bei einer derartigen Verkehrsbelastung beträgt die mittlere Lebensdauer 6 bis 8 Jahre. Der Verschleiß ist verhältnismäßig groß. Nach Untersuchungen im Staate Georgia beträgt er bei der genannten Belastung im Mittel 1 Zoll je Jahr [C 85].

Von der Kiesstraße abgesehen stellt die Tonsandstraße die hochwertigste künstliche Erdstraße dar, bei der eine weitere Verbesserung ohne Hinzufügung eines besonderen Bindemittels nicht mehr möglich ist. Sorgfältige Ausführung, vor allem eine gründliche und innige Vermischung vorausgesetzt, ist sie einem sehr viel stärkeren Verkehr gewachsen als die gewöhnliche unverbesserte Erdstraße. Nachteilig ist ihr Versagen bei ungünstiger Witterung, namentlich im Frühjahr. Die Abb. 67 zeigt eine Topsoilstraße aus Nord Karolina.

β) Kiesstraßen¹. Kiesstraßen sind in den Staaten, die zum Stromgebiet des Mississippi-Missouri gehören, und in einigen nordwestlichen Staaten vorherrschend. Sie sind am zahlreichsten im Staate Indiana mit etwa 45000 Meilen (Ende 1928), wo sie rd. 87% aller befestigten Landstraßen (unverbesserte Erdstraßen ausgenommen) ausmachten. Bezogen auf die Straßen mit künstlicher Decke war 1928² der Anteil dieser Straßenbefestigung mit rd. 97% in Louisiana am größten, der Anteil in Montana war 94,5%, in Mississippi 93,5%, in Jowa 88%, in Nebraska 87%, in Arkansas 84%, in Minnesota 78,5%, in Idaho 75,5%, in Michigan 74%, in Washington 73%, in Wisconsin 72% in Texas 68% [A 38].

Der Aufbau der Kiesdecke entspricht demjenigen der Tonsanddecke mit dem Unterschied, daß mehr gröberes Mineral zur Anwendung gelangt. Wie bei der Tonsandstraße wird die Korngröße der Deckschicht im allgemeinen auf 1 Zoll beschränkt. Körnung des Kieses und Menge sowie Eigenschaft der feinen Bestandteile haben einen wesentlichen Einfluß auf die Bewährung der Decke. In Michigan, wo sich gute Kiesstraßen befinden, müssen 100% des Kieses durch das 1-Zoll-Lochsieb, 50 bis 75% durch das ½-Zoll-Lochsieb hindurchgehen und 70 bis 80% auf dem Maschensieb 8 (Maschenweite 2,38 mm) zurückgehalten werden. Der Gehalt an Ton und Silt darf nicht mehr als 10% betragen [B 26]. In anderen Staaten steigt der zulässige Gehalt an feinen Bestandteilen bis auf 15%. Ein Gehalt über 20% wird aber als bedenklich angesehen.

Wie bei der Tonsandstraße werden auch bei der Kiesstraße Kofferquerschnitt (trench section, Abb. 68a) und Federquerschnitt (feathered section, Abb. 68b) unterschieden. Die Ausgestaltung nach dem Federquerschnitt ist auch hier, trotz der in Rücksicht auf den Kantenschutz erforderlichen größeren Breite, in der Herstellung einfacher und billiger als nach dem Kofferquerschnitt, sie wird infolgedessen auch hier bevorzugt. Beim Federquerschnitt beträgt die Deckenstärke in der Mitte etwa 5 bis 8 Zoll (12,7 bis 20,3 cm) je nach der Größe des Verkehrs,

¹ In Gegenden, wo Kies oder festes Naturgestein (rock) zu Kleinschlag nicht vorhanden ist, wird auch chert gravel (Kies, welcher vorwiegend aus Flint [Feuerstein usw.] besteht), shale (Schiefer-ton) und disintegrated granite (verwitterter Granit) zur mineralischen Verbesserung der Erddecke verwendet. Zum Bau von Grundsichten, aber auch von Deckschichten werden ferner in einigen Staaten — ebenfalls bei Fehlen von Kies oder Naturgestein — lime rock (Kalkstein), marl (Mergel) und caliche (natürliche Mischung aus gleichen Teilen Kalkstaub und Quarzsand, mit und ohne Kiesgehalt und einem Höchstgehalt an Ton von 10%) benutzt. Die Bauweisen mit den genannten Baustoffen weichen mehr oder weniger von den hier geschilderten Bauweisen der Tonsand- und Kiesstraße ab [A 23]. Novaculite ist eine besondere Kiesart aus dem Ozarkgebiet mit sehr guten Bindestoffen.

² Neuere Zahlen für das gesamte Landstraßennetz liegen nicht vor.

beim Kofferquerschnitt 6 bis 8 Zoll (15,2 bis 20,3 cm). Das Quergefälle ist bei beiden Ausführungen gleich und beträgt 1:16 bis 1:24.

Bei der Herstellung der Kiesdecke nach dem Kofferquerschnitt wird der Kies in einer, vorteilhaft aber in zwei oder mehreren Schichten eingebracht. Für die Grundschrift oder Grundschriften wird auch Kies größerer Körnung (bis zu 3 bis 4 Zoll Durchmesser) verwendet, ferner auch weicher Baustoff wie Kalkstein, Schlacke u. a. (Abb. 68c).

Die Herstellung der Kiesdecke nach dem Federquerschnitt erfolgt entweder in einem einmaligen Bauvorgang oder vorwiegend durch allmähliche, der Verdichtung durch den Verkehr entsprechende Einbringung der Deckenbaustoffe.

Bei der Herstellung nach dem Federquerschnitt in einem Bauvorgang werden die Baustoffe in Haufen auf der Fahrbahn ab-

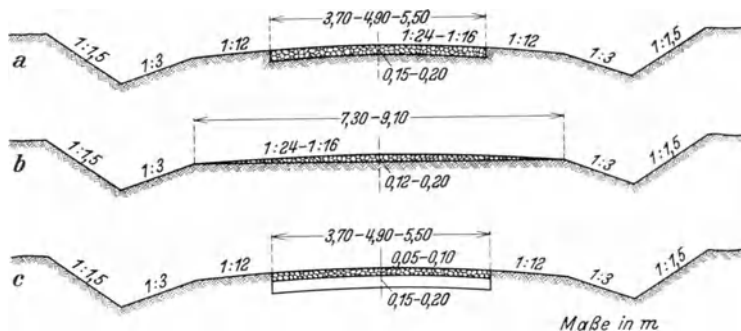


Abb. 68. Regelquerschnitte des Bureau of Public Roads für Kiesstraßen (gravel road) [E 4]. a) Kofferquerschnitt (trench section), b) Federquerschnitt (feather-edged section), c) Kofferquerschnitt mit Grundschrift aus Kalkstein, Schlacke usw. je nach örtlichem Vorkommen. Vgl. Anm. 1 auf S. 72.

geladen und von dort aus gleichmäßig über die Oberfläche verteilt (Abb. 69), oder es erfolgt die Aufbringung unmittelbar vom Lastwagen mit Hilfe eines angehängten Verteilers (spreader, Abb. 105, S. 169). Anschließend hieran wird die Decke mit der Egge, meist Zahnegge, zur Erzielung eines gleichmäßigen Deckengemisches und mit der Planiermaschine zur Herstellung des genauen Profiles bearbeitet, während gleichzeitig unter dem Einfluß des Verkehrs die Verdichtung beginnt.

Wird die Decke in einer Reihe aufeinanderfolgender Bauvorgänge hergestellt, so wird von den seitlich gelagerten Deckenbaustoffen durch die Planiermaschine nur immer so viel abgenommen und verteilt, als zur Bildung einer etwa 1 bis 2 Zoll starken Lage nötig ist. Nachdem diese durch den Verkehr verdichtet worden ist, folgen weitere Lagen in der gleichen Weise, bis die erforderliche Deckenstärke erreicht ist. Dieser Bauvorgang erfordert zwar mehr Zeit, ergibt aber besser verdichtete Decken von geringerem Fahrwiderstand.

Bei der Koffermethode wird die Auskofferung mit Hilfe der Planier-

maschine hergestellt. Die gewonnene Erde dient zur Ausgestaltung der Bankette. Die Einbringung der Deckenbaustoffe erfolgt hier meist in zwei Schichten. Beide Schichten werden in derselben, bereits mehrfach beschriebenen Weise hergestellt: Einbringen und Verteilen des Kiesel, Durcharbeitung der Baustoffe durch die Eggen, profilgerechte Fertigstellung durch Planiermaschinen, Verdichtung durch Verkehr oder durch Walzung. Die nur sehr selten erfolgende Walzung bewirkt keine völlige Verdichtung bei der gewöhnlichen Kiesdecke, beschleunigt sie vielmehr nur. Bis zur gänzlichen Verdichtung der Decke muß daher auch in diesem Falle die Straße mit Planiermaschine oder Glätter unterhalten werden.

Die Baukosten der Kiesstraßen betragen nach T. R. Agg für die Ausführung nach dem Federquerschnitt bei einer Breite von 24 Fuß (7,32 m)



Abb. 69. Herstellung einer Kiesdecke in Kansas [D 38].

etwa 1000 bis 4000 \$/Meile (2600 bis 10400 RM/km) und nach der Koffermethode bei einer Breite von 20 Fuß (6,09 m) etwa 2000 bis 7500 \$/Meile (5200 bis 19500 RM/km) [A 1].

Die Unterhaltung der Kiesstraßen erstreckt sich neben der Erhaltung des Straßenprofils, Unterhaltung der Bankette und Gräben usw. auf das Aufbringen neuer Baustoffe, da die Decken bei stärkerem Verkehr einen starken Verschleiß aufweisen ($\frac{3}{4}$ Zoll und mehr im Jahr). Es wird daher in der Regel ein großer Vorrat an Ergänzungsstoffen an den Straßenseiten gehalten.

Bei anhaltendem trockenem Wetter, also bei Verlust an Deckenfeuchtigkeit, entstehen bei Kies- und Kleinschlagdecken, auch bei Tonsanddecken, Wellen (rhythmic corrugation oder washboard), deren mittlere Länge von Wellenkamm zu Wellenkamm nach H. J. Dana rd. 50 bis 95 cm und deren mittlere Tiefe rd. 1 Zoll beträgt (Abb. 70) [C 176, C 177]. Diese senkrecht oder nahezu senkrecht zur Straßenachse gerichteten

Wellen treten nicht fortlaufend über große Längen auf, sondern bilden Gruppen mit Einzelwellen gleicher Ausgestaltung. Häufig gehen diese Gruppen ineinander über. Nach den Untersuchungen von H. J. Dana [C 176, C 177]¹ wird die Wellenbildung durch wechselnde dynamische Beanspruchung der Decke seitens der Kraftfahrzeuge und durch mangelnde bzw. fehlende innere Festigkeit der Decke verursacht. Diese wechselnde dynamische Beanspruchung kann durch kleine Hindernisse auf der Fahrbahnfläche oder andere Störungen eingeleitet werden. Die Wellenbildung wird mit zunehmender Geschwindigkeit der Fahrzeuge beschleunigt und kann durch Niederdruck-Luftbereifung und Schwingungsdämpfer in beträchtlichem Umfange verzögert, nicht aber ver-

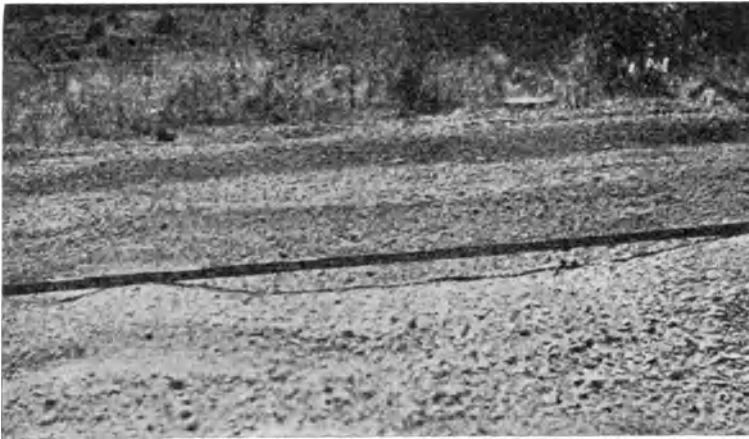


Abb. 70. Kiesdecke mit Wellen (washboard) [C 177].

hindert werden. Nach Feststellungen von anderer Seite scheint aber auch die Beschaffenheit der Baustoffe einen maßgebenden Einfluß auf die Wellenbildung auszuüben. Insbesondere verringert gebrochenes Mineral bei Kiesdecken, wohl infolge der größeren Schubfestigkeit der Decke, wesentlich die Neigung zur Wellenbildung. Durch bituminöse Oberflächenbehandlung kann jedoch die Wellenbildung nicht vermieden werden. Gegenwärtig wird eine ständige Unterhaltung mit schweren Planiermaschinen oder schweren Glättern als zweckmäßigstes Mittel zur Vermeidung einer Wellenbildung oder wenigstens zur Beschränkung der Wellenbildung angesehen. Die Unterhaltung mit den genannten Maschinen hat aber den Nachteil, daß sie — von der Staubentwicklung abgesehen — die für den Verkehr wünschenswerte

¹ Vgl. auch seinen dritten Bericht über „Rhythmic Corrugations in Highways“, Engineering Bulletin Nr. 36, Dezember 1930 der Engineering Experiment Station zu Pullman, Wash.

Verdichtung der Oberfläche unterbindet. Es entzieht sich der Kenntnis der Verfasser, ob sich Wellen gleicher oder ähnlicher Art — welche gelegentlich auch bei Bitumen-Makadam-Decken auftreten sollen — auf den Decken der Oberflächenvermischungen bilden.

Die Unterhaltungskosten beliefen sich — einschließlich Nebenanlagen und Schneeabseilung — bei Staatsstraßen in Illinois [B 5] im Jahre 1929 auf rd. 345 \$/Meile (895 RM/km), dagegen auf rd. 200 \$/Meile (520 RM/km) im Jahre 1931; sie betragen rd. 420 bis 425 \$/Meile (1090 bis 1100 RM/km) in den Jahren 1926 bis 1928 bei Staatsstraßen in Washington [B 15] und rd. 400 bis 430 \$/Meile (1035 bis 1115 RM/km) in den Jahren 1930 bis 1931 bei Staatsstraßen in Texas [B 13].

Bei guter Unterhaltung kann der mittlere Tagesverkehr auf Kiesstraßen¹ innerhalb wirtschaftlicher Grenzen bis zu 500 Fahrzeugen betragen, kann aber bei sehr sorgfältiger Ausführung und ständiger Unterhaltung bis zu 1000 Fahrzeugen ansteigen. Gegenüber den Tonsandstraßen besitzen die Kiesstraßen infolge höheren Gehaltes an größerem Mineral eine größere Widerstandsfähigkeit und Festigkeit, insbesondere bei feuchtem Wetter. Nachteile sind der hohe Verschleiß bei starker Verkehrsbelastung, die Wellenbildung, der große Reibungswiderstand und die dadurch bedingte starke Abnutzung der Bereifung.

γ) Kleinschlagstraßen. Die Kleinschlagstraßen (crushed-rock oder crushed-stone oder crushed-gravel road, auch traffic-bound crushed-stone bzw. gravel road, traffic-bound macadam road und dry-bonded broken-stone pavement genannt) sind nach dem Weltkrieg wohl zuerst in den westlichen Staaten im großen Umfange und später auch in zahlreichen östlichen Staaten (z. B. Illinois, Nord Karolina, Virginia) gebaut worden.

Die Kleinschlagstraße ähnelt in ihrem Aufbau und in ihrer Herstellung der Kiesstraße und unterscheidet sich von dieser durch den Baustoff, der aus gebrochenem Naturstein, gebrochener Schlacke oder gebrochenem Kies besteht. Hierbei sind vom Kies naturgemäß nur die größeren Stücke gebrochen, und zwar etwa 25 bis 30% der Gesamtmenge. Im Gegensatz zur wassergebundenen Schotterstraße erfolgt das Einbringen der gebrochenen Materialien mit Hilfe der Bau- und Unterhaltungsmaschinen der Erdstraßen und ihre Verdichtung zu einer festen Decke fast ausschließlich durch den Verkehr.

Die Kleinschlagstraße besteht im allgemeinen aus zwei Lagen (Abb. 71; hier ist nur die Gesamtstärke angegeben), für die entweder gebrochenes Mineral gleicher oder verschiedener Körnung benutzt wird. Das Mineral wird vorwiegend in der Form eines nach der Korngröße gut abgestuften Gemisches eingebracht, dessen größte Körnung bei etwa 1 bis 1½ Zoll liegt,

¹ Die Beschaffenheit einer Kiesdecke aus Kanada (Alberta) zeigt Abb. 56b, S. 110.

und dessen feinste Körnung aus Steinstaub bzw. Ton besteht. In Montana [B 27] müssen z. B. bei der Unterschicht 100% des gebrochenen Minerals durch das $1\frac{1}{4}$ -Zoll-Lochsieb hindurchgehen und 50 bis 75% auf dem $\frac{1}{4}$ -Zoll-Lochsieb zurückgehalten werden; bei der Deckschicht müssen 100% durch das $\frac{3}{4}$ -Zoll-Lochsieb, 65% durch das $\frac{1}{4}$ -Zoll-Lochsieb, 30 bis 55% durch das Maschensieb 10 (Maschenweite 2 mm) und

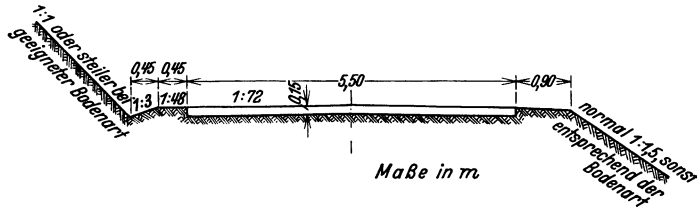


Abb. 71. Regelquerschnitt des Staates Nord Karolina für Kleinschlagstraßen (traffic-bound macadam road) von 5,50 m Fahrbahnbreite, 1931 [E 8]. (Die Sammlung zeichnerischer Richtlinien des Bureau of Public Roads enthält keine Zeichnung für Kleinschlagstraßen.)

5 bis 15% durch das Maschensieb 200 (Maschenweite 0,074 mm) hindurchgehen, wenn die Decke später auf dem Wege der Oberflächen- oder Maschinenvermischung eine bituminöse Behandlung erfahren soll. Ist dies nicht beabsichtigt, so müssen 100% durch das $\frac{3}{4}$ -Zoll-Lochsieb hindurchgehen und 50 bis 75% auf dem $\frac{1}{4}$ -Zoll-Lochsieb zurückgehalten werden. Der Tongehalt der Deckschicht darf in letzterem Falle nicht mehr als 15% betragen.



Abb. 72. Bearbeitung des Mineralgemisches einer Kleinschlagdecke mit der Planiermaschine [C 79].

Die Ausführung der Kleinschlagdecke [B 27] lehnt sich an die der Tonsand- und Kiesdecke an. Das Mineralgemisch der Unterschicht wird entweder längs der Straßenseiten oder in der Straßenmitte in Haufen abgesetzt und dann über das Planum verteilt, oder Heranschaffen und Ausbreiten geschieht durch die Verteiler¹ in einem Arbeitsgang. Anschließend daran wird das Gemisch mit Hilfe schwerer Planiermaschinen durchgearbeitet und zwar durch ständiges Hin- und Herfahren, bei welchem eine seitliche Anhäufelung in Längshaufen (windrow) und ein Wiederausbreiten des Minerals erfolgt. Im allgemeinen genügt eine zweimalige Bewegung des gesamten Mineral-

¹ Vgl. die Seite 169 und Abb. 105.

gemisches quer über die ganze Straße (Abb. 72). Bei trockenem Wetter wird auch gesprengt, sofern Wasser in der Nähe erhältlich ist. Die Verdichtung geschieht — wie bereits erwähnt — fast ausschließlich durch den Verkehr, der während des Einbaues nicht umgeleitet, sondern von Anfang an zur Verdichtung der Decke herangezogen wird. Ein Abwalzen, meist durch Walzen englischer Bauart von mindestens 10 am.t Gesamtgewicht, erfolgt im allgemeinen nur, wenn eine bessere oder auch schnellere Verdichtung der Decke gewünscht wird. Nach genügender Verdichtung der Unterschicht wird die Deckschicht in der gleichen Weise eingebaut.

In einem Bericht der Weststaaten von 1927 werden der Verbrauch an Mineral zu rd. 1200 bis 2500 cbyard/Meile (570 bis 1190 cbm/km),



Abb. 73. Kleinschlagstraße (Township-Straße) aus New Jersey [C 155].

die Kosten bei einer Breite von 18 Fuß (5,49 m) zu 4000 bis 6000 \$/Meile (rd. 10400 bis 15600 RM/km) angegeben [C 79]. Kleinschlagstraßen, die durch allmähliches Einbringen des Minerals erst im Laufe bis zu 3 Jahren ihre eigentliche Deckenstärke erreichen, kosteten in Illinois im Jahre 1931 rd. 2000 bis 3000 \$/Meile (5200 bis 7800 RM/km) im ersten und weitere rd. 1000 \$/Meile im zweiten Jahre. Für die folgenden Jahre betragen die jährlichen Unterhaltungskosten rd. 500 \$/Meile (1300 RM/km) [E 6].

Die Unterhaltung der Kleinschlagstraßen erfolgt durch Planiermaschinen oder Glätter oder auch durch beide. Seitens der amerikanischen Ingenieure wird großer Wert darauf gelegt, daß auf der Straßenoberfläche ständig zum Schutz der schon verfestigten Decke eine Lage losen, feinen Materials (mulch) von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke erhalten bleibt (Abb. 73). Das feine Mineral muß ständig auf der Oberfläche bewegt und verteilt werden, um die Bildung von Vertiefungen und Wellen auf

ein Mindestmaß zu beschränken. Wird der Mischung für die oberste Decklage ein tonhaltiger Binder zugesetzt, so ist die Erhaltung einer losen Schicht feinen Minerals nicht nötig. In diesem Falle beschränkt sich die Unterhaltung auf ein- bis zweimaliges Aufkratzen der Oberfläche und ein Neuverteilen der gelösten Stoffe.

Nach dem vorher erwähnten Bericht betragen die durchschnittlichen jährlichen Unterhaltungskosten für eine Reihe von Kleinschlagstraßen in den Staaten Oregon und Kalifornien bei einem Verkehr bis zu 500 Fahrzeugen am Tag rd. 350 bis 450 \$/Meile (910 bis 1170 RM/km).

Bei mittelmäßigen Baustoffen und fehlendem tonigen Bindemittel wird die zulässige Verkehrsbelastung zu 200 bis 300 Fahrzeugen im Tag angegeben. Unter günstigen klimatischen Verhältnissen oder bei sehr guten Baustoffen kann die Decke sogar einen Verkehr bis zu 500 Fahrzeugen einwandfrei aufnehmen.

Der Deckenverschleiß ist selbst bei geringem Verkehr sehr hoch. Nach Ermittlungen ist in den Staaten Wyoming und Kolorado [C 79] bei einem Verkehr von 200 bis 300 Fahrzeugen im Tag ein jährlicher Verschleiß von 1 Zoll, im Staate Wisconsin bei einem Verkehr von 500 Fahrzeugen im Tag ein solcher bis zu 1½ Zoll festgestellt worden. Der Wert des verlorenen Deckenbaustoffes wird für eine Straße von 18 Fuß (5,49 m) Breite bei einem jährlichen Verlust von 1 Zoll zu 800 bis 1200 \$/Meile (2070 bis 3100 RM/km) angegeben. Dieser Betrag übersteigt also die eigentlichen Unterhaltungskosten beträchtlich. Nach Angabe amerikanischer Ingenieure muß man selbst bei sehr guten Baustoffen und nicht sehr regnerischem Klima mit Verschleißkosten von wenigstens der Höhe der Unterhaltungskosten rechnen.

Abgesehen von der Behinderung und Beeinträchtigung des Verkehrs durch bedeutende Staubentwicklung sind nachteilig die hohe Reifenabnutzung und der hohe Reibungswiderstand. Über den Reifenverbrauch auf Kleinschlagdecken sind von der Engineering Experiment Station an der Universität des Staates Washington Untersuchungen angestellt worden. Untersuchungen über den Brennstoffverbrauch auf Kleinschlagdecken liegen bisher nicht vor, dagegen über diejenigen auf festen Decken, Kies- und Erdstraßen. Über die Ergebnisse dieser Untersuchungen siehe Kapitel III C b).

δ) Wassergebundene Schotterstraßen. Im Gegensatz zu Europa hat in den V.St.A. die wassergebundene Schotterstraße nur eine geringe Verbreitung gefunden, auch nicht in den höher entwickelten Nordoststaaten mit gutem und reichlichem Steinvorkommen. Diese Tatsache erklärt sich aus der Entwicklung des Straßenbaus. Ehe die von Europa übernommene wassergebundene Schotterdecke in größerem Umfange verwendet werden konnte, wurde der Ausbau der Wege zu Straßen durch das Aufkommen der Eisenbahn unterbrochen. Die Straßen blieben in der

Folgezeit fast ausschließlich als Erdstraßen bestehen. Die neue Epoche des Straßenbaus, welche durch das Fahrrad eingeleitet, durch den Kraftwagen aber machtvoll vorangetrieben wurde, ließ gleichfalls die wassergebundene Schotterstraße so gut wie unberücksichtigt, sogar für Straßen mit mittlerem und leichtem Verkehr. Für diese wurden die Erdstraßen unter Beibehaltung der einfachen Bau- und Unterhaltungsmaschinen zu Kleinschlagstraßen, zu den Oberflächenvermischungen und anderen einfachen Decken weiter entwickelt, die bei dem fast ausschließlich aus leichten Fahrzeugen bestehenden Verkehr für zweckmäßiger gehalten werden als die unbehandelte oder behandelte wassergebundene Schotterstraße.

Während in vielen westlichen Staaten (z. B. Arizona, Kolorado, Nevada, Utah) die wassergebundene Schotterstraße nahezu nicht vorhanden ist, betrug ihr Anteil an den befestigten Straßen (ohne unverbesserte Erdstraßen) im Jahre 1928 einschließlich Oberflächenbehandlung nur rd. 9,4% bei den Staatsstraßen und im Jahr 1929 nur rd. 3,6% bei den Straßen des Federal-aid-Netzes. In den Oststaaten war allerdings zur gleichen Zeit, im Jahre 1928¹, der Anteil der wassergebundenen Schotterstraße an allen befestigten Straßen wesentlich höher, er betrug rd. 16% in Ohio, 29,5% in New York, 34,5% in Tennessee, 46% in Florida und sogar 57% in Kentucky² [A 38].

Die amerikanische wassergebundene Schotterstraße weist gegenüber der europäischen einige Unterschiede auf. Zunächst wird neben dem sogenannten Trapgestein (dunkle Abarten des Gabbro, Diabas, Basalt usw.) für die Herstellung des Schotters in stark überwiegender Maße Kalkstein (lime stone) verwendet. Kalkstein liefert unter dem Einfluß des Verkehrs ausreichend und schnell Steinstaub von gutem Bindevermögen, der nach amerikanischer Auffassung für einen festen Zusammenhalt in der Decke erforderlich ist. Im Gegensatz zur deutschen Ausführung besteht weiter die wassergebundene Schotterstraße in den V.St.A. in der Regel aus 2 Lagen Schotter, der Deckschicht (surface course oder top course) von etwa 2½ bis 4 Zoll Stärke und der Unterschicht (base course oder bottom course) von etwa 5 bis 6 Zoll (Abb. 74a). Bei ungünstigem Untergrund wird noch eine besondere Grundsicht (subbase oder foundation course) hinzugefügt, die aus Kies, Feldsteinen (field stone), Bruchsteinen (quarry stone), Telford³

¹ Neuere Zahlen für das gesamte Landstraßennetz liegen nicht vor.

² Bezeichnend ist aber, daß z. B. die Specifications des Staates New York von 1932 im Gegensatz zu denen von 1928 die wassergebundene Schotterdecke als Verschleißschicht nicht mehr aufführen, und daß in diesem Staate der Anteil dieser Decke — unbehandelt und behandelt — bei sämtlichen Staatsstraßen von 14,3% (1988 Meilen) Ende 1928 auf 9,7% (1165 Meilen) Ende 1932 gesunken ist.

³ Telford war ein englischer Ingenieur (1757 bis 1834), der nach Mac Adam

usw. besteht. Feld- und Bruchsteine werden von Hand vielfach ohne besonderes Einbausystem eingebracht, während Telford der europäischen Packlage entspricht mit dem Unterschied, daß die Steine im allgemeinen größer sind. Lediglich dort, wo sich genügend Steine in der Nähe befinden, wie z. B. im Staate New York, in Form alter steinerner Einfriedigungen, besteht die wassergebundene Schotterstraße aus einer Schotterlage und der Packlage (Abb. 74b) [E 3].

Die Korngröße des Schotters und Splittes ist nach den staatlichen Bauvorschriften für die wassergebundene Schotterstraße im Bereich der Union nicht einheitlich. Es wird auch ferner für Deckschicht und Unterschicht — vom Splitt abgesehen — teils gleiche, teils verschiedene Körnung verwendet. Für Illinois z. B., wo für Deck- und Unterschicht gleiche Körnung angewandt wird, sollen 100 % durch das 3-Zoll-

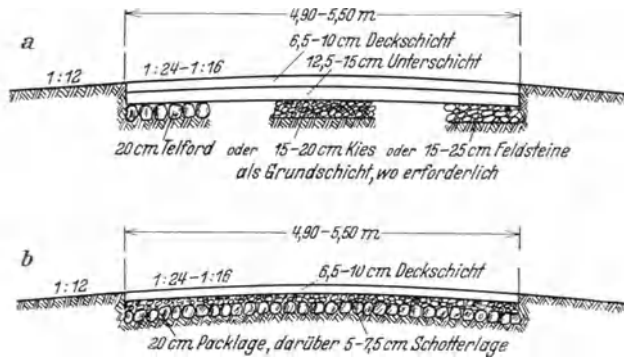


Abb. 74. Regelquerschnitt des Bureau of Public Roads für wassergebundene Schotterstraßen (water-bound macadam road) [E 4]. a) mit zwei Schotterlagen, b) mit Packlage. Vgl. Anm. 1 auf S. 72.

Maschensieb, 0 bis 10 % durch das 1½-Zoll-Maschensieb hindurchgehen; ferner sollen 100 % des Splittes durch das ¾-Zoll-Maschensieb, 30 bis 70 % durch das Maschensieb 10 (Maschenweite 2 mm) und 0 bis 15 % durch das Maschensieb 100 (Maschenweite 0,149 mm) fallen [B 22]. An dieser Stelle sei erwähnt, daß die A.S.T.M. bereits im Jahre 1920/23 eine bis heute noch bestehende vorläufige Norm (A.S.T.M. D 63—23 T) für gebrochene Natursteine und gebrochene Schlacke für Straßenbauzwecke, also für alle Deckenbauweisen, aufgestellt hat [A 10]. Diese Norm beruht auf der Bemessung der Korngröße mit Hilfe von Lochsieben (screen) und läßt das später aufgekommene Maschensieb (sieve) außer acht. In Rücksicht auf die seit den letzten Jahren angewandten Mischungen aus grobem und feinem Mineral und die hieraus sich ergebende Notwendigkeit eines einheitlichen Meßverfahrens für die Korn-

(1756 bis 1836) von der Makadamstraße wieder zur Schotterstraße mit Packlage (sog. Grundbau) übergang.

durchmesser wird aber diese vorläufige Norm wohl kaum die Grundlage für eine endgültige Normung abgeben. Bemerkenswert ist aber ein von A. T. Goldbeck von der National Crushed Stone Association gemachter Vorschlag, welcher unter Beibehaltung beider Siebarten die Lochsieböffnung auf eine äquivalente Maschensieböffnung umrechnet [C 167 a].

Deck- wie Unterschicht werden in gleicher Weise hergestellt wie bei uns. Bemerkenswert ist, daß der Schotter neuerdings häufig mit Hilfe von Verteilern unmittelbar auf das Planum gebracht wird. Um ein Ausweichen des Schotters beim Walzen nach der Seite zu vermeiden, werden z. B. in Tennessee [B 31] Schalbohlen eingebaut. Nach der endgültigen Fertigwalzung werden diese wieder entfernt und die Hohlräume mit Erde gut ausgestampft. Es werden ausschließlich Dreiradwalzen mit einem Mindestgewicht von im allgemeinen etwa 10 am.t benutzt. Das Quergefälle der fertigen Schotterstraße beträgt 1:16 bis 1:24.

Die Baukosten der wassergebundenen Schotterstraße betragen bei einer Breite von 20 Fuß etwa 6000 bis 15000 \$/Meile (15500 bis 38800 RM/km). Für Illinois wurden die mittleren Baukosten im Jahre 1931 zu 12000 \$/Meile (31100 RM/km) angegeben [E 6]. Die Kosten sind also wesentlich höher als bei Kies- und Kleinschlagstraßen.

Die wassergebundene Schotterstraße wird in gleicher Weise unterhalten wie bei uns. Die durchschnittlichen jährlichen Unterhaltungskosten schwanken zwischen 300 bis 600 \$/Meile (775 bis 1550 RM/km), sie betragen im Staate Illinois einschließlich Nebenanlagen und Schnee-beseitigung im Jahre 1929 490 \$/Meile (1270 RM/km) und rd. 375 \$/Meile (970 RM/km) im Jahre 1931 [B 5].

Aus den vorliegenden Berichten ist zu entnehmen, daß die wassergebundene Schotterstraße in den V.St.A. mehr und mehr zurückgeht. Während noch im Jahre 1914 rd. 25% aller befestigten Landstraßen eine wassergebundene Schotterdecke hatten, sank der Anteil auf rd. 15% im Jahre 1922, rd. 13% im Jahre 1925 und rd. 10% im Jahre 1928 [A 38]. Bemerkenswert ist auch, daß beim Federal-aid-Straßennetz der Anteil der mit Bitumen behandelten wassergebundenen Schotterstraßen an allen wassergebundenen Schotterstraßen mit rd. $\frac{1}{4}$ in den Jahren 1929 bis 1931 relativ gleich geblieben ist, aber bei einem Rückgang in der Gesamtlänge von rd. 640 Meilen auf rd. 625 Meilen [A 24g—h]. In vielen Staaten ist die wassergebundene Schotterstraße durch die bereits genannte Kleinschlagdecke ersetzt worden. Abgesehen von dem Vorzug geringerer Kosten, einfacheren Baues und einfacherer Unterhaltung kann die Kleinschlagdecke durch Hinzufügung bituminöser Bindemittel, z. B. auf dem Wege der Oberflächenvermischung, auch noch leichter für die Ansprüche größeren Verkehrs umgebaut werden.

b) Einfache Decken mit bituminösen Bindemitteln.

In den letzten zehn Jahren bestand die eigentliche und wesentlichste Arbeit des Straßenbaus in den V.St.A. in der Schaffung hochwertig befestigter (high-type paved) Staatsstraßen. Ihre Durchbildung, Ausführung und Unterhaltung haben in dieser Zeit einen hohen Grad technischer Vollkommenheit erreicht, eine Entwicklung, die in starkem Maße dem Bureau of Public Roads zu verdanken ist. Die beträchtliche Steigerung der Einkünfte aus den Brennstoffsteuern und Fahrzeuggebühren und deren vorzugsweise Verwendung für die Staatsstraßen gaben die wirtschaftliche Grundlage für die erzielten Leistungen. Wenn auch der Ausbau der Hauptstraßen noch nicht als beendet angesehen werden kann, so scheint sein Höhepunkt jedoch ganz oder nahezu erreicht zu sein.

Demgegenüber wird seit einigen Jahren in wachsendem Maße ein Umbau und Ausbau der Nebenstraßen¹ (secondary road) gefordert [C 33]. Diese machten im Jahre 1928 rd. 90% des gesamten Landstraßennetzes aus und sind — bis auf wenige Ausnahmen — unverbesserte oder durch Einbau von Mineral verbesserte Erdstraßen ohne jeden Unterbau in europäischem Sinne. Eine Verdichtung hat in der Mehrzahl der Fälle lediglich durch den Verkehr stattgefunden. Infolgedessen sind Reifenverschleiß und Brennstoffverbrauch recht hoch (vgl. Kapitel III C b). Da die Nebenstraßen lediglich die Bedeutung von Zubringerstraßen haben und ein täglicher Verkehr über 800 Fahrzeuge nur selten zu erwarten steht, beschränkt sich der Umbau auf die Herstellung einer einfachen und billigen bituminierten Deckschicht von 5 bis 7,5 cm Stärke unter Fortlassung eines besonderen Unterbaus, aber unter ausschließlicher oder weitgehender Verwendung des Minerals aus der alten Fahrbahnfläche. Die Kosten derartiger Decken sollen gering sein, man bezeichnet sie aus diesem Grunde mit „low-cost bituminous roads“. Amerikanische Ingenieure geben als obere Grenze der Kosten 10000 \$/Meile (26000 RM/km) an. Dem verstärkten Umbau der Nebenstraßen entspricht eine höhere Zuweisung von Mitteln aus den Brennstoffsteuern und Fahrzeuggebühren für lokale Straßenbauzwecke [C 33].

Die zahlreichen, mehr oder weniger voneinander abweichenden Bauweisen sowie die verschiedenen zur Anwendung kommenden Bitumina, für deren Zusammensetzung und Prüfung erst Ansätze zu einer Vereinheitlichung im gesamten Gebiete der V.St.A. vorliegen [C 76], erschweren den Überblick sehr. Das Erscheinen des Werkes von V. J. Brown und C. N. Conner über „Low-Cost Roads and Bridges“ anfangs 1933 kommt daher einem bestehenden Bedürfnis entgegen. In Anlehnung an die Angaben dieses Buches [A 23] lassen sich drei grundsätzlich verschiedene Verfahren unterscheiden, die im folgenden mit

¹ Gesamtnetz am 1. I. 1931: 2636405 Meilen, vgl. S. 41.

Oberflächenbehandlung, Oberflächenvermischung und Maschinenvermischung bezeichnet werden sollen.

Die Oberflächenbehandlung (bituminous surface treatment) besteht in einem ein- oder mehrmaligen Besprengen der Straßenoberfläche mit Bitumen und durchweg nachfolgender Abdeckung mit Mineral und in meist abschließender Walzung. Das Ergebnis ist eine dünne bituminöse Decke von 12,5 bis 25 mm Stärke.

Die Oberflächenvermischung (bituminous road mix, bituminous road mixing oder mixed-in-place treatment) besteht gleichfalls in einem mehrmaligen Besprengen der Straßenoberfläche mit Bitumen, dem jedoch jeweils, und zwar in der Straßenoberfläche, eine Vermischung mit dem vorhandenen oder neu eingebrachten Mineral mit Hilfe besonderer maschineller Einrichtungen folgt. Zum Schluß wird die Decke profilgerecht abgeglichen und häufig abgewalzt. Das Ergebnis ist eine bituminöse Decke von 25 bis 100 mm Stärke.

Die Maschinenvermischung (bituminous plant mix) setzt im Gegensatz zu dem vorher gekennzeichneten Verfahren eine Vermischung des an Ort und Stelle vorhandenen Bodens — mit oder ohne Zusatz neuen Minerals — mit Bitumen in besonderen Mischmaschinen vor dem Einbringen auf die Straße voraus. Der Einbau des Mischgutes geschieht in kaltem (auch angewärmtem) oder heißem Zustande und in einer oder zwei Lagen, die nach profilgerechter Abgleichung meist abgewalzt werden. Man erhält auf diese Weise bituminöse Decken bis zu 125 mm Stärke.

Die genannten einfachen Decken mit bituminösem Bindemittel haben in den V.St.A. in den letzten Jahren weite Verbreitung gefunden, selbst auf den Hauptstraßen. Bei den Federal-aid-Straßen z. B. wuchs die Gesamtlänge der Straßen mit Oberflächenbehandlung von 1021 Meilen im Jahre 1929 auf 1273 Meilen im Jahre 1931, diejenige der Straßen mit Oberflächen- und Maschinenvermischung von 294 Meilen im Jahre 1929 auf 1574 Meilen im Jahre 1931. Das ausgebaute Netz der Federal-aid-Straßen hat sich in der gleichen Zeit¹ von 77655 Meilen auf 88713 Meilen vergrößert [A 24g—h]. Bei den Staatsstraßen belief sich im Kalenderjahr 1932 der Zuwachs² an Decken mit Oberflächenbehandlung auf 4726 Meilen (29054 Meilen gegen 24328 Meilen) und an solchen mit Oberflächen- und Maschinenvermischung auf 14553 Meilen (35658 Meilen gegen 21105 Meilen). In der gleichen Zeitspanne stieg die Gesamtlänge der Staatsstraßen von 347867 Meilen auf 372661 Meilen, der Anteil der in Rede stehenden leichten bituminösen Decken belief sich daher am 1. Jan. 1933 auf rd. 17 % [C 7, C 12].

Bezeichnend ist das in vorstehendem belegte stärkere Vordringen der Decken, bei denen Bitumen nicht nur oberflächlich aufgesprengt ist,

¹ Vom 1. VII. 1929 zum 1. VII. 1931.

² Also für die Zeit vom 1. I. 1933.

sondern eine innigere Verbindung des Bitumens mit dem Mineral durch Vermischung erreicht wurde. Der Löwenanteil bei der letzteren fällt zweifellos der Oberflächenvermischung zu, da die Maschinenvermischung erst eben aufgekomen ist. Die offenbar günstigere Beurteilung der Mischverfahren — wenn man von der Oberflächenvermischung mit Straßenöl in den Weststaaten absieht¹ — hat ihren Grund nicht nur in der größeren Widerstandsfähigkeit der Decke gegenüber dem Verkehr, sondern auch in der weitgehenden Gleichmäßigkeit der Oberfläche, weil die Anwendung von Arbeitsgeräten mit großer Arbeitsfläche (Glätter besonderer Art) die Wellenbildung vermeidet. Dieser Erkenntnis entspricht es, wenn neuerdings auch die billige Oberflächenbehandlung durch Bearbeitung mit gleichen oder ähnlichen Arbeitsgeräten verbessert wird. Es entsteht so eine Abart der Oberflächenbehandlung, die sich schon der Oberflächenvermischung etwas nähert [C 37, C 137].

Eine Trennung der bituminösen Behandlung einfacher Decken in solche mit Asphalten, Teeren und Emulsionen besteht nach den vorliegenden Bauvorschriften (specifications) und Berichten in den V.St.A. nicht. Soweit die staatlichen Bauvorschriften derartige Verfahren enthalten, führen sie fast ausschließlich als Bitumen Asphalte und Teere gleichzeitig an. Abgesehen von der Art des Bauverfahrens werden aber — unter völliger Gleichstellung von Asphalt und Teer — im großen und ganzen Bitumina verschiedenen Aufbaus verwendet, je nachdem sie für die erstmalige Behandlung, die Hauptbehandlung oder die Nachbehandlung Verwendung finden. Emulsionen sind im Gegensatz zu Europa erst seit einigen wenigen Jahren in Anwendung gekommen und haben bisher kaum oder nur in geringem Umfang Eingang in die Bauvorschriften gefunden. Bemerkenswert gegenüber Deutschland ist die umfangreiche Verwendung kaltflüssiger Bitumina, die infolge hohen Gehaltes an leichten und mittleren Ölen sehr dünnflüssig sind. Nach Angaben des Vizepräsidenten der Barrett Company New York Wittenberg waren — wohl 1932 — rd. 80 % der verkauften Teermenge kaltflüssiger Teer [F 49], nach Prevost Hubbard ist der Verbrauch allein an kaltflüssigem Cut-back Asphalt² von rd. 120000 t im Jahre 1929 auf rd. 400000 t im Jahre 1931 gestiegen [C 119]. Diese starke Verwendung dünnflüssiger Bitumina in den V.St.A. findet darin ihre Begründung, daß die einfachen Decken oft eine beträchtliche Menge feinsten Minerals (Durchgang durch das Maschensieb Nr. 200, Maschenweite 0,074 mm) aufweisen, das nach Hubbard von viskosen (zähflüssigen) Stoffen nur schwer durchtränkt wird. Infolgedessen wird für die erstmalige Behandlung derartiger Decken Bitumen geringer Viskosität gewählt, welches schnell und vollständig von der Decke aufgenommen wird. Durch Verdunstung der Leichtöle wird das Bitumen

¹ Vgl. die Ausführungen auf S. 146ff.

² Definition siehe S. 140.

zäher, verfestigt die Decke und macht sie wasserundurchlässig. Auf die erstmalige Tränkung folgen Behandlungen mit Bitumen von vielfach höherer Viskosität, das von vornherein auch bei Decken aus größerem Mineral sowie bei Maschinenvermischungen als zweckmäßig angesehen wird.

Die folgenden Beschreibungen der einzelnen Verfahren stützen sich größtenteils auf das erwähnte neue Werk von Brown und Conner. Bemerkenswert und vielleicht bedeutungsvoll sind die Untersuchungen des Bureau of Public Roads, welche die Eignung einzelner Boden-
gruppen für die einfachen Behandlungen mit Bitumen zum Gegenstand haben. Auf diese sei daher besonders eingegangen.

1. Oberflächenbehandlungen. Die Oberflächenbehandlung wird in den V.St.A. — von der Ölung unverbesserter Erdstraßen abgesehen — für die einzelnen einfachen Decken: unverbesserte und verbesserte Erdstraßen sowie wassergebundene Schotterstraßen nach gleichem Verfahren ausgeführt. Die Ölung unverbesserter Erdstraßen unterscheidet sich von der üblichen dadurch, daß im allgemeinen keine Abdeckung mit besonderem Mineral erfolgt und eine Walzung unterbleibt.

Ein grundsätzlicher Unterschied in der Durchführung der Oberflächenbehandlung für einfache Decken besteht jedoch bei Straßen mit gut verdichteter Oberfläche einerseits und Straßen mit wenig verdichteter Oberfläche andererseits. Bei Straßen mit gut verdichteter Oberfläche wird ebenso wie bei uns durch gründliches Abfegen des vorhandenen losen Minerals ein festes mineralisches Traggerüst für die nachfolgende bituminöse Behandlung freigelegt. Bei Straßen mit wenig verdichteter Oberfläche erfolgt dagegen eine erste bituminöse Behandlung zu dem Zweck, eine Verfestigung der losen Oberfläche und die Bildung einer guten Haftfläche für die folgende weitere bituminöse Behandlung herbeizuführen.

α) Behandlung unverbesserter Erdstraßen mit Öl. Oberflächenbehandlungen mit Straßenöl (road oil), welches aus einheimischem Erdöl gewonnen ist, werden seit längerer Zeit auf unverbesserten Erdstraßen in größerem Umfange in solchen Staaten vorgenommen, in denen es preiswert zu haben ist, wie in Kalifornien, Missouri und Illinois. Nach Brown und Conner sind drei Verfahren zu unterscheiden, je nachdem, ob es sich um vorwiegend sandige Erddecken, wie in Kalifornien, oder um vorwiegend tonhaltige oder silthaltige Erddecken, wie in Missouri und Illinois, handelt.

Das in Kalifornien in größerem Ausmaße durchgeführte Verfahren (in der Fresno-County allein auf mehr als 2000 Meilen) besteht zunächst in einer Profilierung der Oberfläche, bei welcher eine Schicht der alten Decke von etwa 25 mm seitlich in Längsreihen aufgehäufelt wird [C 79]. Es folgen die Aufbringung des Straßenöls in einer Menge von

0,75 gal/qyard (3,4 l/qm) und alsdann Abdeckung mit dem beiseite gesetzten Boden durch die Planiermaschine. Sobald der Verkehr die Decke zu zerstören beginnt, wird sie bis zu einer Tiefe von 50 bis 75 mm aufgerissen und dann in der eben geschilderten Weise erneut bearbeitet. Im folgenden Jahr wiederholt sich der gleiche Vorgang, bis nach 4- bis 5maliger Behandlung die Decke eine genügende Widerstandsfähigkeit besitzt. Die weitere Unterhaltung besteht in einer Nachbehandlung alle 2 bis 3 Jahre. Die Bewährung dieser Decken, von denen einige einen täglichen Verkehr bis zu 2000 Fahrzeugen tragen, ist wohl auf das trockene und warme Klima sowie die sandige Beschaffenheit des Bodens zurückzuführen. Gegenüber dieser Bauweise, die eine Vereinigung von Penetrations- und Vermischungsverfahren darstellt, ist die Behandlung sandiger Erdstraßen mittels der Oberflächenvermischung mit etwa gleichen Ölmengen in Kalifornien nur in geringem Ausmaße erfolgt.

Auf die in Missouri angewandte Bauweise, welche derjenigen in Illinois ähnelt, sei im folgenden näher eingegangen, da dort genaue Untersuchungen über das Verhalten mit Öl behandelter Erdstraßen angestellt sind [C 84, C 133], welche die praktische Bedeutung und den Wert der Ölbehandlung bei sachgemäßer Ausführung dartun. Die Decken lagen in der Mehrzahl unter einem Verkehr von weniger als 800 Fahrzeugen im Tag und bestanden vorwiegend aus Böden der Gruppe A—4 mit einem Gehalt an Silt¹ von 50 bis 80% und an Ton¹ von 10 bis 25%, ferner der Gruppe A—6 mit einem Gehalt an Silt¹ von 40 bis 60% und an Ton¹ von 25 bis 40%. Der Sandgehalt¹ der genannten Bodengruppen schwankte zwischen 10 und 35%, Korngrößen über 2 mm waren praktisch nicht vorhanden.

Für die Ölung wurde in Missouri der Rückstand aus der Cracking Destillation — einer Destillation unter hoher Temperatur, gewöhnlich unter erhöhtem Druck und häufig unter Mitwirkung von Dampf — verwendet (Zusammenstellung 12).

Der Ölung ging eine Vorbereitung der Erddecke voraus. Diese bestand in einer gründlichen Bearbeitung der Oberfläche mittels Planiermaschine und Glätter zur Beseitigung des Staubs, der Krusten und Vertiefungen sowie zur Herstellung einer ebenen und gleichmäßigen Oberfläche. Anschließend wurde das Straßenöl mit einer Temperatur von 49 bis 93° C, vorwiegend von 60° C, mit dem Drucksprengwagen aufgebracht, und zwar bei der ersten Behandlung in einer Menge von 0,5 gal/qyard (2,3 l/qm). Eine zweite Behandlung mit der halben Menge Öl folgte, sobald dasjenige der ersten Behandlung genügend eingezogen

¹ Ton = Mineral mit Körnung unter 0,005 mm,
 Silt = Mineral mit Körnung von 0,005 bis 0,05 mm,
 Sand = Mineral mit Körnung von 0,05 bis 2,0 mm.

Zusammenstellung 12. Straßenöl für Oberflächenbehandlungen nach den Bauvorschriften des Staates Missouri¹ [C 84].

Eigenschaften	Bewertungszahlen
Spezifisches Gewicht bei 15° C nicht weniger als . . .	1,00
Spezifische Viskosität (Engler) ² bei 60° C in Englergraden	10—20 (neuerdings 16)
Flammpunkt nicht weniger als	90° C
Verlust bei 163° C (50 g, 5 Std.) nicht mehr als	6 % (neuerdings 10 %)
Gehalt an Bitumen (löslich in CS ₂) nicht weniger als .	99,5 %
Rückstand mit einer Penetration 100° (100 g, 5 sec, 25° C)	50—65 % der Einwaage (neuerdings 55—70 %)
Duktilität des Rückstandes nicht weniger als (Der Rückstand, den eine Penetration von 90—100° haben soll, wird durch Verdampfung von 50 g Öl von 250° C auf 260° C gewonnen.)	50 cm

war. Einige Decken erhielten noch eine dritte Behandlung mit einer Ölmenge von 0,25 gal/qyard (1,1 l/qm). In wenigen Fällen wurde Flußsand in einer dünnen Lage über die Oberfläche verteilt. Die mit Öl getränkte Schicht hatte eine mittlere Stärke von 10 bis 22 mm.

Eine geölte Erdstraße soll im allgemeinen nicht mit der Planiermaschine oder dem Glätter unterhalten werden. Hat sich das Quergefälle der Straße verschlechtert und ist die Straßendecke für den Verkehr ungeeignet geworden, so wird sie mit einer Scheibenegge aufgerissen und mit einem Glätter in der Abart des Maintainers geebnet. An diese Vorbehandlung schließt sich eine neue Ölung in einer Menge von 1 gal/qyard (4,5 l/qm) in der vorher beschriebenen Weise an.

Nach den Ergebnissen aus Missouri ist erste Voraussetzung für eine Bewährung der mit Öl behandelten Decken eine gesicherte Entwässerung durch ausreichendes Quergefälle und Seitengräben. Die Straßendecke muß zum Gelingen der Ölung normale Feuchtigkeit haben, welche die Poren ausfüllt, den Eintritt des Öles in diese erleichtert und somit eine gleichmäßige Durchdringung der Decke ermöglicht. Verlieren z. B. tonige Böden ihre normale Feuchtigkeit, so entstehen durch die Volumenveränderung Risse, in welche das Öl eindringt, um dort in konzentrierter Form zu verbleiben oder in die feuchteren und hierdurch zugänglicheren Unterschichten einzudringen. Silthaltige oder sandige Böden, die mit Abnahme ihrer Feuchtigkeit geringere Volumenveränderungen zeigen, lassen infolgedessen eine gleichmäßige Eindringung des Öls in die Decke zu. Voraussetzung ist aber, daß das lose,

¹ Angegeben sind die Bewertungszahlen für Straßenöl B, das vorwiegend für die Ölung angewendet wird.

² Vgl. S. 159.

feine Mineral gründlich durchtränkt und an den Boden gebunden wird, da sonst Abblätterungen unvermeidlich sind. Die Bedeutung der normalen Bodenfeuchtigkeit für die Ölung zeigt die Tatsache, daß in Missouri diejenigen Decken die besten Ergebnisse brachten, bei denen Glättung und Ölung der Oberfläche am gleichen Tage erfolgten, eine Austrocknung der geglätteten Oberfläche vor der Ölung daher nicht eintreten konnte.

Nach den amerikanischen Untersuchungen ist die Art des Öls nicht von ausschlaggebender Bedeutung. Immerhin ist der Einfluß von Ölen mit duktilem, kohäsivem Rückstand (Basis) auf Böden geringer Kohäsion (z. B. der Gruppe A—4) wirksamer. Kohäsive Böden (z. B. der Gruppe A—6) bedürfen derartiger Öle nicht.

Zum Vergleich sind in Missouri auch Straßen mittels Oberflächenvermischung geölt worden. Es ergab sich, daß die höheren Kosten infolge größeren Ölverbrauchs und umfangreicherer Bearbeitung sich durch Erzielung einer festeren Decke rechtfertigten.

Die Kosten für die Behandlung von Erdstraßen mit Öl beliefen sich im Jahre 1930 in Illinois [C 144] — für Missouri liegen Angaben nicht vor — bei einem mittleren Ölpreis von 4,3 cts/gal (4,8 Pf./l), einem Ölverbrauch von 6000 bis 8000 gal/Meile (rd. 14000 bis 19000 l/km) und einer Fahrbahnbreite von 16 bis 20 Fuß (4,9 bis 6,1 m) auf 300 bis 425 \$/Meile (780 bis 1105 RM/km).

β) Behandlung einfacher Decken mit Öl oder Bitumen. Die Oberflächenbehandlung der einfachen Decken geschieht in den V.St.A. mit Hilfe von Öl und Bitumen. Die Ölbehandlung der einfachen Decken, insbesondere der Kies- und Kleinschlagdecken, ähnelt — bis auf die stets erfolgende Abdeckung mit dem in der Straße vorhandenen oder mit neuem Mineral und bis auf die verschiedentlich vorgenommene Walzung — der Ölung unverbesserter Erdstraßen und soll an dieser Stelle nicht näher beschrieben werden. Die Oberflächenbehandlung der einfachen Decken mit Bitumen geschieht zwei- bis dreimalig, während eine einmalige Oberflächenbehandlung vorwiegend nur als Oberflächenabschluß für gut verdichtete, wassergebundene Schotterdecken und für hohlraumhaltige Bitumendecken benutzt wird. Die folgenden Ausführungen sollen sich auf die mehrmalige Oberflächenbehandlung mit Bitumen beschränken, wobei jeder einzelnen Behandlung eine besondere Aufgabe zufällt.

Bei den gut verfestigten Decken, deren Verdichtung im allgemeinen durch den Verkehr und ausnahmsweise durch Walzung erfolgt, ist die erste Maßnahme bei der Oberflächenbehandlung eine gründliche Beseitigung des Staubes und Schmutzes. Diese geschieht durch Kehrwalzen (rotary broom) und Gebläse (blower), die zweckmäßig an Zugmaschinen (Abb. 75) oder an Lastkraftwagen angebracht werden.

Die beseitigten Stoffe werden entlang den Straßenseiten abgelagert und verhindern das seitliche Abfließen des aufgetragenen Bitumens. Die nunmehr folgende erste Aufbringung des Bitumens wird entweder unter Sperrung des Verkehrs ganzseitig oder unter Aufrechterhaltung des Verkehrs jeweils halbseitig durchgeführt.

Die Aufgabe der ersten Behandlung besteht darin, das Bitumen in die Decke möglichst tief eindringen zu lassen, dieselbe im oberen Teil zu verfestigen und wasserundurchlässig zu machen, auch für die folgende zweite Behandlung eine gute Haftfläche zu schaffen. Als Bitumen wird für die erste Behandlung oft Kaltteer (Zusammenstellung 13) gewählt, wenn auch mit Kaltasphalten — Cut-back-Asphalten¹ —



Abb. 75. Zugmaschine mit Kehrwalzen (rotary broom) und Gebläse (blower) zur Beseitigung aller losen Bestandteile auf der Straßendecke [E 8].

d. h. halbfesten und festen Asphalten, die durch Beimischung von Petroleumölen dünnflüssig gemacht werden, günstige Ergebnisse erzielt

Zusammenstellung 13. Kaltteer für Oberflächenbehandlungen nach den Bauvorschriften des Staates Nord Karolina² [B 29].

Eigenschaften	Bewertungszahlen
Spezifisches Gewicht bei 25° C	min. 1,090 g/ccm
Spezifische Viskosität (Engler) bei 40° C in Englergraden	8—13
Erweichungspunkt des Rückstandes (Ring- u. Kugelprobe)	max. 65° C
Bitumengehalt (löslich in CS ₂)	90—100 %
Wassergehalt.	max. 2 %
Destillat bis 170° C	5 Gew.-%
Destillat bis 300° C	40 Gew.-%

¹ Vgl. auch S. 158, über Eigenschaften, Herstellung usw. siehe [C 119].

² Angegeben sind die Bewertungszahlen für den Kaltteer TC—1, der vorwiegend für die erste Behandlung angewendet wurde. Offene und lose Decken wurden mit Kaltteer TC—2 mit einer spezifischen Viskosität von 13 bis 18 Englergrad und Kaltteer TC—3 mit einer spezifischen Viskosität von 18 bis 25 Englergrad — mit im übrigen gleichen Bewertungszahlen — behandelt [C 100]. Nach den Bauvorschriften vom Juli 1932 ist dagegen für die erste Behandlung allgemein der Kaltteer TC—2 vorgeschrieben [B 29].

worden sind (Zusammenstellung 14). Emulsionen sind für diese Zwecke bisher kaum nennenswert zur Anwendung gekommen.

Zusammenstellung 14. Cut-back-Asphalt für Oberflächenbehandlungen nach den Bauvorschriften des Staates Nord Karolina¹ [B 29].

Eigenschaften	Bewertungszahlen
Spezifisches Gewicht bei 25° C	min. 0,90 g/ccm
Erweichungspunkt des Rückstandes ² (Ring- und Kugelprobe)	46,1—51,7° C
Bitumengehalt (löslich in CS ₂)	min. 99,5 %
Destillat bis 220° C	5—20 Vol.-%
Destillat bis 360° C	35—50 Vol.-%
Spezifische Viskosität (Furol) bei 25° C.	50—80 sec
Penetration des Rückstandes bei 25° C (100 g, 5 sec)	max. 250 ⁰

Für das Aufbringen des Bitumens bedient man sich der Drucksprengwagen. Die Menge an Bitumen beträgt 0,2 bis 0,5 gal/qyard (0,9 bis 2,3 l/qm). Die untere Zahl gilt für dichte, die obere für lockere Böden. Um das gesamte Bitumen für die Durchtränkung der Decke dienstbar zu machen, wird von einer Abdeckung Abstand genommen. Sie erfolgt nur dann und auch nur in geringem Umfange (10 bis 15 pounds/qyard = 5,4 bis 8,1 kg/qm), wenn die Straße alsbald für den Verkehr freigegeben werden muß. Die zweite Behandlung folgt der ersten nach mehreren Stunden, aber auch erst nach mehreren Wochen (z. B. bei Kalksteinstraßen), im allgemeinen nach 2 bis 3 Tagen, um ein

Zusammenstellung 15. Heißteer für Oberflächenbehandlungen nach den Bauvorschriften des Staates Nord Karolina³ [B 29].

Eigenschaften	Bewertungszahlen
Spezifisches Gewicht bei 25° C des Gesamtdestillates bis 300° C	min. 1,03 g/ccm
Erweichungspunkt des Rückstandes (Ring- u. Kugelprobe)	max. 65° C
Bitumengehalt (löslich in CS ₂)	80—100 %
Schwimmprobe des Rückstandes bei 32° C ⁴	60—150 sec
Wassergehalt	0 %
Destillat bis 170° C	max. 1 Gew.-%
Destillat bis 235° C	max. 10 Gew.-%
Destillat bis 270° C	max. 15 Gew.-%
Destillat bis 300° C	max. 25 Gew.-%

¹ Angegeben sind die Bewertungszahlen für den Cut-back-Asphalt AC—1.

² Rückstand (base) sind die halbfesten oder festen Asphalte, die mit Petroleumölen den Cut-back-Asphalt ergeben.

³ Angegeben sind die Bewertungszahlen für den Heißteer TH—1, der vorwiegend für die zweite Behandlung angewendet wird.

⁴ Nach A. S. T. M. D 139—27 [A 9]. Prüfgeräte: Wasserbad, welches auf der Prüftemperatur gehalten wird; Schwimmschale mit eingeschraubtem Nippel, der die Bitumenprobe enthält. Prüfungsvorgang: die Schwimmschale wird in das Wasserbad eingesetzt und dann die Zeit in Sekunden gemessen, die vom Eintauchen der Schale bis zum Durchdringen des Wassers durch die Bitumenprobe verstreicht.

genügendes Eindringen des Bitumens der ersten Behandlung zu ermöglichen.

Das Bitumen für die zweite Behandlung hat zusammen mit dem eingebrachten Mineral einen dünnen, aber dichten Teppich zu bilden, der an der Oberfläche der ersten Behandlung fest anhaftet. Für die zweite Behandlung werden häufig heißer Teer (Zusammenstellung 15) oder heißer Asphalt (Zusammenstellung 16) gewählt, aber auch Kalt-

Zusammenstellung 16.

Heißer Asphalt (Erdölaspfalt) für Oberflächenbehandlung nach den Bauvorschriften des Staates Nord Karolina¹ [B 29].

Eigenschaften	Bewertungszahlen
Spezifisches Gewicht bei 15° C	1,00—1,05 g/cem
Flammpunkt (Cleveland open cup Probe) ²	min. 232,2° C
Penetration bei 25° C (100 g, 5 sec)	180—200°
Duktilität bei 25° C	100 cm
Verlust beim Erhitzen (50 g, 5 Std. bei 163° C)	max. 1%
Penetration des Rückstandes bei 25° C (100 g, 5 sec)	130°
Bitumengehalt (löslich in CS ₂)	min. 99,5%



Abb. 76. Drucksprengwagen (pressure distributor) bei der Arbeit [E 8].

teere, Kaltasphalte und Emulsionen. In Nord Karolina wird der Teer heiß, und zwar mit einer Temperatur von 75 bis 105° C, der Asphalt mit einer Temperatur von 90 bis 175° C aufgespritzt (Abb. 76). Die Menge an Bitumen liegt im allgemeinen zwischen 0,4 bis 0,5 gal/qyard (1,8 bis 2,3 l/qm) beim heißen und 0,25 bis 0,35 gal/qyard (1,1 bis 1,6 l/qm) beim kalten Verfahren.

¹ Angegeben sind die Bewertungszahlen für den Erdölaspfalt AH—1.

² Probe für Bindemittel mit einem Flammpunkt über 80° C, A.S.T.M. D 92—24 [A 9].

Der Aufbringung des Bitumens folgt bei der zweiten Behandlung sofort die Abdeckung mit Mineral, neuerdings häufig mittels der Verteiler (siehe Abb. 105). Die Menge des Minerals hängt außer von seiner Beschaffenheit auch von Art und Menge des Bitumens ab. Beim heißen Verfahren und Verwendung von gebrochenem Material (Splitt aus Naturstein oder Schlacke) beträgt die Menge des letzteren 35 bis 50 pounds/qyard (19 bis 27 kg/qm), bei dem kalten Verfahren und Verwendung von Sand genügen 15 bis 30 pounds/qyard (8 bis 16 kg/qm). Ungebrochener Kies ist wenig geeignet. Die Körnung bewegt sich in gleichmäßigen Abstufungen zwischen $\frac{3}{8}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll (9,5 bis 19 mm).



Abb. 77. Glätter mit großer Arbeitsfläche (long base drag) bei der Arbeit [C 137].

Die bereits erwähnte und neuerdings als besonders wichtig eingeschätzte Gleichmäßigkeit und die Vermeidung der Wellenbildung wird bei



Abb. 78. Glätter mit Drahtbesen (wire-broom drag) bei der Arbeit [E 8].

kalten Verfahren durch die Anwendung von Glättern mit großen Arbeitsflächen (Abb. 77) und bei heißen Verfahren durch Glätter mit Drahtbesen (wire-broom drag, Abb. 78) erreicht [C 137]. Als dann wird mit Walzen von 5 bis 10 am. t Gewicht abgewalzt, was bei dem kalten Verfahren und Abdeckung mit feinem Mineral auch unterbleiben kann.

Häufig schließt sich an die zweite Behandlung noch eine dritte (seal coat) an, und zwar entweder alsbald oder jedenfalls noch in derselben Jahreszeit. Für diese kann Bitumen größerer Viskosität verwendet werden. Die Menge des Bitumens beläuft sich auf 0,25 bis 0,33 gal/qyard (1,1 bis 1,5 l/qm). Die Abdeckung und Fertigstellung der Decke entspricht der zweiten Behandlung mit der Maßgabe, daß Menge und Körnung des Minerals kleiner gewählt werden.

Die Baukosten belaufen sich bei der zweimaligen Behandlung auf 1500 bis 2500 \$/Meile (3900 bis 6500 RM/km). Für eine dritte Behandlung kommen 500 bis 1000 \$/Meile (1300 bis 2600 RM/km) hinzu [A 23].

Die Unterhaltung besteht im Ausflicken von Fehlstellen, in der Nachbehandlung größerer schadhafter Flächen und in regelmäßig wiederholten Behandlungen der gesamten Fahrbahnfläche (retreatment) nach 1 bis 3 Jahren. Im Laufe der Zeit entsteht so ein Bitumentepich von $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke und mehr. Die jährlichen Kosten der Unterhaltung werden bei einer Verteilung über 5 bis 6 Jahre mit 100 bis 300 \$/Meile (260 bis 780 RM/km) angegeben [A 23].

Durch die Oberflächenbehandlung steigt die Leistungsfähigkeit der einfachen Decken erheblich, sie vermögen einen Verkehr bis zu 800 und 1000 Fahrzeugen im Tag aufzunehmen.

Bei den wenig verfestigten Decken erfolgt die erste Behandlung mit Kaltteer oder Kaltasphalt — entsprechend der ersten Behandlung bei gut verfestigten Decken — in einer Menge von 0,3 bis 0,5 gal/qyard (1,4 bis 2,3 l/qm). Nach dem Aufbringen des kalten Bitumens wird die Oberfläche mit Glättern bearbeitet, feines Mineral in einer Menge von 10 bis 15 pounds/qyard ($5\frac{1}{2}$ bis 8 kg/qm) gleichmäßig ausgebreitet und nunmehr erneut gleiches Bitumen in einer Menge von 0,2 bis 0,3 gal/qyard (0,9 bis 1,4 l/qm) aufgespritzt. Nach genügender Eindringung des Bitumens wird — ohne Sperrung des Verkehrs — die Oberfläche wiederum mit Glättern von großer Arbeitsfläche gründlich bearbeitet und das endgültige Querprofil der Straße hergestellt. Nach frühestens 2 Tagen folgt die dritte Behandlung (seal coat), welche nach Bitumenart, Bitumenmenge und Bauweise der zweiten Behandlung bei gut verfestigten Decken entspricht.

Nach zahlreichen Berichten haben sich die beiden geschilderten, dem mehrfach erwähnten Werke von Brown und Conner entnommenen Bauweisen, zu denen u. a. auch die „Armor Coat“-Behandlung mit Öl in Kalifornien und die „Multiple Lift“-Behandlung mit Öl in Oregon zu rechnen sind [C 81], in den V.St.A. gut bewährt. Die Griffigkeit der Decken und die niedrigen Bau- und Unterhaltungskosten werden besonders hervorgehoben.

Bemerkenswert sind die Ergebnisse der Oberflächenbehandlung von Tonsand-, Topsoil- und Kiesdecken in Nord Karolina, über welche ein

gemeinsamer Bericht des Bureau of Public Roads und der Teerindustrie nähere Einzelheiten und Angaben über die Bewährung des angewandten Verfahrens bei den verschiedenen Bodengruppen bringt [C 100]. Die dort in großem Ausmaße ausgeführte Bauweise, die auf langjähriger Erfahrung beruht, benutzt für die erste Behandlung Kaltteer (Zusammenstellung 13) in einer Menge von im allgemeinen 0,33 gal/qyard (1,5 l/qm) und für die zweite Behandlung Heißteer (Zusammenstellung 15) in gleicher Menge. Heißteer wird für die zweite Behandlung wegen seiner größeren Viskosität dem Kaltteer vorgezogen, da er weniger in die vorbehandelte Decke eindringt, vielmehr an der Oberfläche mit dem Mineral eine feste Schicht bildet. Nach 3 bis 12 Monaten wird im allgemeinen noch eine dritte Behandlung mit nicht zu dünnflüssigem Kaltteer und einer Menge von im allgemeinen 0,3 gal/qyard (1,4 l/qm) vorgenommen.

Die Baukosten belaufen sich für eine zweimalige Behandlung bei einer Deckenbreite von 18 Fuß (5,5 m) auf 1500 bis 2700 \$/Meile (3900 bis 7000 RM/km). An Unterhaltungskosten ist mit 200 bis 300 \$/Meile (520 bis 780 RM/km) zu rechnen.

Bei den behandelten und untersuchten Straßendecken herrschten die Böden der Klasse A—2 und A—3 vor. Der Erfolg der Behandlung war im allgemeinen zufriedenstellend oder gut. Der am häufigsten beobachtete Mangel bestand in auftretenden Rissen, die sich aber nur über kleine Flächen erstreckten und auf Böden beschränkten, die tonige Bindemittel (unter 0,005 mm \varnothing) von hoher plastischer Eigenschaft und in einer Menge über 20 % (bezogen auf den Durchgang durch das Maschensieb Nr. 40, Maschenweite 0,42 mm) enthielten. Schlechte Entwässerungsverhältnisse der Decke und des Untergrundes, z. B. in Küstengebieten, haben anscheinend die Rissebildung begünstigt. Der Bericht zieht aus den gemachten Beobachtungen die Schlußfolgerung, daß Menge und Eigenschaft des mineralischen Bindemittels die Eignung von Erdstraßen für die Oberflächenbehandlung stark beeinflussen und daß dies insbesondere für tonige Bindemittel gilt. Die Voraussetzung für den Erfolg der Bitumenbehandlung — auch nach anderen Untersuchungen [C 74, C 90] — ist die Verwendung einer geringeren Menge des tonigen Bindemittels, als für eine unbehandelte Erdstraße zur Erzielung eines festen Zusammenhaltes wünschenswert und nötig ist. Denn durch den Bitumenabschluß an der Oberfläche wird die Verdunstung des kapillargebundenen Wassers und damit die Austrocknung der Unterschicht verhindert, sodaß diese plastisch bleibt und unter dem Verkehr nachgibt. Demgemäß sind Böden der Klasse A—1 und A—3 für die Oberflächenbehandlung mit Bitumen gut geeignet, auch weniger plastische Böden der Klasse A—2, dagegen die plastischen Böden der letzteren Klasse nicht, es sei denn, daß der Untergrund sehr trocken ist.

2. Oberflächenvermischungen. Bei den Oberflächenvermischungen werden nach der Korngröße des Minerals drei Arten unterschieden: die feinkörnige (fine-aggregate type), die gemischtkörnige (graded-aggregate type) und die grobkörnige (coarse-aggregate type, auch macadam-aggregate type genannt) Bauweise.

Bei der feinkörnigen Bauweise ist das Mineral nach oben mit 6 mm \varnothing begrenzt und besteht vorwiegend aus feinem und feinstem Sand von vielfach minderer Güte (z. B. Flugsand). Das Mineral wird aus der alten Straßendecke oder aus nächster Nähe der Baustelle gewonnen. Diese Bauweise befindet sich noch in der Entwicklung und scheint bisher in stärkerem Maße nur in Florida zur Anwendung gekommen zu sein.

Bei der gemischtkörnigen Bauweise ist das Mineral möglichst gleichmäßig von rd. 25 mm Körnung bis zur Staubform abgestuft. Das Mineral wird entweder aus der alten Straßendecke genommen oder ganz oder teilweise neu eingebracht. In großem Umfange ist diese Bauweise in den Weststaaten unter Verwendung von Straßenöl, ferner im Südwesten sowie im Gebiete des Mississippi und Ohio zur Anwendung gekommen. Auch das in Minnesota für Kiesstraßen entwickelte und weitverbreitete Ablöschverfahren (blotter treatment) ist zu dieser Bauweise zu rechnen [A 23, C 182, C 185]. Bei diesem Ablöschverfahren wird zunächst eine dünne lose Oberschicht in der Mitte der Straße — bei halbseitiger Ausführung — aufgehäufelt und später nach zweimaliger Aufsprengung von Bitumen (im allgemeinen von warmem Teer bei sandigem und von Straßenöl bei tonigem bzw. lehmigem Untergrund) wieder als Löschschicht (blotter coat) ausgebreitet. Die endgültige Fertigstellung geschieht alsdann mit Hilfe von Glättern, die mehrere Tage lang die Oberschicht durchmischen und gleichzeitig eibnenen.

Bei der grobkörnigen Bauweise hat das Mineral eine Körnung von 6 bis 38 mm — Feinkorn fehlt — und besteht aus gebrochenem Kies, gebrochenem Naturstein oder gebrochener Schlacke. Es wird neu eingebracht. Diese Bauweise wird vielfach als Retread-Verfahren bezeichnet und ist in größerem Umfange in den östlichen Staaten: Illinois, Indiana, Pennsylvanien, Kentucky, Tennessee usw. ausgeführt.

Im folgenden sollen nun — unter Anlehnung an die staatlichen Bauvorschriften — von den genannten Arten die gemischtkörnige Bauweise der Weststaaten und das Retread-Verfahren der Oststaaten näher beschrieben werden.

Die gemischtkörnige Bauweise geht auf die Jahre 1923 bis 1926 zurück [C 79] und ist vorwiegend bei Kleinschlagstraßen zur Anwendung gekommen. Das Mineral wird, wie bereits bei der allgemeinen Beschreibung erwähnt, bei genügender Stärke der Decke aus dieser durch Aufreißen gewonnen, andernfalls ganz oder teilweise neu eingebracht. Es

ist sehr feinkörnig und enthält zwischen 5 und 15 % Durchgang durch das Maschensieb Nr. 200 (Maschenweite 0,074 mm). Im übrigen ist in den einzelnen Staaten die Kornabstufung genau vorgeschrieben. Als Beispiel diene die Kornzusammensetzung in Arizona [B 16].

Durchgang durch das 1''-Lochsieb	100 %
Durchgang durch das ¼''-Lochsieb	50 bis 85 %
Durchgang durch das Maschensieb Nr. 10 (Maschenweite 2,0 mm)	30 bis 65 %
Durchgang durch das Maschensieb Nr. 200 (Maschenweite 0,074 mm)	5 bis 15 %

Als Bitumen wird fast ausschließlich Straßenöl verwendet, das in der Hauptsache aus Kalifornien und Wyoming stammt. Verschiedene Weststaaten haben 1930 einheitliche Vorschriften für diese Straßenöle aufgestellt (Zusammenstellung 17). Die Bevorzugung des Straßenöles

Zusammenstellung 17. Straßenöl für Oberflächenvermischungen nach den Bauvorschriften des Staates Montana¹ [B 27].

Eigenschaften	Bewertungszahlen
Spezifische Viskosität (Saybolt-Furol) ² bei 50° C	200—300 sec
Flammpunkt (Cleveland Open Cup)	min. 107,2° C
Bitumengehalt (löslich in CS ₂)	min. 99 %
Bitumengehalt (löslich in CCl ₄)	min. 99,65 %
Asphaltischer Rückstand mit Penetration 80 ⁰	min. 65 %
Wasser- und Sedimentgehalt	max. 2 %

in den Weststaaten ist wohl durch das trockene Klima bedingt, denn bei ungünstigeren klimatischen Verhältnissen sind Cut-back-Asphalte der spezifischen Viskosität (nach Engler bei 50° C) von 70 bis 80 Englergraden oder Emulsionen als Bindemittel mit besserem Erfolg zur Anwendung gekommen, ebenso auf Straßenabschnitten mit schwerem Verkehr.

Die Bestimmung der Menge des Bitumens geschieht nach verschiedenen Verfahren. In Arizona, Montana u. a. ist die Schlag- und Abklatschprüfung (pat test) in Übung. Bei dieser [B 16] wird eine Probe von 1 am. Pfund der fertigen Mischung nach Entfernung der gröberen Bestandteile mit Hilfe des Maschinensiebes Nr. 10 (Maschenweite 2 mm) während 1 Std. im Wasserbad auf 100° C erwärmt und sodann gleichmäßig in 25 mm Stärke auf ein Blatt weißes Papier ausgebreitet. Danach wird ein zweites Blatt weißes Papier darüber gedeckt und auf dieses ein Holzstück von 50 mm Stärke gelegt. Mit einem 2 am. Pfund schweren Hammer werden nunmehr 5 Schläge aus 30 cm Höhe auf das Holzstück ausgeführt. Die auf den weißen Blättern entstandenen Flecke bilden den Maßstab für die Güte der Mischung (Abb. 79a und b). Diese ist gut, wenn auf dem Papier schwache gelblichbraune Flecken

¹ Das Straßenöl entspricht dem Grade 2 der im Februar 1930 in Portland, Oregon, auf einer Konferenz der Highway Officials mehrerer Weststaaten aufgestellten Specifications [C 81].

² Vgl. S. 159.

zurückbleiben, bei denen die Eindrücke der einzelnen Mineralteilchen noch voneinander unterschieden werden können und nicht verwischt sind oder zusammenlaufen. In Kansas [B 23] u. a. wird die erforderliche Bitumenmenge auf Grund einer Formel errechnet, welche den Umfang der mineralischen Oberfläche berücksichtigt:

$$P = 0,02 A + 0,07 B + 0,15 C + 0,20 D.$$

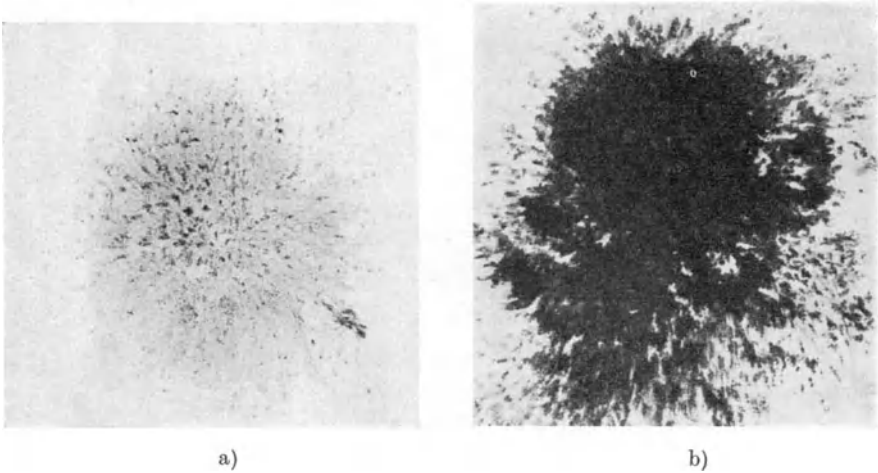


Abb. 79. Bestimmung der erforderlichen Bitumenmenge für Oberflächenvermischungen durch die Schlag- und Abklatschprobe (pat test) [C 79]. a) richtiger Bitumenzusatz, b) übermäßige Bitumenmenge.

Es bedeutet in Gewichtsprozenten:

P = Bitumenmenge,

A = Mineralmenge, zurückgehalten auf dem Maschensieb Nr. 48¹,

B = Mineralmenge zwischen den Durchgängen der Maschensiebe Nr. 48 und 100 (Maschenweite 0,149 mm),

C = Mineralmenge zwischen den Durchgängen der Maschensiebe Nr. 100 und 200 (Maschenweite 0,074 mm),

D = Mineralmenge, durchlaufend durch das Maschensieb Nr. 200.

Neben diesen Verfahren bestehen noch einige weitere, von denen als drittes lediglich die Schwellprobe (swell test) des Bureau of Public Roads genannt sei [A 23].

Die Ausführung bei der gemischtkörnigen Bauweise beginnt [A 23, B 16, B 27] — bei genügender Stärke der vorhandenen Decke — mit einem Auflockern derselben durch Aufreißer oder Planiermaschinen, die gleichzeitig eine profilgerechte Oberfläche erzeugen. Muß neues

¹ Die A.S.T.M.-Standards von 1930 [A 9] — A.S.T.M. E 11—26 — führen das Maschensieb Nr. 48 nicht auf. Bei dem Maschensieb Nr. 45 dieser Standards beträgt die Maschenweite 0,35 mm, beim Maschensieb Nr. 50 ist sie 0,297 mm.

Mineral eingebracht werden, so beginnt die Ausführung mit Ausbreitung desselben auf der vorhandenen Decke. Es folgt die mehrmalige Aufbringung des mindestens auf 50°C zu erwärmenden Bitumens mittels des Drucksprennwagens. Die Menge des Bitumens liegt im allgemeinen für jede Besprengung bei 0,50 bis 0,75 gal/qyard (2,3 bis 3,4 l/qm), schwankt aber naturgemäß je nach der Bodenart. In Arizona [B 16] z. B. beträgt die Gesamtmenge des Bitumens zwischen 1,25 und 2,75 gal/qyard

(5,7 bis 12,5 kg/qm). Jeder Aufbringung von Bitumen folgt sofort eine Durch-

arbeitung der Ober-

schicht durch Scheibeneggen oder Sprungzahneggen (Abb. 80a), bis das Bitumen völlig von dem Mineral aufgen-

ommen ist. Die gründliche Vermischung geschieht durch schwere Planiermaschinen, welche die Oberschicht bald nach der einen, bald nach der anderen Straßenseite schieben und dort in Längsreihen anhäufeln (Abb. 80b). Nach 10- bis 15maliger Hin- und Herbewegung der Mischung und günstigem Ausfall der Schlag- und Ab-

klatschprüfung erfolgt schließlich die gleichmäßige Ausbreitung des Mischgutes in Schichten von etwa 2,5 cm Stärke über die ganze Straßen-



Abb. 80. Oberflächenvermischung einer Kleinschlagdecke in den Weststaaten [C 79]. a) Auflockern einer alten Decke mit Scheibenegge und Zahnegge, b) Anhäufung des Mischgutes in Längsreihen.

vermischungen mit Straßenöl bewährt und als wirtschaftlich herausgestellt. Nach einem Bericht von J. T. Pauls vom Bureau of Public Roads [C 81] dürften sie dort auch weiter Anwendung finden. Nach dem gleichen Bericht sind die so gewonnenen Decken aber nicht wasserundurchlässig, da die verwendete Ölmenge zwar zur Umhüllung des Minerals ausreicht, nicht aber die Poren ausfüllt. Auch genügt die Verdichtung durch den Verkehr



Abb. 80. Oberflächenvermischung einer Kleinschlagdecke in den Weststaaten [C 79]. c) fertige Decke, 1 Tag nach endgültiger Profilierung, d) fertige Decke nach einmonatiger Verdichtung durch den Verkehr.

nicht. Infolgedessen ziehen einige Weststaaten bei feuchtem Untergrund und Klima die Oberflächenbehandlung der Oberflächenvermischung vor. Vorteilhaft sind die geringen Baukosten des letzteren Verfahrens, die J. T. Pauls im Jahre 1930 bei einer Straßenbreite von 18 Fuß (5,5 m) für eine Stärke der Oberschicht von 5,0 bis 7,5 cm — ausschließlich Zusatzmineral — zu 1000 bis 2000 \$/Meile (2600 bis 5200 RM/km) angibt, für eine Stärke der Oberschicht von 12,5 bis 15 cm — einschließlich Zusatzmineral — zu 3500 bis 4500 \$/Meile (9100 bis 11 700 RM/km).

Als zweckmäßige Maßnahme der Unterhaltung werden in dem oben erwähnten Bericht spätere Oberflächenbehandlungen mit Mineralabdeckung genannt, welche die Widerstandsfähigkeit der im Weg der Oberflächen-

vermischung hergestellten Deckschicht allmählich weiter erhöhen.

Das Retread-Verfahren, die grobkörnige Bauweise der Oststaaten, sei nach dem Beispiel von Illinois beschrieben [B 22]. Die Ausführung beginnt — bei Kleinschlag- und Kiesdecken — mit einer genauen Herichtung des Profils mit Hilfe der Glätter und Planiermaschinen, notfalls auch der Aufreißer. Es folgt die Verdichtung durch den Verkehr oder durch Walzung. Das übrigbleibende lose Mineral wird durch Planier- und Kehrmaschinen beseitigt. Auf die gut ausgetrocknete Decke wird Kaltteer der Zusammenstellung 18 oder Kaltasphalt der Zusammenstellung 19 mit dem Drucksprengwagen in einer Menge von

Zusammenstellung 18. Kaltteer für Oberflächenvermischungen (erste Behandlung) nach den Bauvorschriften des Staates Illinois¹ [B 22].

Eigenschaften	Bewertungszahlen
Spezifische Viskosität (Engler) bei 40° C in Englergraden .	8—13
Erweichungspunkt des Rückstandes (Ring- u. Kugelprobe) .	max. 60° C
Bitumengehalt (löslich in CS ₂)	88—97%
Wassergehalt.	max. 2%
Destillat der wasserfreien Probe bis 170° C	max. 7 Gew.-%
Destillat der wasserfreien Probe bis 235° C	max. 20 Gew.-%
Destillat der wasserfreien Probe bis 270° C	max. 30 Gew.-%
Destillat der wasserfreien Probe bis 300° C	max. 35 Gew.-%
Rückstand.	min. 65 Gew.-%

Zusammenstellung 19. Kaltasphalt (Verschnittbitumen) für Oberflächenvermischungen (erste Behandlung) nach den Bauvorschriften des Staates Illinois² [B 22].

Eigenschaften	Bewertungszahlen
Spezifische Viskosität (Engler) bei 25° C in Englergraden .	40—80
Flammpunkt (Tag. open cup) ³	min. 26,7° C
Destillat bis 225° C	min. 10 Gew.-%
Destillat bis 315° C	min. 30 Gew.-%
Destillat bis 360° C	max. 40 Gew.-%
Penetration des Rückstandes (bis 360° C) bei 25° C	80—110°
Bitumengehalt (löslich in CS ₂)	min. 99%
Duktilität des Rückstandes bei 25° C	min. 60 cm

0,2 bis 0,5 gal/qyard (0,9 bis 2,3 l/qm) aufgesprengt. Das Bitumen dringt in einer halben bis einer ganzen Stunde in die Oberfläche ein. Nunmehr wird Schotter von 1¼ bis 2½ Zoll Körnung, wobei der Anteil des Durchganges durch das 1¼-Zoll-Lochsieb 0 bis 15% beträgt, in einer gleichmäßigen Stärke von 7,5 cm aufgebracht und bei einer Lufttemperatur von mindestens 7° C mit Warmteer der Zusammenstellung 20 oder Kaltasphalt der Zusammenstellung 21 in einer Menge von 0,7 gal/qyard (3,2 l/qm) besprengt. Sofort folgt die gründliche Durcharbeitung mit Planiermaschinen, welche neuerdings durch besondere Mischgeräte ersetzt werden, die wirtschaftlicher arbeiten. Dieser Arbeitsvorgang — Aufsprengung von Bitumen mit nachfolgender Vermischung — wird sodann ein zweites Mal wiederholt. Erst nachdem bei diesem Verfahren durch Verflüchtigung der leichten Destillate eine Verfestigung der Masse eingetreten ist, wird die Decke mit einer Dreiradwalze von mindestens 10 am.t Gewicht vorgewalzt und alsdann mit der Planier-

¹ Angegeben sind die Bewertungszahlen für den Teer TSC—1.

² Angegeben sind die Bewertungszahlen für den Kaltasphalt ACB—1, welcher für die erste Behandlung — als sog. Primer — verwendet wird.

³ Tag. = Tagliabue. Probe für Bindemittel mit einem Flammpunkt unter 80° C. Anerkanntes Prüfverfahren des Bureau of Explosives in New York und der Interstate Commerce Commission [C 76, Beschreibung daselbst].

Zusammenstellung 20.

Warmteer für Oberflächenvermischungen (zweite Behandlung und folgende) nach den Bauvorschriften des Staates Illinois¹ [B 22].

Eigenschaften	Bewertungszahlen
Spezifisches Gewicht bei 25° C des gesamten Destillats bis 300° C	min. 1,00 g/ccm
Erweichungspunkt des Rückstandes (Ring- u. Kugelprobe)	max. 65° C
Bitumengehalt (löslich in CS ₂)	88—97 %
Spezifische Viskosität (Engler) bei 40° C	60—85 sec
Wassergehalt.	max. 2 %
Destillat der wasserfreien Probe bis 170° C	max. 5 Gew.-%
Destillat der wasserfreien Probe bis 235° C	max. 20 Gew.-%
Destillat der wasserfreien Probe bis 270° C	max. 25 Gew.-%
Destillat der wasserfreien Probe bis 300° C	max. 33 Gew.-%
Rückstand.	min. 67 Gew.-%

Zusammenstellung 21. Kaltasphalt (Verschnittbitumen) für Oberflächenvermischungen (zweite Behandlung und folgende) nach den Bauvorschriften des Staates Illinois² [B 22].

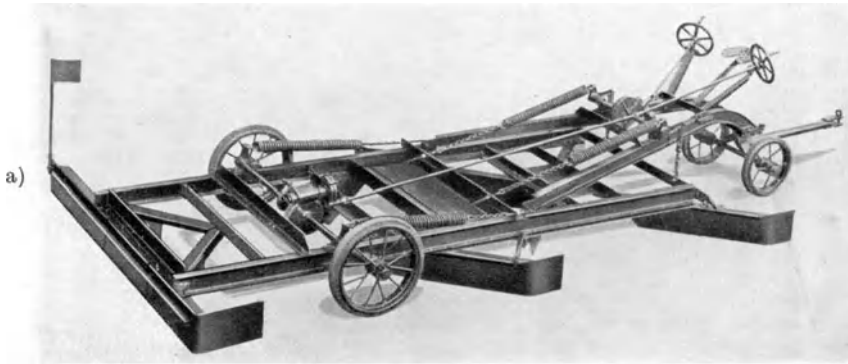
Eigenschaften	Bewertungszahlen
Spezifische Viskosität (Engler) bei 50° C.	150—200 sec
Flammpunkt (Tag. open cup)	min. 26,7° C
Destillat bis 225° C.	min. 5 Gew.-%
Destillat bis 315° C.	min. 15 Gew.-%
Destillat bis 360° C.	max. 30 Gew.-%
Penetration des Rückstandes (bis 360° C) bei 25° C	60—110°
Bitumengehalt (löslich in CS ₂).	min. 99 %
Duktilität des Rückstandes bei 25° C.	min. 60 cm

maschine erneut geebnet. Schließlich wird Schotter feiner Körnung (5 bis 12 mm) zur Ausfüllung der Hohlräume aufgegeben und die Decke nunmehr fertiggewalzt. Nach etwa 14 Tagen kommt die letzte (4.) Behandlung (seal coat) unter Verwendung des gleichen Bitumens wie bei der zweiten und dritten Behandlung, und zwar in einer Menge von 0,3 gal/qyard (1,4 l/qm) nebst erneuter Absplittung mit feinem Korn

¹ Angegeben sind die Bewertungszahlen für den Warmteer TSH—3 heavy, der ebenso wie der Warmteer TSH—3 medium bei normaler Witterung für die zweite Behandlung verwendet wird. Der Warmteer TSH—3 medium hat bei im übrigen gleichen Bewertungszahlen eine spezifische Viskosität (Engler) bei 40° C von 40 bis 60 Englergraden. Bei kaltem Wetter wird der Warmteer TSH—3 light mit einer spezifischen Viskosität (Engler) bei 40° C von 25 bis 40 Englergraden und im übrigen gleichen Bewertungszahlen benutzt. Beim Aufbringen auf die Straße muß der Warmteer eine Temperatur von 52 bis 66° C aufweisen.

² Angegeben sind die Bewertungszahlen für Kaltasphalt ACB—3, der bei normaler Witterung für die zweite Behandlung verwendet wird. Bei kaltem Wetter wird der flüssige Asphalt ACB—2 mit einer spezifischen Viskosität (Engler) bei 50° C von 50 bis 100 sec, einer Penetration des Rückstandes bei 25° C von 70 bis 110° und mit jeweils um 5 Gew.-% erhöhten Bewertungszahlen der Destillate benutzt. Die Temperatur des Asphalts muß so sein, daß eine schnelle und gleichmäßige Verteilung möglich ist.

(5 bis 12 mm). Glätter besorgen die gleichmäßige Verteilung und Vermischung des Minerals mit dem vorher aufgesprengten Bitumen; eine



gründliche Abwälzung beendet den Arbeitsvorgang.

Die Kosten einer derartigen Decke von 7,5 cm Stärke, jedoch ausschließlich der Vorbereitung der alten Decke, werden zu 0,5 bis 0,7 \$/qyard (2,5 bis 3,5 RM/qm) angegeben [A 23].

Die vorher erwähnten neuen Geräte für die Oberflächenvermischung haben eine große Arbeitsfläche und sind mit mehreren Schaufeln oder Schiebern (blade), einzelne auch mit zahlreichen langen Zinken versehen. Die Abb. 81a und b zeigen ein derartiges Gerät der Firma Adams & Comp.,

den sogenannten Retread-mixer. Das in Abb. 82 wiedergegebene und in Ohio durchgebildete Gerät [C 43] stellt eine Vereinigung von Egge

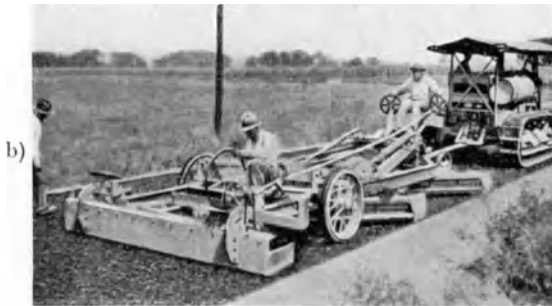


Abb. 81. Gerät (retread mixer) für Oberflächenvermischungen der Firma J. D. Adams & Comp., Indianapolis, Ind. [D 2].
a) Ansicht, b) bei der Arbeit.

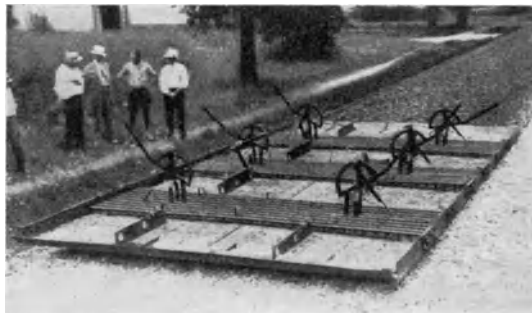


Abb. 82. Gerät (multiple-pin planing mixer) für Oberflächenvermischungen aus Ohio [C 43].

und Glätter dar. Es besteht aus einer Stahlplatte von rd. 3,5 m Breite und rd. 6,4 m Länge, über welcher in der gesamten Breite 3 Roste mit Zinken verteilt sind, die ihrerseits durch Hebel gehoben und gesenkt werden können. Beim Senken greifen die Zinken durch Löcher der Stahlplatte hindurch und bilden auf diese Weise eine Egge. Das Gerät ist also eine Vereinigung von 3 Eggen und 4 Glättern. Es hat eine große Leistungsfähigkeit und kann in nur einem Hin- und Hergang die Bau-



Abb. 83. Verteiler (spreader finisher) mit Rührwerk zur Verhinderung des Zusammenbackens von Gemischen aus Mineral und Bitumen und mit beweglichen Abstreifern der Firma Adnun Engineering and Manufacturing Comp. [C 112].
a) Füllung des Verteilers, b) Ausbreiten des Mischgutes.

stoffe einer Straßenhälfte vermischen, zu welcher Arbeit das einfache Planiergerät 8 bis 10 Arbeitsgänge benötigt. Als weiterer Vorteil des neuen Mischgerätes wird die Erzielung einer größeren Gleichmäßigkeit der Straßendecke und die Verhinderung der Wellenbildung gerühmt.

3. Maschinenvermischungen [A 23]. Seit einigen Jahren ist man in den V.St.A. dazu übergegangen, die Vermischung des Minerals und Bitumens, welche bei der Oberflächenvermischung in der Straße erfolgt, vor dem Einbau in die Straße mit Hilfe von Mischmaschi-

nen vorzunehmen. In der Herstellung der Mischung und dem Einbau derselben nähert sich diese Bauweise den hochwertigen Bitumenbetondecken, mit dem Unterschied, daß auf Grund der für Nebenstraßen geforderten niedrigen Baukosten geringere Anforderungen an die Kornzusammensetzung des Minerals und den Verarbeitungsvorgang gestellt werden.

Bei den erst in der Entwicklung stehenden Maschinenvermischungen bestehen heiße und warme bzw. kalte Verfahren einerseits und — wie bei den Oberflächenvermischungen — feinkörnige, gemischtkörnige und grobkörnige Bauweisen andererseits. Wird neues Mineral zum Einbau verwendet, so erfolgt die Herstellung des Gemisches in einer ortsfesten Mischanlage, von der aus das Mischgut an die Einbaustelle gebracht

wird, um dort mit Hilfe von Planiermaschinen oder Verteilern, darunter solchen besonderer Art (spreader finisher, Abb. 83a und b), ausgebreitet und durch Verkehr oder Walzung verdichtet zu werden. Wird das Mineral der Straßendecke entnommen, so erfolgt die Mischung in einer fahrbaren Mischanlage (travelling mixer, Abb. 84) auf der Straße selbst. Bei dieser Maschine wird das in einer Längsreihe gehäufelte Mineral in den Mischer befördert und dort mit Bitumen vermischt. Die fertige Mischung wird dann wieder in einer Längsreihe abgesetzt und von dort in der eben geschilderten Weise ausgebreitet oder einem unmittelbar nachfolgenden Verteiler übergeben.



Abb. 84. Fahrbare Mischanlage (travelling mixer) für Maschinenvermischungen [C 19].

Derartige Decken werden im allgemeinen in zwei Lagen ausgeführt, einer Binderschicht bis zu 7,5 cm Stärke und mit einem Bitumengehalt bis zu 8 % bei feinkörniger und bis zu 5 % bei der grobkörnigen Mischung sowie einer Deckschicht bis zu 5 cm Stärke mit einem Bitumengehalt bis zu 10½ %.

Die Maschinenvermischung ermöglicht — bei etwas höheren Baukosten — die Verwendung viskoserer Bitumina, als sie bei der Vermischung in der Straße zur Anwendung kommen können [C 19]. Ermittlungen über eine obere Grenze der Viskosität für die Bitumina der Maschinenvermischung sind aber noch nicht durchgeführt. Bei den meisten der bisher ausgeführten Straßen sind die gleichen Bindemittel wie bei der Oberflächenvermischung gewählt worden.

D. Bitumendecken.

Die zuletzt beschriebenen Decken der Oberflächenvermischung und erst recht der Maschinenvermischung leiten über zu den hochwertigen Decken, die mit Hilfe des Bindemittels Bitumen hergestellt werden. Der

Unterschied der letzteren gegenüber den bereits beschriebenen Decken besteht darin, daß bei den hochwertigen Decken wertvollere Baustoffe herangezogen und auch genauer und sorgfältiger verarbeitet werden.

Bei der Darstellung der Bauweisen ist nach der Verwendung von natürlichem oder künstlichem Bitumen unterschieden, weil eine derartige Einteilung in Deutschland üblich ist. In den V.St.A. wird dieser Unterschied grundsätzlich nicht gemacht.

a) Bituminöse Bindemittel.

1. Begriffserklärung. In den V.St.A. wird in den Begriff Bitumen auch der Teer — wenigstens im allgemeinen — mit einbezogen. Beide Baustoffe, sowohl Asphalt wie Teer, werden drüben unter der Bezeichnung bituminous materials zusammengefaßt. Hierunter versteht man solche Bindemittel, bei denen das Bitumen (bitumen) ein wesentlicher Bestandteil ist. Bitumina sind nach der Norm D 8—32 der American Society for Testing Materials (A.S.T.M.) [A 9] „Mischungen von Kohlenwasserstoffen natürlichen oder pyrogenen Ursprungs oder Zusammensetzungen aus beiden, denen häufig ihre nicht metallischen Derivate beigefügt sind. Sie sind entweder gasförmig, flüssig, halbfest oder fest und in Schwefelkohlenstoff vollkommen löslich“. Die Bezeichnungen Asphalt und Teer sind in der obengenannten A.S.T.M. Norm in folgender Weise erläutert:

„Asphalte (asphalt) sind schwarze bis dunkelbraune feste oder halbfeste Bindemittel, die beim Erhitzen allmählich flüssig werden. Ihre Hauptbestandteile bilden alle die in festem oder halbfestem Zustand in der Natur vorkommenden oder bei der Erdölestillation gewonnenen Bitumina oder auch Mischungen derselben miteinander oder mit Erdöl oder dessen Derivaten.“

„Teere (tar) sind schwarze bis schwarzbraune bituminöse Kondensate, die bei teilweiser Verdampfung oder fraktionierter Destillation beträchtliche Mengen von Pech liefern. Sie werden durch destruktive Destillation organischer Stoffe, wie Steinkohle, Öl, Braunkohle, Torf und Holz gewonnen.“ [A 9, F 1, F 19, F 22].

2. Einteilung der bituminösen Bindemittel. Man teilt die bituminösen Bindemittel ein in Naturasphalt, Erdölasphalt und Teer.

Unter Naturasphalten (natural asphalt) versteht man bituminöse Stoffe, die nach dem Abbau an ihren Lagerstätten lediglich von schädlichen Gemengteilen befreit werden müssen, um für den Straßenbau gebrauchsfähig zu sein. Sie enthalten bis über 90% reines Bitumen. Zu den Naturasphalten gehören z. B. Trinidadasphalt (etwa 56% Bitumen), Bermudezasphalt (etwa 95% Bitumen), Cubaasphalt (etwa 70% Bitumen) und Mexikoasphalt (60 bis 99% Bitumen). Die

Konsistenz der gereinigten Naturasphalte wird durch Zugabe von Flußmitteln (flux oil) geregelt. Mit der Bezeichnung Naturasphalt belegt man auch die Asphaltgesteine, die einen wesentlich geringeren Bitumengehalt haben. [A 1, A 11, A 64, C 122].

Der bei der Destillation des Erdöls gewonnene Rückstand wird als Erdölaspphalt (petroleum asphalt) bezeichnet. Geeignete und hauptsächlich zur Asphaltgewinnung herangezogene Erdöle gibt es in Kalifornien, Texas und Mexiko. Bei der Destillation erfolgt die Erwärmung des Rohöls vielfach in indirekt beheizten Röhrenöfen, wodurch der Vorgang beschleunigt und außerdem verhindert werden soll, daß sich der Rückstand durch örtliche Überhitzung zersetzt. In besonderen Fraktionieranlagen geschieht alsdann die Trennung der einzelnen Fraktionen. Die Rückstände sind entweder von solcher Konsistenz, daß sie unmittelbar im Straßenbau Verwendung finden können, oder sie müssen, wie es auch bei vielen Naturasphalten erforderlich ist, durch Zugabe von Flußmitteln brauchbar gemacht werden. Die für den Straßenbau gebrauchsfertigen festen oder halbfesten Natur- und Erdölasphalte nennt man Asphaltzemente (asphalt cement). Flüssige Erdölrückstände werden als Flußmittel und als Straßenöle benutzt. [A 1, A 19, A 64, C 122].

Mit der Untersuchung der Asphalte auf ihre Eignung für den Straßenbau beschäftigt man sich in den V.St.A. seit langem. Einer der bekanntesten Wissenschaftler auf diesem Gebiete war Cl. Richardson, der sich zu Beginn dieses Jahrhunderts bereits eingehend mit der Verwendung von Asphalt im Straßenbau und seiner Beurteilung befaßt hat. Die heute üblichen und zum Teil aus den Richardsonschen Arbeiten entwickelten Untersuchungsverfahren sind in erster Linie physikalischer Natur. Man prüft den Wassergehalt (percentage of water), das spezifische Gewicht (specific gravity), die Penetration (penetration), den Verlust beim Erhitzen auf 163° C (loss on heating), die Penetration des Rückstandes (penetration of residue), den Flammpunkt (flash point), die Duktilität (ductility), den Erweichungspunkt (softening point), außerdem den Kohlenstoffgehalt (amount of fixed carbon), den Paraffin-gehalt (paraffin scale) und die Löslichkeit in Schwefelkohlenstoff (solubility in carbon disulphide). Für alle diese Untersuchungen, deren Abwicklung im wesentlichen der in Deutschland üblichen ähnelt, sind genaue Vorschriften und Bewertungszahlen vorhanden. [A 9, A 10, A 17, A 54, A 59, B 16—34, F 17, F 25].

Als Straßenteer (tar) wird neben Wassergasteer in der Hauptsache Steinkohlenteer verwendet. Letzterer fällt als Nebenprodukt bei der Herstellung von Leuchtgas und bei der Aufbereitung von Koks an. In beiden Fällen wird Kohle als Naturstoff einer trockenen Destillation unterworfen. Der hierbei entstehende Rohteer wird zwecks Verwendung im Straßenbau weiter verarbeitet, um ihm das Wasser zu entziehen

und seinen Gehalt an Leichtölen zu verringern. Bei dem Teer gibt es ebenso wie bei Asphalt Untersuchungsverfahren zur Feststellung seiner Güte. Für die Beurteilung sind gleichfalls Bewertungszahlen festgelegt. Die Prüfungen, denen der Teer unterworfen wird, sind folgende: Feststellung des Wassergehaltes, des spezifischen Gewichts, des Erweichungspunktes, der Destillationsstufen (distillation), des Erweichungspunktes des Pechrückstandes (softening point of residue), der Löslichkeit in Schwefelkohlenstoff und die Vornahme der Schwimmprobe (float test). Also auch hier sind wieder Prüfverfahren üblich, die im wesentlichen auf die Ermittlung der gleichen Eigenschaften hinzielen wie die in Deutschland eingeführten Untersuchungen. [A 1, A 21, A 35, A 64, C 122, F 13, F 19, F 39].

Die Vorschriften für die Prüfung der Asphalte und Teere sind in Veröffentlichungen der American Society for Testing Materials (A.S.T.M. Standards und A.S.T.M. Tentative Standards [A 9, A 10]) und des U.S. Department of Agriculture (Tentative Standard Methods of Sampling and Testing Highway Materials [A 59]) enthalten. Für die dem Verwendungszweck entsprechenden Bewertungszahlen sind Angaben in den Bauvorschriften (specifications) [B 16—B 34] der einzelnen Staaten gemacht.

Asphalt und Teer sind anfänglich wohl nur warm verarbeitet worden. Seit langem kommen aber beide Bindemittel in steigendem Maße auch kaltflüssig zur Anwendung, und zwar einmal in Gestalt von Kaltasphalt und Kaltteer und zum anderen als Asphalt- und Teeremulsion.

Kaltasphalt und Kaltteer (cut-back)¹ entstehen dadurch, daß die Ausgangsstoffe (Destillationsrückstände) durch Beigabe von Ölen (Destillate bis etwa 325 °C) so dünnflüssig werden, daß sie bei gewöhnlicher Temperatur oder geringer Erwärmung verarbeitet werden können. Der Grad der Dünnsflüssigkeit wird abgestuft nach dem Verwendungszweck: Herstellung von einfachen oder hochwertigen Decken der verschiedenen Bauweisen, Flickarbeiten. Besonders die Kaltasphalte haben seit 1929 eine außerordentliche Verbreitung erlangt (rd. 120000 t im Jahr 1929, rd. 240000 t im Jahr 1930 und über 400000 t im Jahr 1931). Um eine Vereinheitlichung der Erzeugnisse herbeizuführen, arbeitet seit 1931 das Bureau of Public Roads als Vertreterin der Verbraucher zusammen mit dem Asphalt Institute als Vertreterin der Erzeuger daran, allgemeingültige Vorschriften und Prüfverfahren für Kaltasphalte aufzustellen [A 17]. Nach den bisherigen Veröffentlichungen über diese Arbeiten handelt es sich bei der Prüfung des Kaltasphaltes im wesentlichen um die Ermittlung des Flammpunktes (flash point), der Viskosität (specific viscosity) und der Anteile der einzelnen Destillationsstufen

¹ Vgl. auch S. 140ff.

bis 360° C, ferner der Penetration und Duktilität des bei der Destillation bis 360° C gewonnenen Rückstandes. Die Prüfverfahren entsprechen weitgehend den in Deutschland üblichen mit der Maßgabe, daß sich für die Feststellung der Viskosität neuerdings an Stelle des Englerschen Viskosimeters (viscosimeter)¹ dasjenige nach Saybolt-Furol² einführt. Für die Beurteilung der Kaltteere werden diese Prüfungen ebenfalls angewandt, jedoch mit der Einschränkung, daß die Destillation nur bis 300° C durchgeführt und von dem Rückstand lediglich der Erweichungspunkt festgestellt wird, und mit der Erweiterung, daß auch noch das spezifische Gewicht und die Löslichkeit in Schwefelkohlenstoff ermittelt werden. [C 76, C 119, C 122, F 39].

Auch Asphalt- und Teeremulsionen (emulsion) finden im Straßenbau seit Jahren Verwendung. Erstere haben größere Bedeutung. Die Herstellung erfolgt in ähnlicher Weise wie bei uns. Im Gegensatz zu Deutschland haben aber die gebräuchlichen Emulsionen häufig erheblich mehr als 50 % (oft bis zu 70 %) Bindemittelgehalt. Ihre Eignung für den Straßenbau prüft man durch Feststellung der Lagerbeständigkeit (storage stability), der gleichmäßigen Beschaffenheit (homogeneity), der Brechbarkeit (break), der Viskosität, des Wassergehaltes und der Eigenschaften der Trockensubstanz. Es sind also auch hier im wesentlichen die gleichen Prüfungen in Anwendung wie bei uns, allerdings mit manchen Verschiedenheiten in der Durchführung. [C 45a, C 121, C 122, C 172].

Es sei ferner noch auf die Straßenöle (road oil) hingewiesen, die, wie bereits erwähnt, aus Rohpetroleum gewonnen werden. Sie unterscheiden sich voneinander durch ihren Düninflüssigkeitsgrad und ihr Haftvermögen. Ihre Beurteilung erfolgt in erster Linie auf Grund des Ergebnisses der Viskositätsbestimmung, ferner werden Flammpunkt, Bitumengehalt und die Menge des Rückstandes von 80 oder 100 Grad Penetration ermittelt. Vergleiche auch die Ausführungen dieses Abschnitts unter C b) I. S. 136. [C 122].

Bei der Besprechung der einzelnen Bauweisen sind die näheren Anforderungen an die Bitumina besonders angeben.

¹ Nach [A 59] ist die Viskosität nach Engler das Verhältnis der Zeit in Sekunden, die erforderlich ist, um 50 ccm des Prüfstoffes bei einer gegebenen Temperatur aus einem Gefäß mit 2,8 mm Bodenöffnung ausfließen zu lassen zu jener Zeit, die 50 ccm Wasser bei 25° C zum Ausfluß brauchen. Das Ergebnis wird in Englergraden ausgedrückt.

² Nach der A. S. T. M. Norm D 88—30 [A 9] versteht man unter der Viskosität nach Saybolt-Furol die Ausflußzeit von 60 ccm des Prüfstoffes in Sekunden aus einem Gefäß mit 3,15 mm Bodenöffnung bei verschiedenen Temperaturen (25, 50 und 100° C). Die Furol-Viskosität in Sekunden beträgt ungefähr das Vierfache der Engler-Viskosität in Graden bei gleicher Ausflußtemperatur [C 122].

b) Geräte und Maschinen für die Herstellung von Bitumendecken.

Es entspricht der grundsätzlichen Einstellung des Amerikaners zu allen Vorgängen beim Straßenbau, daß er sich mit Rücksicht auf die verhältnismäßig hohen Löhne um die Ausbildung und Verwendung zweckentsprechender Geräte und geeigneter Maschinen bemüht. Es ist daher nicht zu verwundern, daß er auch für die Herstellung von Bitumendecken, und zwar für alle einzelnen Arbeitsvorgänge, diesem Grundsatz treu geblieben ist. Die Beschreibung der Geräte und



Abb. 85. Handgeräte mit Wärmewagen für Bitumendecken. *a* = Gabel, *b* = Rührreisen, *c* = Schaufel, *d* = Glätteisen, *e* = Stampfer, *f* = Besen, *g* = Hacke, *h* = Asphaltsandalen, *i* = Schöpfer, *k* = Kratzer, *l* = Rechen, *m* = Verteilungsblech, *n* = Heizwagen [D 26].

Maschinen ist infolgedessen ein wichtiger Bestandteil einer Darstellung amerikanischer Bitumenbauweisen. Sie soll hier, im Gegensatz zu dem vorhergehenden Abschnitt, der Beschreibung der einzelnen Deckenarten und ihrer Ausführung vorangestellt werden.

1. Handgeräte und ihre Beförderungs- sowie Heizwagen. Die Abb. 85 zeigt eine Anzahl Handgeräte: Gabel zur Verteilung des Minerals (stone and binder fork), Rührreisen zum Durchrühren von Bitumengemischen (stiring rod), Schaufel zum Aufbringen und Verteilen des Einbaugutes (asphalt shovel), Glätteisen zum Abglätten der fertigen Decke (asphalt smoother), Stampfer zum Verdichten der Decke an den für die Walze unzugänglichen Stellen (asphalt tamper), Besen zum Reinigen des Unterbaues und zum Verteilen des Bitumens (broom), Hacke mit zwei

Schneiden zum Aufschlagen einer Bitumendecke (asphalt cutter), Asphaltsandalen aus einem besonders starken Gewebe (asphalt sandals),



Abb. 86. Glätteisen mit Ölfeuerung, Auflagerfläche 16 × 26 cm, Dienstgewicht 35 bis 40 kg [D 4a].

Schöpfer für Bitumen (dipper), Kratzer zum Aufrauhnen der Oberfläche beim Walzen und beim Ausbessern (asphalt patching hoe), Rechen zum Verteilen der Einbaustoffe (asphalt rake), Verteilungsbleche für den gleichen Zweck (asphalt street scraper), Heizwagen (fire wagon), der mit Holz oder Kohle die auf einem Rost ruhenden Geräte anwärmt.

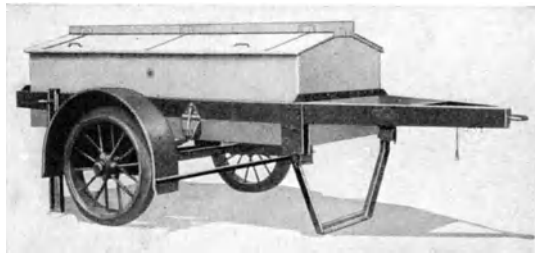


Abb. 87. Anhänger zur Beförderung von Geräten [D 42].

Die Glätteisen (smoothing iron), für deren erfolgreiche Verwendung eine starke und längere Zeit anhaltende Erhitzung Voraussetzung ist, werden häufig mit unmittelbarer Ölfeuerung versehen. Abb. 86 zeigt eine Ausführung, bei welcher der Hohlraum im Innern des Glätteisens noch zur Erwärmung eines anderen Gerätes, z. B. eines Stampfers, benutzt werden kann.

Für die Beförderung der Handgeräte kann ein zweirädriger Kastenwagen (Abb. 87) dienen, der an ein Lastauto angehängt wird. Die Anwärmung auf der Baustelle



Abb. 88. Wagen zur Anwärmung von Handgeräten mit Ölfeuerung [D 4a].

geschieht mit Hilfe von Holz, Kohle oder Öl in einem Wagen, in dem die Geräte auf einem Rost liegen (Abb. 88). Bei Ölföhrung hat man



auch — freilich für kleine Leistungen — die Anwärmung der Handgeräte mit der Heizung des Bitumens vereinigt (Abb. 89a und b).

Wenn auch für große Leistungen das Aufbringen des Bitumens auf die Straße

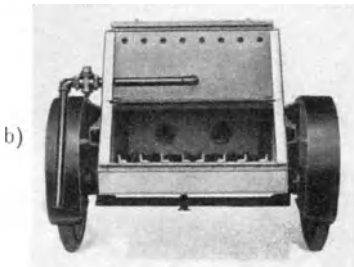


Abb. 89. Heizwagen mit Ölföhrung zur Anwärmung von 15 bis 20 Geräten und etwa 200 l Bitumen. a) Seitenansicht, b) Rückansicht mit Blick in die Kammer für die Geräte [D 45].

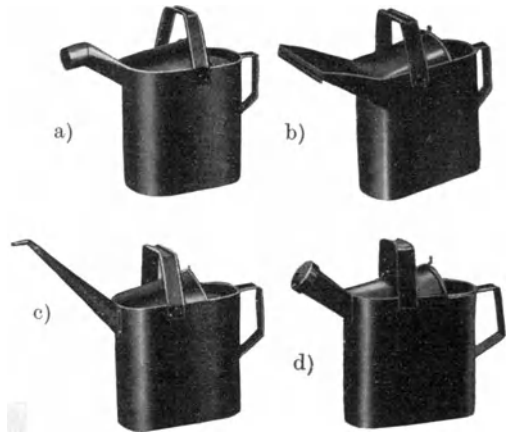


Abb. 90. Gießkannen mit Drahtsieb in der Füllöffnung. a) zur Beförderung von dem Heizwagen zur Verwendungsstelle, Inhalt 25 l (carrying pot), b) zur Verteilung über die Straße mit 20 cm breitem Ausguß, Inhalt 15 l (pouring pot), c) zum Fugenausguß mit runder, 6, 9 und 12,5 mm großer Öffnung, Inhalt 15 l (joint filling pot), d) mit Brause zur feinen Verteilung dünnflüssigen Bitumens bei Oberflächenbehandlungen und Ausbesserungen, Inhalt 15 l (sprinkling pot) [D 45].

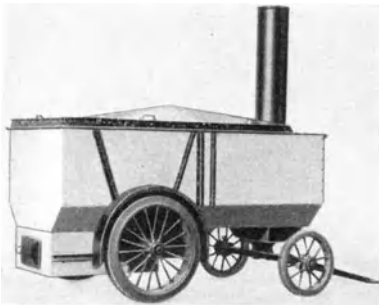


Abb. 91. Wagen zur Beförderung von Bitumen mit Holz- oder Kohlenheizung für 1 bis 6 cbm Inhalt [D 42].

im allgemeinen mit Hilfe besonderer Drucksprengwagen geschieht, so ist doch für kleinere Leistungen und bei Ausbesserungsarbeiten die Ver-

wendung von Gießkannen (asphalt pot) vielfach üblich. Die gebräuchlichsten dieser Gießkannen sind in Abb. 90a bis d dargestellt. [D 4a, D 42, D 45].

2. Heizwagen zur Beförderung von Bitumen. Die zur Beförderung des Bitumens dienenden Wagen sind durchweg mit Heizvorrichtungen

versehen, um ein Erstarren des Bitumens im Kessel zu verhindern und es sofort verwendungsbereit zu haben. Die Beheizung geschieht mit Holz, Kohle oder Öl. Für große Entfernungen werden im allgemeinen große Behälter gewählt, während für die Beförderung von einem in der Nähe der Baustelle eingerichteten Lager zur Verwendungsstelle ein geringeres Fassungsvermögen genügt.

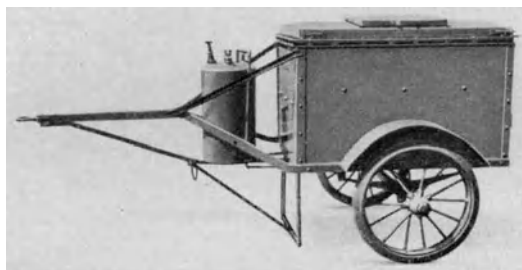


Abb. 92. Wagen zur Beförderung von Bitumen mit Ölheizung für 0,3 bis 0,6 cbm Inhalt [D 34].

In den Abb. 91 bis 93 sind derartige Heizwagen dargestellt, die einer weiteren Erläuterung nicht bedürfen. Der Heizwagen nach Abb. 94 dient seiner ganzen Bauart nach nicht der Beförderung, ist vielmehr für die Heizung des Bitumens mit Hilfe von Dampf bestimmt, der von einem Dampfkessel, z. B. einer Lokomotive, geliefert wird. Dieser mittelbare Weg einer Aufheizung ist vielfach in den Bauvorschriften (specifications) festgelegt. Sie bietet große Vorteile, indem ein Überhitzen oder

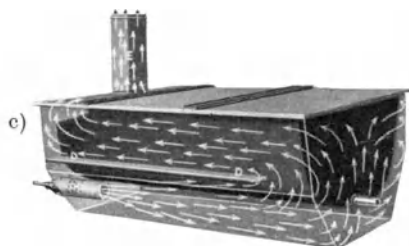
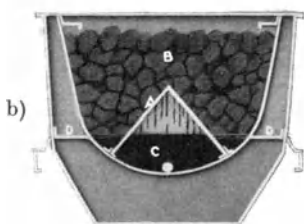
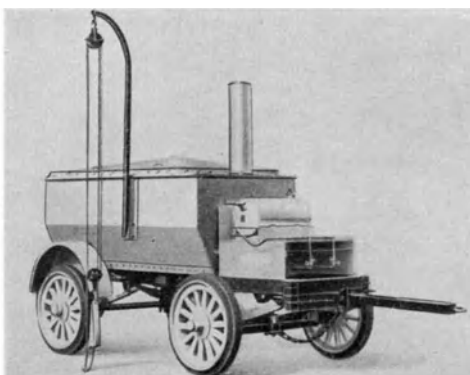


Abb. 93. Wagen zur Beförderung von Bitumen mit Ölheizung für 2 bis 4 cbm Inhalt mit Faßheber. a) Ansicht, b) Querschnitt, c) Längenschnitt mit Darstellung der Feuergase in den Seitenkammern [D 42].

Anbrennen des Bitumens vermieden wird und eine dauernde Wartung nicht nötig ist. [D 26, D 34, D 42].

3. Drucksprengwagen für Bitumen. Dienten die Wagen und Behälter des vorigen Abschnittes lediglich der Beförderung unter gleichzeitiger Erwärmung oder Warmhaltung oder nur der letzteren, so haben die nunmehr zu besprechenden Wagen auch den Zweck der Aussprengung des Bitumens auf die Straße. Diese Wagen verschiedenen Fassungsvermögens sind ebenfalls ohne und mit Vorrichtungen zum Heizen (meist mit Öl) oder Warmhalten der Bindemittel während der Fahrt ausgestattet [A 19].

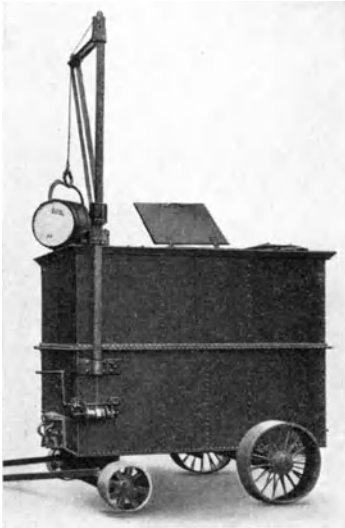


Abb. 94. Wagen mit Faßheber zur Erhitzung von Bitumen durch Dampf, Inhalt 11 bis 15 cbm [D 26].

In der einfachsten Form kommen Druckspritzen in Frage, bei denen der Druck durch eine Handpumpe erzeugt wird und die Spritze sich am Ende einer Schlauchleitung befindet.

Die Drucksprengwagen (distributor) mit einem Inhalt von 2 bis 6 cbm und einer Leistung von 500 bis 1000 l/min sind von den einzelnen Firmen nach und nach vervollkommen worden.

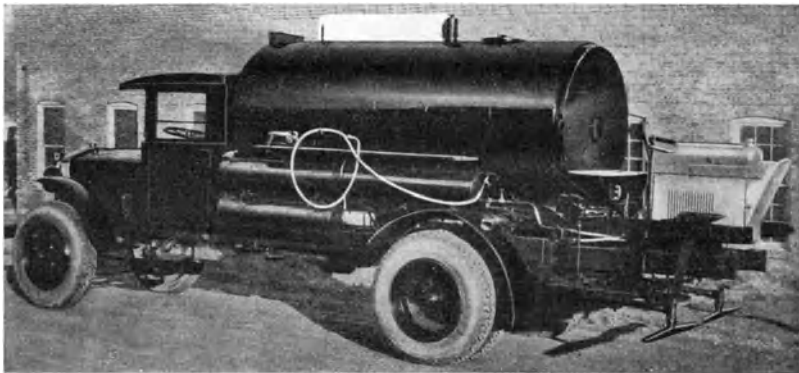


Abb. 95. Drucksprengwagen der Fa. Etnyre & Co. in Oregon, Illinois, mit hinten angeordneter Druckpumpe [D 35].

Die Druckpumpe und ihr Antriebsmotor sind entweder hinten (Abb. 95) oder vorne (Abb. 96 und 97) angeordnet. Eine besondere Druckpumpe, unabhängig von dem Fahrmotor, wird vorgezogen, damit der Druck nicht von der Fahrgeschwindigkeit abhängig ist. Der Sprengdruck liegt bei 2,5 bis 3,5 atü. Die Abb. 98a und b veranschaulichen die mit Hilfe



Abb. 96. Drucksprengwagen der Fa. Hvaß & Co. in New York mit vorn angeordneter Druckpumpe [D 37].



Abb. 97. Drucksprengwagen der Fa. W. Rosholt Comp. in Minneapolis, Minnesota, als Anhänger eines Sattelschleppers mit vorn angeordneter Druckpumpe [D 60].

von einseitigen oder beiderseitigen Auslegern geschaffenen Möglichkeiten des Aussprengens. Von der Asphaltvereinigung wird eine Breite des Sprengstreifens von mindestens 1,80 m empfohlen, meistens ist diese jedoch größer und kann unter Zuhilfenahme der Ausleger bis zu 5 und 6 m betragen. [D 35, D 37, D 39, D 60].

4. Mischanlagen. Eine Mischanlage (mixing plant) besteht aus den Maschinen und Einrichtungen zur Vorbereitung sowohl der mineralischen Zuschläge



Abb. 98 a. Sprengstreifen seitlich des Drucksprengwagens.

wie auch des Bitumens für die Vermischung und dann aus dem eigentlichen Mischer (Abb. 99). Als Mischer sind Rührwerk-mischer (pug mixer) und Trommelmischer (rotary mixer) im Gebrauch,



Abb. 98b. Sprengstreifen über die ganze Straßenbreite [D 39].

und Trommelmischer (rotary mixer) im Gebrauch, welche großenteils mit doppelten Wandungen zwecks Beheizung und geeigneten Entleerungsvorrichtungen (z. B. Bodenöffnungen) versehen sind. Die Rührwerk-mischer, deren Fassungsvermögen etwa $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ t beträgt, sind häufiger, besonders jene, bei denen sich die Rührflügel auf 2 parallel und horizontal

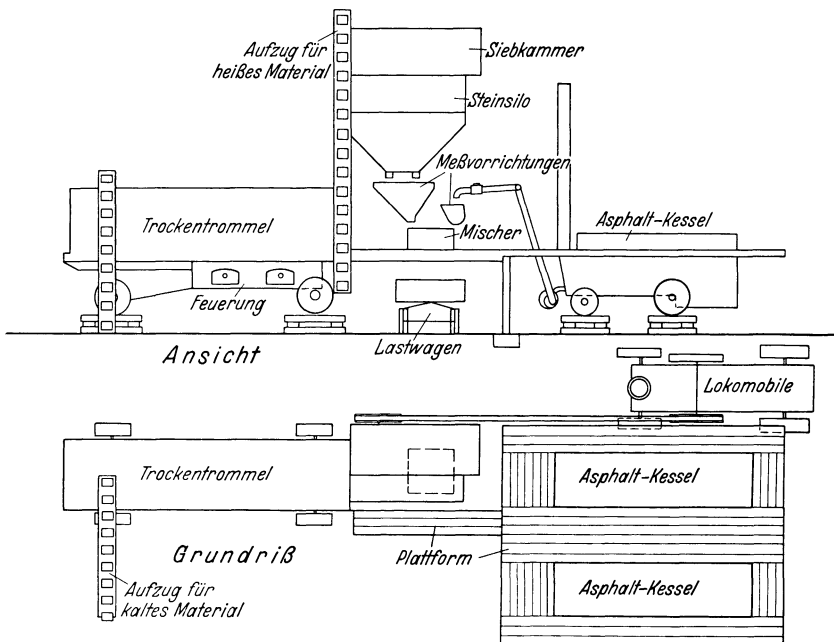


Abb. 99. Schema einer Mischanlage zur Vermischung von Mineral und Bitumen [D 12].

gelagerten Wellen befinden (Abb. 100). Doch kommen in letzter Zeit auch Trommelmischer — ähnlich den Betonmischern — mehr und mehr in Gebrauch. Bei diesen wird der Asphalt durch eine hohle Welle unter Druck auf das Mineral gespritzt. Derartige Mischer sind infolge

des hohen Zeitverbrauchs für Füllen und Entleeren nur für große Leistungen wirtschaftlich (3 t und mehr). [A 19].

Da die Aufbereitungstemperaturen einen großen Einfluß auf die Güte der Decke haben, wird der Temperaturkontrolle eine ganz besondere Beachtung geschenkt. Die Erhitzung geschieht meist für die Trockentrommel mit direkter Feuerung, für die Bitumenkessel mittels Dampf. Zur Erzielung einer gleichmäßigen Temperatur über den ganzen Inhalt des Bitumen-

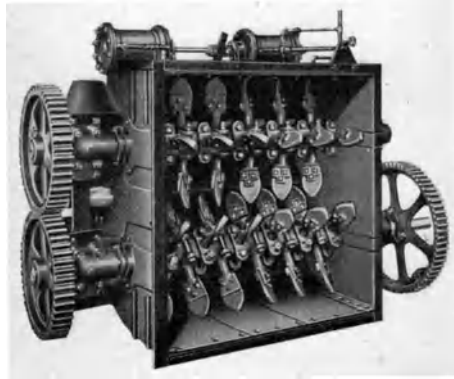
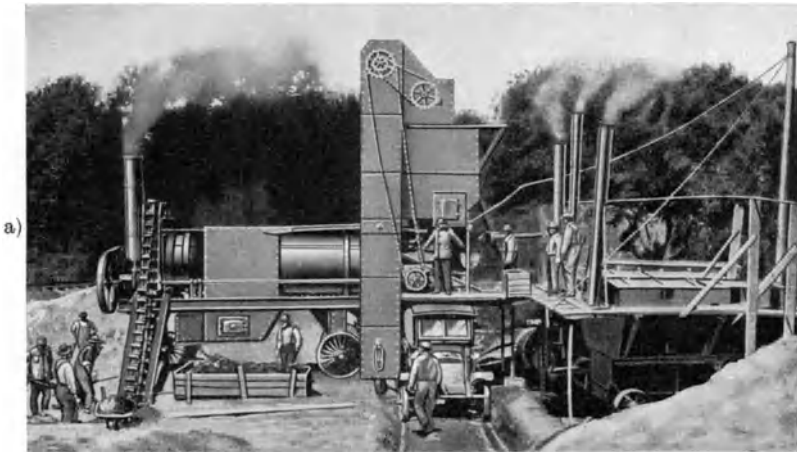


Abb. 100. Doppelwellen-Flügelmischer mit hydraulisch betriebem Bodenabschluß [F 34].



a)

kessels und zur Vermeidung der Krustenbildung an den Wandungen wird das Bitumen im Kessel in Bewegung gehalten, und zwar durch ein Rührwerk oder durch Einblasen von Dampf oder Luft [D 8]. Die Entleerung der Mischer geschieht häufig automa-



b)

Abb. 101. Fahrbare Misanlage. a) im Betrieb, b) während der Beförderung [F 34].

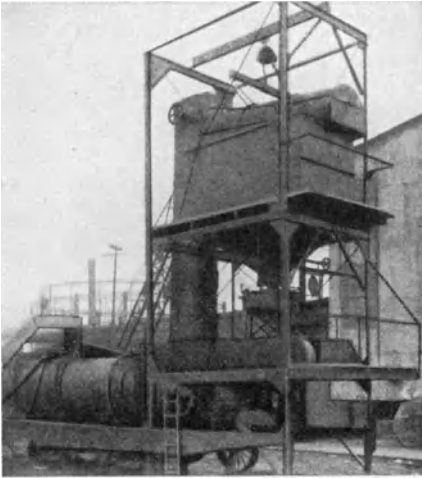


Abb. 102. Halbfahrbare Mischanlage [C 170].

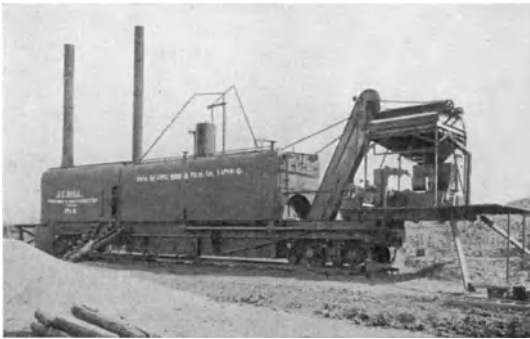


Abb. 103. Mischanlage auf einem Eisenbahnwagen [A 21].



Abb. 104. Ortsfeste Mischanlage [C 29].

tisch mit Hilfe eines Uhrwerks (timing device).

Mischanlagen werden ausgebildet als ortsfeste Anlagen bei größerem Bedarf in unmittelbarer Nachbarschaft, z. B. in den Städten, meist aber als fahrbare (Abb. 101a und b), halbfahrbare (Abb. 102) oder seltener auf einem Eisenbahnwagen aufgebaute Anlage (Abb. 103). Die ortsfesten Anlagen (Abb. 104) lassen sich für große Leistungen (8000 qm und mehr bei 5 cm starkem Asphaltbeton im Tag) ausbilden. Die Leistungen

der fahrbaren Anlagen sind geringer (300 bis 2500 qm im Tag). Es gibt auch derartige Mischanlagen für Ausbesserungen sogar schon für etwa 100 qm Tagesleistung. [A 8, A 19, A 39, C 39, C 67, C 161, C 163, C 170, D 12, F 14].

5. Vorrichtungen und Maschinen zur Verteilung der Erzeugnisse der Mischanlagen auf der Straße und zur Fertigstellung der Decke. Die Aufstellung einer Mischanlage in unmittelbarer Nachbarschaft der Baustelle ist heute keine Notwendigkeit mehr, größter Wert wird aber auf die Leistungsfähigkeit der Mischanlagen und Beförderungseinrichtungen gelegt. Für die Beförderung

bedient man sich großer Lastkraftwagen mit Kastenaufsatz, dessen rückwärtige Wand nach unten umkippar ist. Das bituminierte Gestein fällt beim Auskippen aus dem Lastwagen in große eiserne Taschen oder Wannen, welche an der Hinterwand unten einen verstellbaren Schlitz besitzen, durch den je nach seiner Stellung das Material in mehr



Abb. 105. Vorrichtung zum Verteilen von bituminiertem Gestein auf der Straße [D 36].

oder weniger starker, gleichmäßiger Schicht auf der Straße ausgebreitet wird. Die Breite dieser Verteiler (spreader, Abb. 105) ist 2,40 oder 2,70 m, sodaß unter Hinzurechnung eines kleinen Überstandes an jeder Seite jeweils die halbe Fläche einer 5,50 oder 6 m breiten Straße bedeckt werden kann.

Ausgehend von der Herstellung der Betondecken haben seit einigen Jahren (seit 1927) die Bauverwaltungen verschiedener Staaten (Alabama, Kalifornien, Georgia, Nord und Süd Karolina, New York und Tennessee), insbesondere von Kalifornien, für die Fertigstellung der Bitumendecken Oberflächenfertiger (raking and finishing machine, Abb. 106a und b) eingesetzt, die möglichst unmittelbar der Ausbreitung des Mischgutes in der vor-

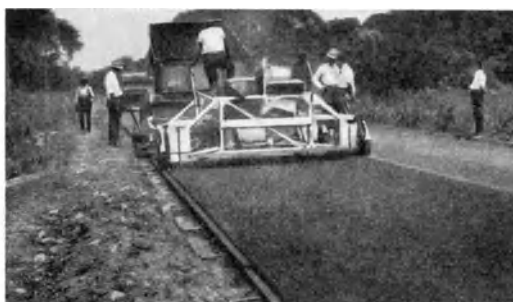


Abb. 106. Oberflächenfertiger für Bitumendecken bis zu 9 m Straßenbreite. a) Ansicht schräg von der Seite, rechts die Verteilertasche, b) Ansicht von hinten auf den Finisher und den Verteilerwagen [C 152].

her beschriebenen Weise folgen (Abb. 107). Versuchsweise ist auch in



Abb. 107. Verteilung des Mischgutes mit Hilfe der Verteilertasche, welcher der Straßenfertiger unmittelbar folgt [C 152].

Deutschland auf der Berliner Avus ähnlich verfahren worden. Die maschinellen Oberflächenfertiger ähneln den beim Bau von Betonstraßen üblichen. Die Erfahrungen sind anscheinend günstig, sodaß der Staat Kalifornien die Verwendung dieser Maschinen nunmehr allgemein vorschreibt [B 18]. Allerdings



Abb. 108. Straßenfertiger und Straßenwalze in unmittelbarer Folge bei der Arbeit, Ansicht von hinten [C 152].

wird eine Nachdichtung der Decke mit Hilfe von Walzen für notwendig gehalten, die unmittelbar hinter dem Finisher arbeiten, offenbar, um die in der Decke befindliche Wärme noch auszunutzen (Abb. 108).

Die Straßenfertiger eignen sich für die Herstellung von Decken aus Sandasphalt, Asphaltbeton sowie zerkleinertem Asphaltgestein (in Europa Stampfasphalt

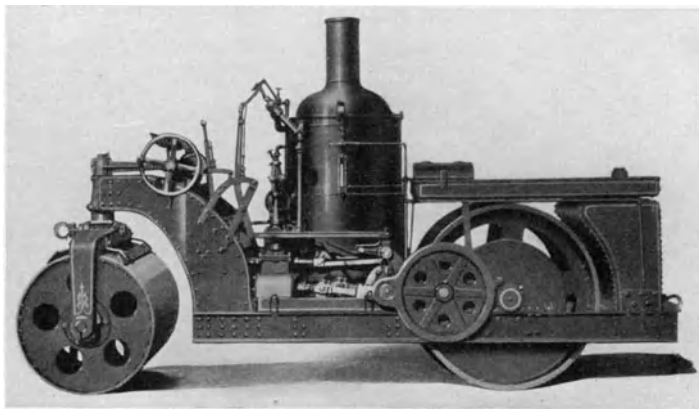


Abb. 109. Zweiraddampfwalze (Tandemwalze) der Fa. Buffalo Springfield Roller Comp. in Springfield, Ohio, für 2 bis 12 t Dienstgewicht [D 32].

genannt). Ihre Verwendung kann natürlich nur für große Arbeiten (mindestens 250 bis 300 t im Tag) in Frage kommen. Denn die Leistungsfähigkeit dieser Maschinen ist sehr groß und geht bis zu 1100 t täglich, das entspricht bei einer 5 cm starken Decke bis 8000 qm Straßenfläche im Tag. [A 39, B 2, B 18, C 152, C 171, F 14, F 25].

6. Walzen. An dieser Stelle soll nur von den Walzen (roller) die Rede sein, welche für die Herstellung von Bitumendecken besonders ausgebildet und in Benutzung sind, nicht dagegen von denjenigen, die für andere Decken, z. B. für wassergebundene Schotterdecken, Verwendung finden. Charakteristisch für die erstgenannten ist ein meist geringes Gewicht, leichte Beweglichkeit und große Geschwindigkeit. Hinzu kommt eine gut und rasch wirkende Umsteuerung, die es gestattet, daß zwischen Vorwärts- und Rück-

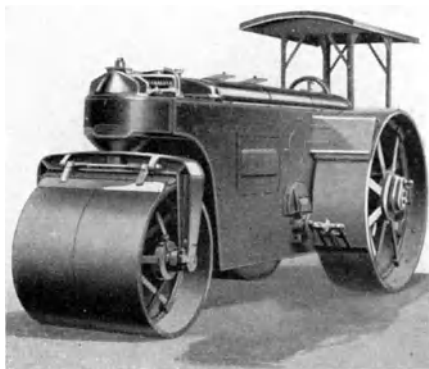


Abb. 110. Dreiradmotorwalze für Wasserberieselung der Räder der Fa. Austin Manufacturing Comp. in Chicago, Illinois, für 9 t Dienstgewicht [D 23].

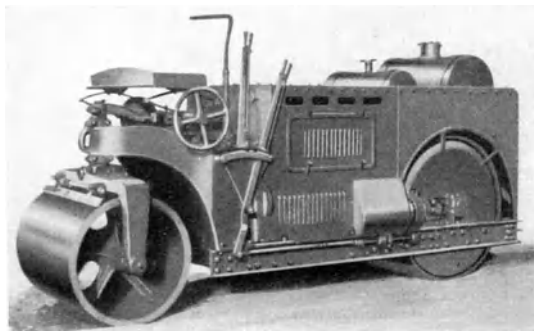


Abb. 111. Zweiradmotorwalze der Fa. Austin Manufacturing Comp. in Chicago, Illinois, für 4,5 bis 7 t Dienstgewicht [D 24].



Abb. 112. Ölbrenner zum Erwärmen und Erweichen von Fehlstellen in Bitumendecken [D4].

wärtsbewegung nur eine ganz geringe Zeitspanne verbleibt. Dieser Umstand ist von besonderer Bedeutung, insofern die Walze sich bei längerem Stillstand in die noch nicht genügend verfestigte Decke eindrücken und eine ebene Oberfläche nicht erzielt werden würde.

Die Abb. 109 bis 111 zeigen einige Beispiele gebräuchlicher Walzen. Neuerdings werden Walzen gebaut, die eine Vorrichtung zur Ölberiese-

lung der Räder an Stelle der Wasserberieselung besitzen. Auch sind die Walzen vielfach mit Aufreißern versehen, welche mittels Druck-



luft in den alten Belag eingepreßt werden. Für die erste Verdichtung des Asphaltbetons werden vorzugsweise die schwereren Dreiradwalzen (10 bis 12 t) benutzt. Bei feinkörnigem Asphaltbeton und Sandasphalt geschieht das letzte Walzen

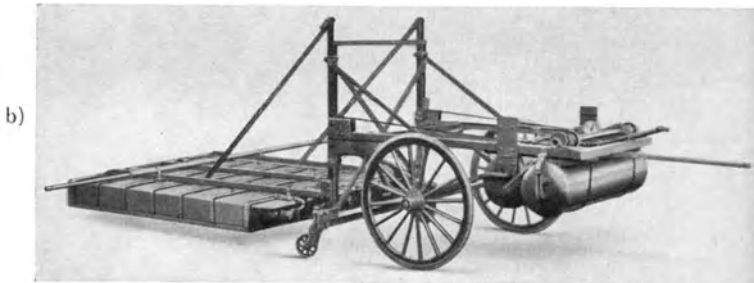


Abb. 113. Fahrbare Wärmeplatte zum Erwärmen und Erweichen von Bitumendecken. a) während der Beförderung, b) gebrauchsfertig, c) im Betrieb [D 34].

zur Erzielung einer ebenen gleichförmigen Oberfläche mit einer leichteren Tandemwalze (4,5 bis 7 t). [B 21, B 29, D 8, D 23, D 24, D 32, F 14].

7. Maschinen und Geräte für Ausbesserungen. Bei der weiten Verbreitung der Bitumendecken in den V.St.A., in erster Linie auf den Stadt-, dann aber auch auf den Landstraßen, ist es naturgemäß, daß für deren Unterhaltung zweckmäßige Vorrichtungen geschaffen werden. Hier werden keine Massenleistungen, wohl aber leichte und

einfache Handhabung sowie bequeme Beförderung verlangt.

Die Vorrichtungen für die Unterhaltung der Bitumendecken lassen sich unterteilen nach solchen, die den Aufbruch erleichtern, die das herausgenommene Material für erneute Verwendung verarbeiten, und die neues Material in kleinen Anlagen aufbereiten. Dem erstgenannten Zweck dienen Einrichtungen zum Aufwärmen der Decke. Die aufgenom-

menen Altmaterialien werden in Wärmewagen mit neuen Baustoffen vermischt und erhitzt und so für neuen Einbau vorbereitet. Kleine fahrbare Mischanlagen stellen das gewünschte Gemisch von Mineral und Bitumen neu her.

Um Erhöhungen in der Straßenfläche mittels eines Schiebers beseitigen, um Fehlstellen herausnehmen zu können, wird das Bitumen mit einem Handbrenner (portable torch) erweicht (Abb. 112). Größere Flächen werden durch fahrbare Wärmeplatten (surface heater) erhitzt und erweicht. Derartige Wärmeplatten sind in den Abb. 113a bis c wiedergegeben. Sie haben eine verhältnismäßig große Wärme­fläche, bis zu $1,8 \times 1,8$ m, sodaß durch mehrfaches Verschieben immerhin recht ansehnliche Straßenabschnitte, 150 bis 250 qm in achtstündiger Schicht, verarbeitet werden können.

Soweit die bei den kleinen Aufbrüchen gewonnenen Materialien zum Wiedereinbau noch brauchbar sind, was bei Unterhaltungsarbeiten zur Vermeidung von Transporten wertvoll ist, werden sie in eigens dafür gebauten Wärmewagen auf die erforderliche Temperatur gebracht. Das Erwärmen geschieht mit Holz, Kohle oder Öl (Abb. 114). Die Wannen, in denen das Material aufgeheizt wird, haben einen Inhalt von ungefähr 0,75 cbm. Vielfach ist im vorderen Teil des Wagens noch ein Behälter



Abb. 114. Wärmewagen für Aufbruchmassen mit Ölfuehrung [D 45].

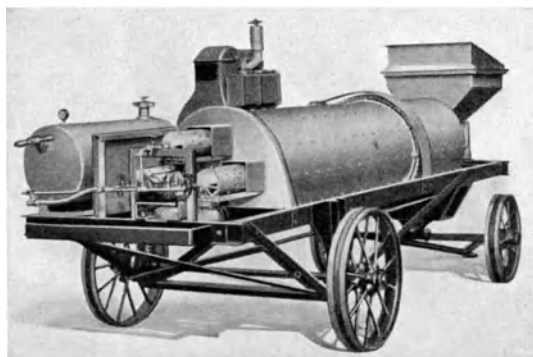


Abb. 115. Fahrbare Trockentrommel für Feinmineral mit Ölheizung [D 42].



Abb. 116. Mischer mit Handbetrieb für kleine Ausbesserungsarbeiten an Bitumendecken [D 43].

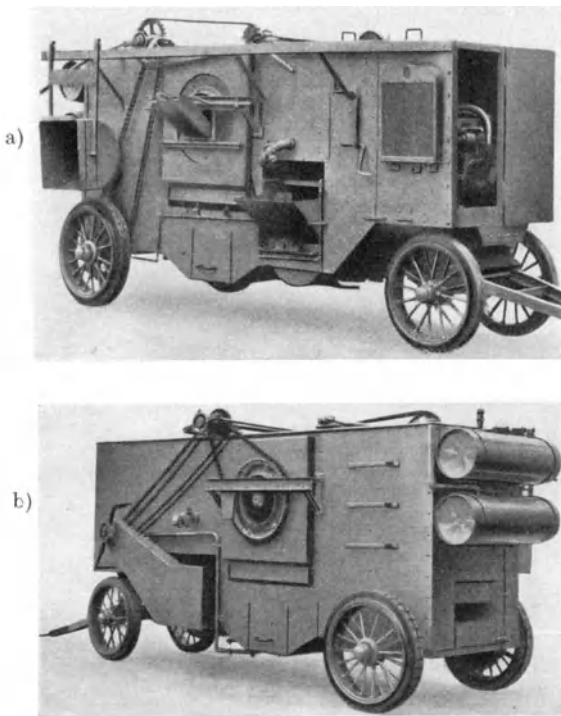


Abb. 117. Fahrbare Mischanlage für größere Ausbesserungsarbeiten an Bitumendecken. a) rechte Seite, an der die Überführung der Mineralzuschläge von der Trockentrommel zum Mischer mittels Hängewagen stattfindet, b) linke Seite, von welcher die Trockentrommel beschickt, und nach der das Mischgut abgezogen wird [D 34].

Der Fahrmotor derselben von 20 PS Leistung dient gleichzeitig für den Antrieb der Trockentrommel und des Mixsers. Die Heizung geschieht mit Öl. Durch zwei Arbeiter, die zur Bedienung erforderlich sind, kann in acht-

für Zusatzbitumen (etwa 0,2 cbm) angeordnet.

Für die Aufbereitung frischer Baustoffe dienen Geräte, die möglichst leicht sind und gut befördert werden können. Die Abb. 115 zeigt eine Trockentrommel für Feinmineral (sand dryer), die Abb. 116 einen einfachen Mischer von 100 l Inhalt für Handbetrieb, während in den Abb. 117a und b eine fahrbare Mischanlage (portable asphalt plant) dargestellt ist, die auf engem Raum alle Einrichtungen einer solchen in kleinem Maßstab enthält.



Abb. 118. Anhänger zur Beförderung von schweren Straßenbaumaschinen [D 37].

stündiger Schicht Mischgut für 125 qm einer 5 cm starken Bitumendecke hergestellt werden. [C 125, C 126, D 4, D 34, D 42, D 43, D 45].

8. Wagen zur Beförderung von Straßenbaumaschinen. Viele der vorstehend beschriebenen

Straßenbaumaschinen werden zweckmäßig im ganzen oder in wenige größere Teile zerlegt zur Baustelle befördert, zu welchem Zweck der Amerikaner besondere Wagen in Form von Anhängern an Lastkraftwagen konstruiert hat. Die Abb. 118 zeigt einen derartigen Anhänger, der hinten besonders kleine Räder hat, um mit Hilfe einer Rampe die Maschinen leichter auf die Plattform des Wagens hinaufzubringen. Dem gleichen Zweck dient auch eine vorne untergebrachte Winde. Die Tragfähigkeit dieser Anhänger beträgt bis zu 35 t. [D 37].

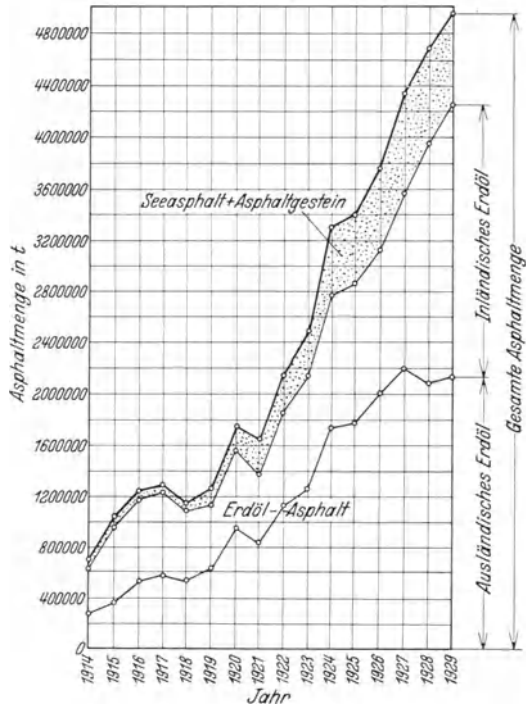


Abb. 119. Jährlich verarbeitete Menge an Asphalt für den Zeitraum von 1914 bis 1929 [D 22a].

c) Asphaltdecken.

1. Allgemeines über die Verwendung von Asphalt im Straßenbau. Der in den V.St.A. hauptsächlich zur Verwendung gelangende Asphalt kommt aus der Petroleumverarbeitung. Der Anteil des Naturasphalts (Seeasphalt und Asphaltgestein) ist gering. Die für die Asphaltgewinnung wichtigen Vorkommen an Petroleum liegen zum Teil im Inland (Kalifornien, Texas, Süd Illinois), zum Teil im Ausland (Mexiko). Der Seeasphalt wird durchweg aus Venezuela und Trinidad bezogen. Asphaltgestein wird wohl

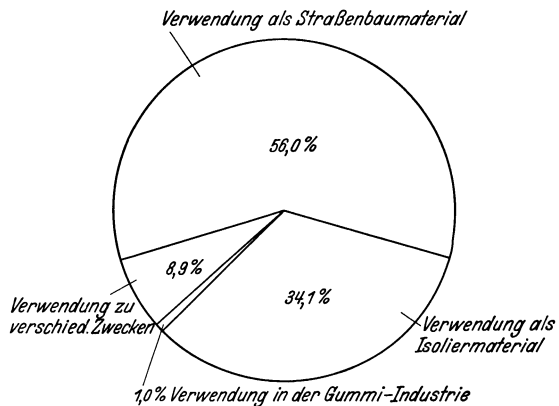


Abb. 120. Verteilung des bei der Erdölverarbeitung im Jahre 1929 gewonnenen Asphaltes auf die hauptsächlichsten Verwendungszweige [D 22a].

aus Venezuela und Trinidad bezogen. Asphaltgestein wird wohl

ausschließlich im Lande selbst gewonnen. Uvalde in Texas liefert Asphaltkalkstein, Kentucky Asphaltstein. Weitere Aufschlüsse von Asphaltkalkstein und -sandstein liegen u. a. in Alabama und Oklahoma. [A 1, A 66].

Die Abb. 119 zeigt den Gesamtverbrauch an Asphalt (also einschließlich desjenigen für andere Zwecke) für die Jahre 1914 bis 1929. Für das Jahr 1929 läßt die Abb. 120 den Anteil der einzelnen Verwendungszweige an der Gesamtmenge des Erdölasphaltes erkennen. Entsprechende Angaben für die Verwendung des Naturasphaltes (des Seeeasphaltes und Asphaltgesteins) liegen nicht vor. Es ist aber wohl anzunehmen, daß

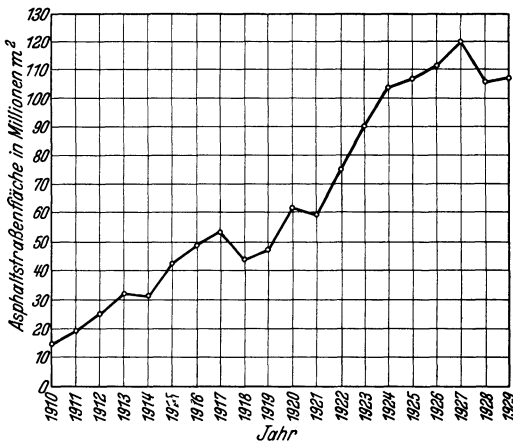


Abb. 121. Jährlicher Einbau von Asphaltdecken für den Zeitraum 1910 bis 1929 [D 22a].

auch von diesen der größere Teil im Straßenbau Verwendung findet. In welchem Umfang das inländische und das ausländische Erdöl an der für den Straßenbau wichtigen Asphaltproduktion beteiligt ist, zeigt Zusammenstellung 22.

Das Diagramm in Abb. 121 gibt Aufschluß über die alljährlich von 1910 bis 1929 mit Asphalt befestigten Flächen. In den in dem Diagramm wieder-

gegebenen Zahlen sind die Oberflächenbehandlungen mit Asphalt und die Befestigungen unter Verwendung von Straßenölen, Cut-back-Asphalten und Asphalt-Emulsionen nicht enthalten. In welchem Umfang Oberflächenbehandlungen in den V.St.A. vorgenommen werden, läßt eine Mitteilung des Asphalt-Institutes erkennen, wonach ca. 10 bis 20% aller Stadtstraßen mit einer Oberflächenbehandlung versehen sind. Aus dem Buch „Road

Zusammenstellung 22. Beteiligung des in- und ausländischen Erdöls an der Herstellung von Straßenbauasphalt 1929. [D 22a].

Art des erzeugten Asphalts	Verarbeitet aus	
	inländischem Erdöl	ausländischem Erdöl
	t	t
1. Fester bis halbfester Asphalt	545000	1008000
2. Straßenöle	611000	105000
3. Kaltasphalte (cut-backs)	20000	98000
4. Emulsionen	135	13000

Builders Catalog Directory“, das von der American Road Builders Association im Jahre 1927 veröffentlicht wurde [A 8], stammen einige Zahlen über die Straßenbeläge in 12 der größten Städte der V.St.A. Hiernach waren in diesen Städten die Straßenbeläge am 1. Januar 1926 in folgender Weise beteiligt:

bituminöse Bauweisen	54,6%	Klinkerpflaster	12,8%
Steinpflaster	14,9%	Zementbetondecken	2,7%
Schotter- und Kiesdecken usw.	13,3%	Holzpflaster	1,7%

In einer Veröffentlichung des Asphalt Institutes „The Trend of Paving“ 1930 [D 22] ist die Gesamtfläche der Asphaltstraßen in den 10 größten Städten der V.St.A. derjenigen aller anderen neuzeitlichen Beläge gegenübergestellt, und zwar für die Jahre 1920 und 1930:

Zusammenstellung 23.

Anteil der Asphaltbeläge an der Straßenbefestigung in den Großstädten.

	In Städten über 2 Mill. Einwohner (New York, Chicago und Philadelphia)		In Städten von 1 bis 2 Mill. Einw. (Cleveland und Detroit)		In Städten von ½ bis 1 Mill. Einw. (Baltimore, Boston, Buffalo, Pittsburgh und Washington)	
	Asphalt- beläge	Alle ande- ren neuzeitl. Beläge	Asphalt- beläge	Alle ande- ren neuzeitl. Beläge	Asphalt- beläge	Alle ande- ren neuzeitl. Beläge
	Million qm	Million qm	Million qm	Million qm	Million qm	Million qm
Verlegt am 1. Jan. 1930	69,5	25,4	26,2	14,2	25,8	14,6
Verlegt am 1. Jan. 1920	45,4	22,0	8,9	11,1	16,2	11,9
Gesamtzunahme . . .	24,1	3,4	17,3	3,1	9,6	2,7
Zunahme in % . . .	rd. 53	rd. 15½	rd. 196	rd. 28	rd. 59	rd. 22½

Mit besonderem Nachdruck wird von den Verfechtern und Interessenten der Asphaltstraßen auf das Alter und die Bewährung einzelner Decken hingewiesen. So waren nach einem Bericht der Asphaltvereinigung [D 21] in der Stadt Omaha in Nebraska bereits im Jahre 1893 nahezu 90000 qm Asphaltstraßen vorhanden, deren Herstellung bis auf das Jahr 1889 zurückgeht. Es handelt sich bei diesen Decken um etwa 4 cm starken Sandasphalt, der auf einem 11 cm dicken Asphaltbinder mit gröberem Mineral (black base) aufgebracht ist. Als Beispiel für das Verhalten der Asphaltdecken unter starkem Verkehr wird die mit Sandasphalt belegte 5. Avenue in New York genannt, die einen täglichen Verkehr bis zu 43000 Fahrzeugen (Abb. 122) hat.

Im übrigen beträgt der Anteil der Bitumendecken an der Gesamtheit aller Landstraßen gemäß Zusammenstellung 11 1,40% (1928) gegenüber 1,83% der Betondecken und 17,36% der verbesserten Erdstraßen, einschließlich der wassergebundenen Schotterstraßen.

Die Verwendung von Asphalt im Straßenbau ist mannigfach. Außer den bereits besprochenen Oberflächenbehandlungen und Oberflächenvermischungen gibt es Asphaltmakadam, Asphaltbeton, Sandasphalt,

Blockasphalt und Decken aus fein zerkleinertem Asphaltgestein. Neben diesen allgemein bekannten Bauweisen sind noch einige weitere, zum Teil patentierte Verfahren zu nennen: Warrenite-Bitulithic, Amiesite, National Pavement u. a. Weit verbreitet ist auch die Verwendung des Asphalts als Unter- und Binderschicht (black base und binder). Für



Abb. 122. 5. Avenue in New York, mit Sandasphalt belegt, Verkehr täglich bis zu 43000 Fahrzeuge [D 22].

erstere wird Asphaltmakadam oder Asphaltbeton mit gröberem, für letztere Asphaltbeton mit feinerem Mineralkorn gewählt.

Der Bau von Asphaltstraßen, der gegenüber der Verwendung des Teeres für den Straßenbau älter ist, hat schon früh zu hochwertigen Bauweisen geführt und diese zu hoher Vollkommenheit entwickelt. Nebenher läuft das Bestreben, auch einfache Bauverfahren auszubilden, wie sie in Gestalt der Oberflächenbehandlung oder Oberflächenvermischung bereits näher beschrieben sind.

Im folgenden sollen nun die einzelnen Deckenarten, ihre Baustoffe und ihre Herstellung be-

sprochen werden. Die Angaben sind den Mitteilungen und Veröffentlichungen der amerikanischen Asphaltvereinigung, besonders auch den Vorschriften der staatlichen Straßenbaubehörden und schließlich Aufsätzen und Berichten anerkannter Fachleute entnommen. Die mehrfach erwähnte Asphaltvereinigung ist die bedeutendste Fachorganisation in den V. St. A. auf diesem Gebiet, sie ist freilich auch ein Zusammenschluß der Interessenten. Ihre Erfahrungen aus vieljähriger Praxis im ganzen Lande sind zu Richtlinien ausgewertet, die vielfach amtlichen Vorschriften zugrunde liegen.

2. Asphaltmakadam. Der Asphaltmakadam (asphalt macadam) wird nach dem Tränk- und Mischverfahren ausgeführt. Bei dem ersteren wird

das Bindemittel erst der fertigen Mineraldecke bzw. den einzelnen Lagen derselben zugefügt, bei dem letzteren wird das Gestein vor dem Einbau bereits mit dem Bindemittel vermischt. Nach Agg gibt Mischmakadam eine gleichförmigere Decke und hat infolgedessen eine größere Lebensdauer.

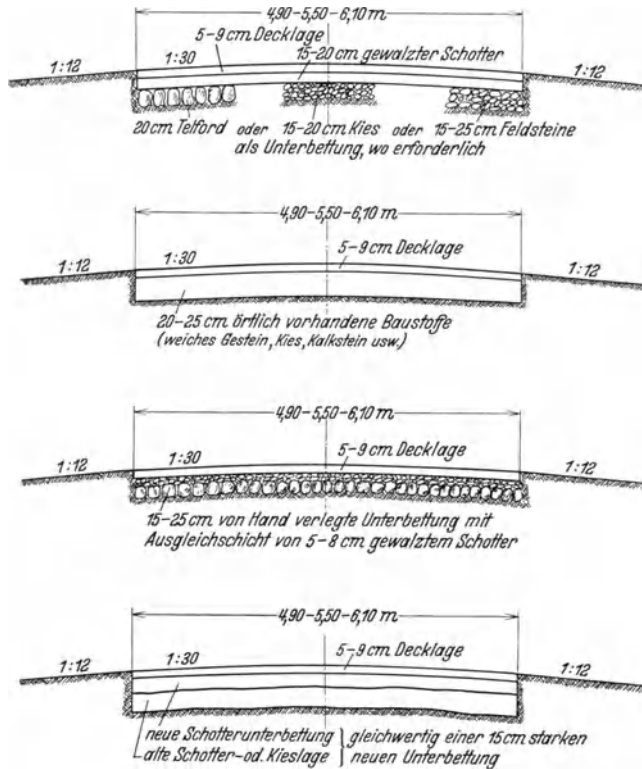


Abb. 123. Regelquerschnitte des Bureau of Public Roads für Asphaltmakadam (asphalt macadam) [E 4].

Daß die Haltbarkeit des Asphaltmakadams in hohem Maße von dem Unterbau und einer sorgfältigen Ausführung abhängig ist, leuchtet ein. Werden diese beiden Voraussetzungen erfüllt, dann sind mit dem Asphaltmakadam, auch dem Tränkmakadam, gute Erfahrungen gemacht, wenn natürlich auch Fehlschläge nicht ausgeblieben sind. Decken aus Asphaltmakadam haben sich für einen täglichen Verkehr bis zu 2000 Fahrzeugen und darüber [A 21] bewährt und als wirtschaftlich erwiesen. Die Tatsache, daß der Staat New York im Jahre 1926 bereits über 10000 km Straßen mit Asphaltmakadam belegt hatte, mag als Beweis für die Verbreitung und Wertschätzung der Decke gelten. [A 1, A 21, A 35, A 38, A 66, C 143, D 6, D 15, E 4, F 14].

Für beide Bauweisen, für das Tränk- und Mischverfahren, sind Unterbau und Ausbildung des Querschnittes gleich. In Abb. 123 sind die vom



Abb. 124. Materiallagerung für den Einbau von Asphaltmakadam, alte Straßendecke vorbereitet [D 15].

Bureau of Public Roads empfohlenen Querschnitte wiedergegeben. Sie lassen erkennen, daß der Unterbau sehr verschieden sein kann, daß insbesondere wohl jede vorhandene Befestigung, notfalls nach Ausgleich und Verstärkung, als Unterlage dienen kann. Als Mindeststärke derselben — für mittleren Verkehr — ist ein Maß von 15 cm üblich. Bei stärkerem Verkehr geht man bis zu 20 und 30 cm herauf.

a)



b)



Abb. 125. Tränkmakadam, Aufsicht auf die Gesteinslage. a) in guter Zusammensetzung, b) in ungeeigneter Zusammensetzung, aber entsprechend natürlichem Anfall [D 15].

Tränkmakadam (penetration macadam) ist diejenige der bituminösen Bauweisen, welche besonders große Verbreitung gefunden hat. Der Grund dafür dürfte wohl darin liegen, daß sich der Einbau verhältnismäßig einfach gestaltet. Ende 1928 waren nahezu 50000 km Staats-, County- und Lokalstraßen mit Tränkmakadam unter Verwendung von Asphalt und Teer befestigt. In den Staaten New York,

Ohio, Texas und Kalifornien ist dieser Belag besonders beliebt.

Der Einbau erfolgt in zwei Schichten, einer unteren aus grobem Korn und einer oberen aus mittlerem Korn, die mit feinerem Korn

abgedeckt wird. Das erforderliche Mineral wird vor Ausführung der Decke seitlich gelagert (Abb. 124) und später von Hand ausgebreitet, oder sie werden unmittelbar nach der Anfuhr mittels der früher beschriebenen Verteiler vom Wagen aus in der gewünschten Stärke auf die Straße gebracht. Die Stärke der unteren Lage beträgt in losem Zustand 6 bis 7,5 cm. Die Richtlinien der Asphaltvereinigung [D 6] empfehlen für die Kornzusammensetzung des Gesteins, daß höchstens 5% der Gesamtmenge über 63 mm und höchstens 15% unter 31 mm Korngröße haben, daß ferner 25 bis 75%, im Durchschnitt also 50% durch ein 50-mm-Sieb hindurchgehen. Es wird also eine gewisse Gleichmäßigkeit im Korn angestrebt, deren Bedeutung die Abb. 125a und b veranschaulichen. Die Körnung wählt man bei Kalkstein gewöhnlich etwas gröber als bei dem härteren Granit und Porphyr. Die Güte des Gesteins wird in erster Linie auf Abnutzung¹ in der Deval-Trommel, daneben aber auch auf Schlagfestigkeit² und Witterungsbeständigkeit³ geprüft.

Die untere Lage wird mit einer Walze von 10 bis 12 t Gewicht abgewalzt. Der Walzarbeit wird besondere Bedeutung beigemessen. Bei ungenügendem Walzen wird die Decke nicht fest genug, bildet Spuren unter dem Verkehr und auch Wellen. Zu weite Ausdehnung der Walz-

¹ Prüfung auf Abnutzung — abrasion test (A.S.T.M. D 2—26): Ungefähr 5 kg (bis auf 10 g genau gewogen) des Schotters werden in eine zylindrische, 30° zur Achse geneigte eiserne Trommel eingebracht. Die Trommel macht 10000 Umdrehungen, wobei die Drehzahl 30 bis 33 in der Minute beträgt. Alsdann wird der Schotter abgesiebt und der Durchgang durch ein $\frac{1}{16}$ -Zoll-(1,6 mm-) Maschensieb als Abnutzungsverlust bezeichnet. Der Abnutzungsverlust soll bei Gestein höchstens 6% und bei Schlacke höchstens 10% betragen.

² Prüfung auf Schlagfestigkeit — toughness test (A.S.T.M. D 3—18): Die Schlagfestigkeit wird auf einem Fallapparat ermittelt. Dieser besteht aus einer ca. 50 kg schweren Grundplatte, auf welcher das zylindrische Probestück von 25 mm Durchmesser und Höhe festgehalten wird. Über der Grundplatte ist ein Rahmen angeordnet, in dem ein 2 kg schweres Fallgewicht sich bewegt. Dieses Gewicht schlägt beim Fall auf einen 1 kg schweren Aufsatz, der auf die Gesteinsprobe aufgesetzt ist. Das untere Ende des Aufsatzes ist halbkugelförmig. Die Prüfung geht in der Weise vor sich, daß das Fallgewicht beim ersten Schlag aus einer Höhe von 1 cm auf den Aufsatz herabfällt. Die Fallhöhe eines jeden weiteren Schlages wird um je 1 cm vergrößert. Die Fallhöhe in cm, bei der die Probe birst, gilt als das Maß für die Schlagfestigkeit. Als Versuchsergebnis wird der Mittelwert aus 3 Einzelversuchen angegeben. Gutes Gestein soll eine Schlagfestigkeit von mindestens 6 bis 8 haben.

³ Prüfung auf Witterungsbeständigkeit — soundness test (U.S. Dept. Agr. Bull. 1216, 1928): 10 Schotterstücke mit einem Gesamtgewicht von ungefähr 1 kg werden bei etwa 20° C in eine gesättigte Natriumsulfatlösung (Na_2SO_4) 20 Stunden lang eingetaucht. Danach werden sie 4 Stunden lang in einem Trockenofen bei 100° C belassen. Dieser Wechsel wird mehrmals (in den Staaten New York und Georgia z. B. 5mal) wiederholt. Zum Schluß wird festgestellt, ob und welchen Schaden das Gestein dabei genommen hat.

arbeit wirkt aber auch nachteilig, weil die einzelnen Schotterstücke zerrieben werden und das auftretende Gesteinsmehl die gute Umhüllung der einzelnen Schottersteine mit Asphalt verhindert.

Unmittelbar nach dem Abwalzen der unteren Lage wird heißer Asphalt mittels Gießkannen, Gießwagen oder Drucksprengwagen aufgebracht. Natürlich muß das Gestein trocken und sauber sein. Der Verkehr muß also ferngehalten werden. Die Temperatur des Asphaltes soll mindestens 135° C und höchstens 175° C betragen, damit derselbe einerseits genügend flüssig ist, um tief in die Gesteinslage einzudringen, andererseits aber auch nicht verbrennt. Die Lufttemperatur während der Arbeit soll nicht unter 10° C heruntergehen.

Beschaffenheit und Zusammensetzung des Asphalts sind abhängig von dem Klima, der Verkehrsgröße und dem Gestein. Die Penetrationsgrenzen nach den Richtlinien der Asphaltvereinigung für die verschiedenen Verkehrsgrößen und das unterschiedliche Klima ergeben sich aus Zusammenstellung 24.

Zusammenstellung 24.

Höchstgrenzen für die Penetration von Asphalten für Asphaltmakadam unter Berücksichtigung des Verkehrs und des Klimas.

Verkehrsgröße	Penetrationsgrade bei		
	kaltem	mittlerem	warmem
	Klima		
leicht	100 bis 120	100 bis 120	60 bis 70
mittelschwer	100 „ 120	85 „ 100	60 „ 70
schwer	85 „ 100	85 „ 100	60 „ 70

Die Zahlen gelten für hartes und zähes Gestein, z. B. Granit, Gneis, Porphy, harten Kalkstein. Für weichen Kalkstein empfiehlt sich Asphalt höherer Penetration, jedoch ist es kaum nötig, die in den Richtlinien der Asphaltvereinigung (Zusammenstellung 24) angeführte oberste Grenze von 120 Grad zu überschreiten. Die Zusammenstellung 25 enthält die Anforderungen an die Beschaffenheit der Asphalte, wie sie die Staaten New York, Texas, Connecticut und Massachusetts vorschreiben. Größere Unterschiede bestehen nur hinsichtlich der Duktilität. Sie liegt zwischen 40 und 80 cm, während die deutsche Norm 50 bis 100 cm verlangt. Hinsichtlich der Penetration wird in Deutschland [F 50] ein größerer Spielraum gelassen, zwischen 30 und 300 Grad, während derselbe in den verzeichneten 4 Staaten wesentlich geringer ist, zwischen 85 und 150 Grad. Neuerdings werden für den Tränkmakadam in einzelnen Staaten auch Emulsionen herangezogen, für deren Zusammensetzung gleichfalls eingehende Vorschriften erlassen sind (Zusammenstellung 26 für den Staat New York).

Zusammenstellung 26.
 Asphalte für Tränkmakadam nach den Bauvorschriften der Staaten New York, Texas, Connecticut und
 Massachusetts [B 19, B 25, B 28, B 32].

Eigenschaften	New York		Texas		Connecticut		Massachusetts	
	Erdöl- asphalt	Natur- asphalt	Erdöl- asphalt	Natur- asphalt	Erdöl- asphalt	Natur- asphalt	Erdöl- asphalt	Natur- asphalt
1. Wassergehalt	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2. Spez. Gewicht bei 25° C in g/ccm, mindestens	0,99	1,050—1,070	1,0	1,03—1,07	1,0	1,03—1,07	1,0	1,025—1,050
3. Penetration in Graden (25° C, 100 g, 5 sec)	100—120	85—100	85—100	85—100	85—100	85—100	85—100	120—150
4. Verlust beim Erhitzen (163° C, 5 Std.), höchstens	4%	3%	1%	3%	1%	3%	1%	3%
5. Penetration des Rückstandes (25° C, 100 g, 5 sec), mindestens	50% von Pos. 3	40 Grad	50 Grad	60% von Pos. 3	60% von Pos. 3	60% von Pos. 3	55 Grad	60 Grad
6. Löslichkeit in Schwefelkohlenstoff:								
a) für Reinbitumen	99,5%	—	99,5%	—	99,5%	—	99,5%	—
b) „ Bermudezasphalt	95%	95%	—	—	—	94%	—	95%
c) „ Cubaasphalt	81%	—	—	—	—	—	—	—
d) „ Trinidadasphalt	66%	—	—	—	—	—	—	—
7. Kohlenstoffgehalt	8—17%	—	—	—	—	—	—	—
8. Flammpunkt, mindestens	190° C	175° C	175° C	175° C	175° C	175° C	175° C	175° C
9. Paraffingehalt, höchstens	4,7%	—	—	—	—	—	—	—
10. Duktilität (25° C), mindestens	40 cm	—	—	—	75 cm	50 cm	80 cm	—
11. Erweichungspunkt (Ring und Kugel)	—	40—60° C	40—60° C	40—50° C	—	—	37—57° C	35—45° C

Zusammenstellung 26. Asphaltemulsion für Tränkmakadam nach den Bauvorschriften des Staates New York [B 28].

Nr.	Eigenschaften	Bewertungszahlen
1.	Spezifisches Gewicht, mindestens	1,00 g/ccm
2.	Aschengehalt, höchstens	1,0 %
3.	Verlust bei 5stündigem Erwärmen von 10 g Masse auf 163° C zwischen	40 und 43 %
4.	Beständigkeitsprüfung, Absitzen innerhalb 10 Tage, höchstens	6 %
5.	Stabilität	höchstens 50 ccm n/100-Kalzium-Chloridlösung müssen 100 g Emulsion zum „Brechen“ bringen
6.	Anforderungen an das Bitumen:	
	a) Spezifisches Gewicht bei 25° C, mindestens . .	1,01 g/ccm
	b) Penetration bei 25° C, 100 g, 5 sec	125 bis 225 Grad
	c) Löslichkeit in Schwefelkohlenstoff bei Lufttemperatur, mindestens	98,5 %
	d) Kohlenstoffgehalt	6—16 %
	e) Duktilität bei 25° C, mindestens	40 cm

Nach den praktischen Erfahrungen ist für eine ungefähr 6 cm starke untere Lage von Asphaltmakadam eine Menge an Asphalt von 7 bis 8 l/qm erforderlich und ausreichend.



Abb. 126. Tränkmakadam. a) obere Gesteinslage aufgebracht, b) Aufsicht auf die obere Gesteinslage vor dem Abwalzen.

Unmittelbar nach dem Einguß von Asphalt in die untere Lage wird die obere Schicht ausgebreitet (Abb. 126a und b) und abgewalzt (Abb. 126c). Von manchen Fachleuten wird hierfür eine leichtere Walze von 5 bis 8 t Gewicht empfohlen. Für die Zusammensetzung des Gesteins der oberen Schicht gilt, daß höchstens 5% der Gesamtmenge die Korngröße von 31 mm überschreiten und höchstens 15% diejenige von 19 mm unterschreiten, dagegen 25 bis 75% durch ein

Sieb von 25 mm Maschenweite hindurchgehen. Die gut festgewalzte Decklage wird vor Aufguß des Asphaltes auf ihre genaue und gleichmäßige Lage mit Hilfe eines 3,5 m langen Richtscheites geprüft und notfalls ausgebessert. Die für die Decklage erforderliche Menge an Asphalt beträgt 2,5 bis 3,5 l/qm.

Den Schluß bildet eine Abdeckung durch eine dünne Lage Feinsplitt und Grus, die nochmals sorgfältig abgewalzt wird (Abb. 127a und b). Die Körnung der Abdeckung ist nicht sehr fein. Höchstens 5% der Gesamtmenge dürfen eine Korngröße von 19 mm überschreiten, nur 15% eine solche von 6 mm unterschreiten, 25 bis 75% sollen durch ein Sieb von 12,5 mm Maschenweite hindurchgehen, mithin eine Korngröße zwischen 6 und 12,5 mm haben, während rund die andere Hälfte der Gesamtmenge zwischen 12,5 und 19 mm Korngröße liegt.

Die Kosten einer 7,5 cm starken Decke aus Tränkmakadam

werden von W. G. Harger und E. A. Bonney [A 35] zu 1,3 bis 1,6 \$/qm angegeben, davon entfallen 0,1 \$/qm auf den Deckenabschluß. In „Road and Street Catalog and Data Book“ 1931 [A 67] ist die Abrechnung für den Einbau einer Tränkmakadamdecke in einer Stadtstraße wieder-

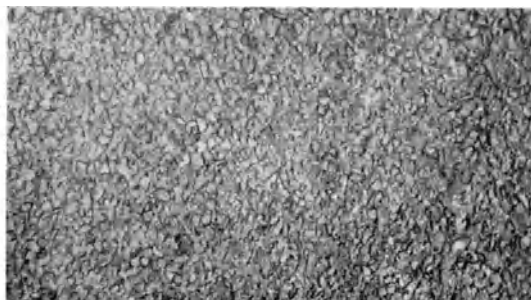


Abb. 126. Tränkmakadam. c) Aufsicht auf die obere Gesteinslage nach dem Abwalzen [D 15].

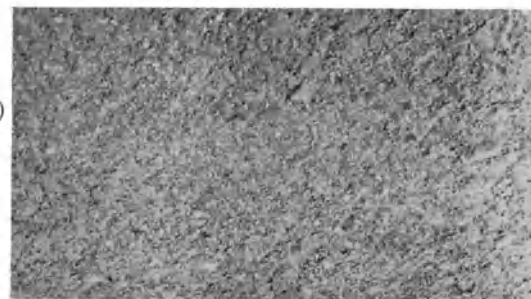
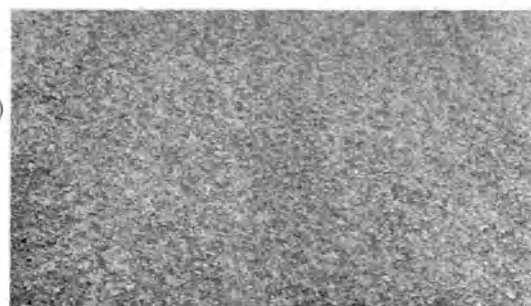


Abb. 127. Aufsicht auf die fertige Tränkmakadamdecke. a) unmittelbar nach Beendigung der Walzarbeit, b) nach einigen Wochen Verkehrsbelastung [D 15].

gegeben. Die Gesamtkosten beliefen sich auf rund 2,3 \$/qm und enthielten das Einebnen der vorhandenen Unterlage, das Aufbringen einer neuen 15 cm starken Schotterlage und den Einbau einer 7,5 cm starken Lage Tränkmakadam einschließlich Deckenabschluß. Im einzelnen verteilt sich die Summe wie folgt:

1. Ebnen der alten Unterlage	0,37 \$/qm
2. Aufbringen und Abwalzen eines neuen 15 cm starken Schotterunterbaus.	0,82 \$/qm
3. Aufbringen und Abwalzen der ersten und zweiten Schotterlage für den Tränkmakadam	0,68 \$/qm
4. Zweimaliger Aufguß von Asphalt mit Gießkannen	0,32 \$/qm
5. Absplitten der Decke	0,05 \$/qm
6. Verschiedenes	0,04 \$/qm
	2,28 \$/qm

Unter normalen Verhältnissen muß der Deckenabschluß ungefähr alle 5 Jahre erneuert werden. Es genügt dann aber eine Behandlung mit etwa 1 l/qm Straßenöl und Splitt, damit die Stärke der Abdeckung möglichst gleichbleibt.

In der Zwischenzeit ist eine sorgfältige Unterhaltung der Decke, eine alsbaldige Beseitigung von Schäden notwendig. Risse, Absplitterungen und Löcher werden sauber ausgekehrt und mit einem Aufguß von etwa 2 l/qm kaltflüssigen Asphalt versehen. Splitt wird in genügender Menge nachgegeben, das Ganze alsdann abgewalzt oder festgestampft. Mit gutem Erfolg hat man zu Ausbesserungen auch eine Mischung von Splitt und Asphalt emulsion verwendet.

Die Unterhaltungskosten werden sehr verschieden angegeben. In Rhode Island betragen sie etwa 95 \$/km, im Staate New York 630 \$/km. Dabei ist freilich zu beachten, daß dort etwa 30% der Decken aus Asphaltmakadam bereits vor 1914 eingebaut sind, daß also das hohe Alter dieser Decken den Unterhaltungsaufwand vergrößert haben wird [D 15].

Der Mischmakadam (mixed macadam) — auch als Asphaltbeton mit Hohlräumen bezeichnet — entstand aus dem Bestreben heraus, eine noch bessere Umhüllung des Minerals mit Asphalt zu erzielen als es mittels Tränken möglich ist [A 1]. Er ist im Vergleich zu dem Tränkmakadam nur wenig in Anwendung gekommen. Der Unterschied zwischen Asphaltmischmakadam und dem später behandelten Asphaltbeton besteht darin, daß das Mineralgerüst des Asphaltbetons im Gegensatz zu dem des Mischmakadams mit dem Ziel größter Dichtigkeit (Hohlraumminimum) zusammengesetzt ist. Der Mischmakadam, dem in Deutschland etwa der Steinschlagasphalt entspricht, wird anscheinend meist in warmem Zustand eingebaut. Das Steingerüst ist ungefähr aus den gleichen Körnungen zusammengesetzt wie bei dem Tränkmakadam. Der Asphaltverbrauch je cbm Gestein

beträgt 75 bis 100 kg. Die Herstellung des Mischmakadams wird bei Arbeiten geringeren Umfangs in kleinen fahrbaren Mischern vorgenommen, und zwar häufig in Trommelmischern, wie sie im Zementbetonbau üblich sind. Doch benutzt man auch stationäre Mischanlagen. Diese sind dann meistens der größeren Wirtschaftlichkeit halber in der Nähe der Steinvorkommen aufgestellt. Die fertige Mischung wird in Lastwagen zur Einbaustelle gefahren, dort ausgebreitet und mittels etwa 8 t schwerer Walzen verdichtet. Der Mischmakadam erhält zweckmäßig noch einen Deckenabschluß.

Über die Kosten des Mischmakadams findet sich wenig in den Veröffentlichungen. Agg [A 1] gibt dieselben zu 1,5 bis 2,5 \$/qm an. Die Kosten von Tränk- und Mischmakadam scheinen mithin ungefähr gleich zu liegen.

3. Asphaltbeton. Bei dem Asphaltbeton (asphaltic concrete) ist die Kornzusammensetzung des Minerals gut abgestuft. Auf den Zusatz und die Zusammensetzung feinerer Körnung wird besonderer Wert gelegt mit dem Ziel, größte Lagerungsdichte zu erreichen. Es muß jedoch erwähnt werden, daß in den V.St.A. nicht überall eine scharfe Trennung der Bauweisen nach dem Makadam- und Betonprinzip durchgeführt ist.

Der Asphaltbeton wurde bereits im Jahre 1866 in Tennessee eingebaut. In den Staaten Kalifornien, Nord Karolina, Oregon und New Jersey ist er sehr verbreitet. Insgesamt tritt seine Bedeutung gegenüber dem Asphaltmakadam — wenigstens für Landstraßen — zurück. Ende 1928 betrug die Gesamtlänge der Asphaltbetondecken auf Landstraßen ungefähr 15000 km.

Asphaltbeton hat sich selbst unter starkem Verkehr (bis über 3000 Fahrzeuge im Tag) bewährt. Er bietet die Möglichkeit der Verwendung örtlich vorhandener Zuschlagstoffe infolge der größeren Freiheit in den Körnungen gegenüber beispielsweise Asphaltmakadam und Sandasphalt. Auch zeigt er größere Rauigkeit als letzterer infolge der Anwendung gröberer Kornes. [A 1, A 19, A 21, A 35, A 45, A 64, D 9, F 14].

Es werden nach der Körnung des Gesteins drei Klassen unterschieden :

Klasse I enthält ein Mineralgemisch, bei dem alle Teile auf dem Sieb Nr. 10 (Maschenweite = 2 mm) zurückgehalten werden, also eine Korngröße über 2 mm haben;

Klasse II enthält ein Mineralgemisch, bei dem die Rückstände auf dem Sieb Nr. 10 gegenüber dem Durchgang überwiegen;

Klasse III entspricht der Klasse II mit dem Unterschied, daß nicht der Rückstand, sondern der Durchgang durch ein Sieb Nr. 10 überwiegt.

Von Klasse I nach Klasse III nimmt mithin der Anteil des feinen Kornes zu. Der bekannteste Vertreter der Klasse III ist Topeka, der dem

Sandasphalt ähnlich ist und sich von ihm lediglich durch die Anwesenheit gröberer Kornes zwischen 2 und 12,5 mm unterscheidet. Die staatlichen Bauvorschriften verlangen ein gutes Gestein (auch Schlacke). Die Anforderungen an die Festigkeit des Gesteins decken sich im wesentlichen mit den für Asphaltmakadam (S. 181) beschriebenen. Die Korngröße soll 31 mm nicht übersteigen. Für das Feinmineral (Sand oder Grus bis 6 mm Korngröße) wird folgende Kornzusammensetzung empfohlen [D9]:

Zusammenstellung 27. Feinmineral (Sand oder Grus) für Asphaltbeton.

Korngröße über 6 mm	0 %
„ von 2 bis 6 mm	0 bis 20 %
„ „ 0,42 „ 2 „	15 „ 50 %
„ „ 0,18 „ 0,42 „	25 „ 65 %
„ „ 0,074 „ 0,18 „	7 „ 40 %
„ unter 0,074 mm	0 „ 6 %

Nach der A.S.T.M. Norm D 242—26 T soll der Füller (Kalkstein oder Portlandzement) eine Korngröße über 0,59 mm nicht enthalten, über 0,18 mm Korngröße höchstens 5 % und über 0,074 mm Korngröße höchstens 35 %.

Nach den Richtlinien des Bureau of Public Roads enthält die Klasse I fast ausschließlich Mineral von 6 bis 31 mm Korngröße (Grobkorn), von 2 bis 6 mm Korngröße sollen höchstens 15 % vorhanden sein. Die Klasse II setzt sich zusammen aus rd. 55 bis 65 % Grobkorn, 25 bis 35 % Feinmineral und 4 bis 6 % Füller. Sie ähnelt dabei dem in Deutschland üblichen Asphaltgrobkornbeton. Die Klasse III (Topeka), etwa dem deutschen Asphaltfeinbeton entsprechend, enthält folgende Kornzusammensetzung [D 9]:

Zusammenstellung 28. Mineralgerüst für Topeka.

Korngröße von 2 bis 12,5 mm	20 bis 35 %
„ „ 0,42 „ 2,0 „	7 „ 25 %
„ „ 0,18 „ 0,42 „	11 „ 36 %
„ „ 0,074 „ 0,18 „	10 „ 25 %
„ unter 0,074 mm	7 „ 11 %

Asphaltbeton der Klasse I wird seltener als Decklage benutzt. Die Asphaltmenge, die in den einzelnen Klassen des Asphaltbetons zugesetzt wird, ist sehr verschieden. Die Klassen I und II erhalten häufig 5 bis 8 Gew.-% Asphalt, die Klasse III 7,5 bis 9,5 %.

Über die Anforderungen an den Asphalt — es werden Erdölaspalt und Seesphalt benutzt — haben die einzelnen Staaten besondere Vorschriften erlassen, welche für die vier Staaten New York, Nord Karolina, Arkansas und Pennsylvanien in Zusammenstellung 29 angegeben sind. Die Asphaltmengen stimmen ungefähr mit den in Deutschland für die entsprechenden Klassen üblichen überein, mit der Maßgabe, daß sich bei uns der Bindemittelgehalt nach den Hohlräumen des eingerüttelten

Minerals richtet. Bemerkenswert ist, daß die erforderliche Duktilität vielfach nur zu 25 bis 30 cm festgesetzt ist, während in Deutschland mindestens 50 cm verlangt werden. Auch ist die bei uns zulässige Spanne für die Penetration größer (25 bis 90 Grad). Der Brechpunkt ist in den amerikanischen Vorschriften nicht erwähnt, der Erweichungspunkt tritt nur in einzelnen Vorschriften auf.

Auch für den Asphaltbeton kann jede vorhandene alte Befestigung als Unterlage dienen, notfalls muß sie auf die erforderliche Stärke gebracht werden. Diese soll keineswegs unter 15 cm, bei schwerem Verkehr dagegen 20 bis 30 cm betragen. Muß die Unterlage neu geschaffen werden, so wird gern Zementbeton im Mischungsverhältnis 1:3:6 gewählt, für den meist eine Stärke von 15 cm genügt. Verwendet man als Unterlage, was sehr häufig geschieht, gleichfalls Asphaltbeton oder Asphaltmischmaka-

Zusammenstellung 29. Asphalte für Asphaltbeton nach den Bauvorschriften der Staaten New York, Nord Karolina, Arkansas und Pennsylvania [B 17, B 28, B 29, B 30].

Eigenschaften	New York	Nord-Karolina: Erdöl-asphalt	Arkansas		Pennsylvanien: Erdöl-asphalt
			Erdöl-asphalt	Bermudez-Natur-asphalt	
1. Wassergehalt.	0%	0%	0%	0%	0%
2. Spez. Gewicht bei 25° C in g/ccm, mindestens	0,99	1,00	1,01	1,04	—
3. Penetration in Gradon (25° C, 100 g, 5 sec)	50—65	50—60	40—60	40—60	40—70
4. Verlust beim Erhitzen (163° C, 5 Std.), höchstens	4%	1%	1%	3%	2%
5. Penetration des Rückstandes (25° C, 100 g, 5 sec), mindest.	50% von Pos. 3	60% von Pos. 3	50% von Pos. 3	50% von Pos. 3	60% von Pos. 3
6. Löslichkeit in Schwefelkohlenstoff:					
a) für Reibitumen, mindestens	99,5%	99,0%	99,5%	—	99,5%
b) „ Bermudezasphalt, mindestens	95%	—	—	94%	94,0%
c) „ Kubaaasphalt, mindestens	81%	—	—	—	81,0%
d) „ Trinidadasphalt, mindestens	66%	—	—	—	60,0%
7. Kohlenstoffgehalt.	8—17%	—	—	—	—
8. Flammpunkt, mindestens	190° C	175° C	175° C	175° C	175° C
9. Paraffingehalt, höchstens	4,7%	—	—	—	—
10. Duktilität (25° C), mindestens	25 cm	30 cm	50 cm	30 cm	30 cm

Arbeitsvorgang mit den gleichen Arbeitsgeräten durchführen und die Decke — wichtig für Stadtstraßen — leicht aufbrechen zu können.

Für die Ausführung von Straßen in Asphaltbeton hat das Bureau of Public Roads Regel-Querschnitte (Abb. 128) herausgegeben [E 4], in denen die große Verschiedenartigkeit des Unterbaues angedeutet ist. Die übliche Stärke des Asphaltbetons in der fertigen Decke beträgt 5 bis 6 cm, bei Zementbetonunterlage ist eine Einschränkung bis 4 cm möglich. Andererseits ist eine Verstärkung der Asphaltbetondecke nötig, wenn, wie es bei Asphaltfeinbeton oft geschieht, eine Binderschicht zwischengeschaltet wird, welche die Unebenheiten des alten vorhandenen

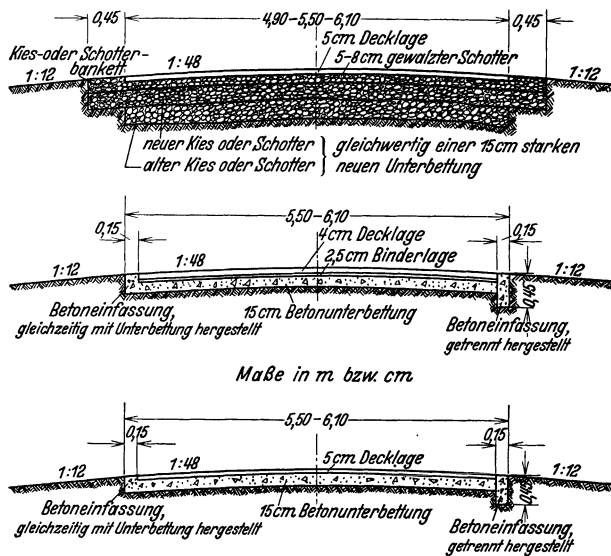


Abb. 128. Regelquerschnitte des Bureau of Public Roads für Asphaltbeton (asphaltic concrete) [E 4].

Unterbaues ausgleicht. Als dann ist das übliche Maß für Binder- und Deckschicht je 4 cm, für die gesamte Decke aus Asphaltbeton mithin 8 cm.

Ein weiterer Vorteil der Binderschicht ist, daß sie durch das Aufteilen der gesamten Stärke in zwei Lagen ein Schieben beim Walzen verhindert und daher eine gleichmäßige und einwandfreie Lage der Decke begünstigt. Man unterscheidet zwei Arten von Bindern. Der offene Binder besteht aus Grobkorn von 16 bis 31 mm Korngröße, dem 3,5 bis 4,5% Asphalt oder Teer zugesetzt werden. Der geschlossene Binder enthält auch Feinkorn, hat also eine ähnliche Zusammensetzung wie der eigentliche Asphaltbeton.

Der Asphaltbeton wird warm und kalt eingebaut. Die Temperatur bei dem warmen Einbau liegt zwischen 110 und 165° C. Der Asphalt wird vor dem Eintritt in den Mischer auf 120 bis höchstens 175° C er-

hitzt. Die Mischtemperatur des mineralischen Zuschlags steigt mit der Feinheit des Kornes. Die obere Grenze liegt für Klasse I ungefähr bei 120° C, für Klasse II bei 175° C und für Klasse III bei 190° C. Die untere Grenze schwankt zwischen 95 und 135° C. Die Mischdauer liegt bei Klasse I in der Nähe einer halben Minute, steigt bei den Klassen II und III auf $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Minuten. Die Temperatur der fertigen Mischung darf nach den Vorschriften verschiedener Staaten höchstens um $\pm 15^\circ$ C von der vorgeschriebenen abweichen. [A 1, B 22, B 29, D 9].

Aus dem Mischer gelangt das Mischgut mit einer Temperatur von 110 bis 165° C auf die Straße und wird hier von Hand mittels Schippen und Rechen oder auch neuerdings, besonders für große Leistungen, mit Hilfe der Verteiler ausgebreitet. Unmittelbar darauf wird abgewalzt mit Walzen von etwa 10 t Gewicht, soweit nicht zunächst eine Verdichtung der Decke mit Hilfe des Straßenfertigers (finisher) erfolgt. Falls es die Straßenbreite erlaubt, wird ein Walzen in Diagonalstreifen bevorzugt. Die für die Walzen unzugänglichen Stellen, z. B. an Kanten und Ecken sowie an Straßeneinbauten, werden mit heiß gemachten Stampfern behandelt. Heiße Glätteisen sorgen alsdann für eine ebene Oberfläche und gute Verbindung mit dem anschließenden Straßenteil. [B 18, C 67].

Der Asphaltbeton der Klasse III bedarf infolge seines reichen Gehaltes an feinem und feinstem Korn im allgemeinen eines besonderen Deckenabschlusses nicht, wohl aber derjenige der Klassen I und II, da diese infolge des Grobkornes nicht wasserundurchlässig sind. Bei diesen wird auf die fertig gewalzte Decke heißer Asphalt in einer Menge von 1 bis 1,25 l/qm und alsdann trockener Splitt von 6 bis 12 mm Korngröße aufgebracht. Das Ganze wird dann nochmals gut abgewalzt.

Der zumeist in stationären Anlagen hergestellte Asphaltbeton für Kalteinbau setzt sich nach den Vorschriften einzelner Staaten, wie New York [B 28], Nord Karolina [B 29] und Pennsylvania [B 30], aus einer gröberen, hohlraumhaltigen Binderschicht (Mineralkörnung zwischen 6 und 51 mm) und einer feineren Deckschicht (Mineralkörnung überwiegend zwischen 3 und 16 mm, Füllerzusatz bis 15%) zusammen. Um einen guten Abschluß der Decke zu erzielen, kann sie nach dem Abwalzen noch abgesandet werden. Die Aufbereitung des Mischgutes erfolgt in der Weise, daß das leicht angewärmte Gestein zunächst mit ca. 0,5 bis 1% Öl (Erdöldestillat zwischen 105 und 230° C) versetzt wird. Das ölgetränkte Gestein wird alsdann mit einem auf 120 bis 150° C erwärmten Asphalt vermischt. Die Asphaltmenge beträgt für die grobkörnige Mischung 4 bis 6% und für die feinkörnige Mischung 5 bis 8%. Der Asphalt entspricht demjenigen für Warmeinbau mit der Einschränkung, daß die Penetration zwischen 85 und 100 Grad beträgt. Nach der Zugabe des Asphalts wird dem Gemisch noch 1 bis 5% feingepulverter gelöschter Kalk hinzugefügt. Die Mischdauer soll mindestens $3\frac{1}{2}$ Minuten betragen.

Die Verdichtung jeder der beiden Schichten, die zusammen etwa 5 cm stark sind, geschieht mit einer 7 bis 8 t schweren Walze. Unebenheiten in der fertigen Decke über 6 mm Höhe sind unzulässig. Die geschilderte Bauweise — auch Amiesite genannt — war bis vor einigen Jahren patentrechtlich geschützt. [A 20, A 21, A 64, C 172].

Nach C. C. Wiley [A 64] und anderen Verfassern belaufen sich die Kosten für 1 qm Asphaltbeton ohne Unterbau auf 1,2 bis 1,7 \$, nach W. G. Harger und E. A. Bonney [A 35] mit Unterbau aus Beton oder Makadam auf 3,6 bis 4,8 \$. In „Road and Street Catalog and Data Book 1931“ [A 67] werden die Gesteungskosten für 1 qm einer 6,5 cm starken Asphaltbetondecke gegliedert aufgeführt. Die Decke wurde 1927 auf einer vorhandenen und vorbereiteten Unterlage verlegt, deren Kosten in der Aufstellung nicht berücksichtigt sind. Die Aufbereitung geschah in einer Cummer-Mischanlage von etwa 600 qm Tagesleistung. Die Kosten je am. t (0,907 t) stellten sich folgendermaßen:

1. Material (Schotter, Sand und Asphalt) frei Mischanlage	3,303 \$
2. Betriebskosten der Mischanlage	0,390 \$
3. Löhne für die Aufbereitung	0,547 \$
4. Abschreibung der Mischanlage	1,320 \$
5. Beförderung von der Mischanlage zur Einbaustelle.	0,950 \$
	6,510 \$

Da dem Gewicht 1 am. t rd. 5,8 qm der angegebenen Deckenstärke von 6,5 cm entsprechen, stellten sich die Kosten je qm frei Baustelle auf rd. 1,1 \$. Hierzu kommen noch die Aufwendungen für den Einbau mit 0,26 \$/qm, einschließlich der Materialien für den Deckenabschluß und für Aufsicht und Unvorhergesehenes mit 15% = 0,2 \$, sodaß sich der Preis für 1 qm auf $1,1 + 0,26 + 0,2 = 1,56$ \$ berechnet.

Die Unterhaltung des Asphaltbetons erstreckt sich auf eine laufende Ausbesserung und vollkommene Erneuerung des Deckenabschlusses. Hier gilt dasselbe, was hinsichtlich der Unterhaltung von Asphaltmakadam bereits gesagt ist, sowohl bezüglich der kleinen Flickarbeit wie auch der Nachforschung nach den Ursachen von eintretenden Mängeln. Die in der Literatur anzutreffenden Angaben über die Unterhaltungskosten (über 0,5 \$ je qm und Jahr) haben wenig Wert, da sie einen zu weiten Spielraum lassen und offenbar allzu sehr von örtlichen Verhältnissen beeinflusst sind.

Die Lebensdauer des Asphaltbetons wie auch des Asphaltmakadams wird auf 10 bis 15 Jahre geschätzt [A 35].

4. Sandasphalt. Der Sandasphalt (sheet asphalt) unterscheidet sich von der feinkörnigen Klasse III des Asphaltbetons dadurch, daß er Mineral über 2 mm nicht enthält. Aus diesem Grund wird er gewöhnlich auf einer grobkörnigeren Binderschicht verlegt, die bereits bei dem Asphaltbeton näher charakterisiert wurde.

Der Sandasphalt ist in den Städten der V.St.A. eine seit Jahrzehnten geschätzte Befestigungsart, deren Bedeutung etwa dem Stampfasphalt in Deutschland entspricht, von dem er sich aber durch eine größere Rauigkeit unterscheidet. Bereits 1870 wurde Sandasphalt in Newark, New Jersey, verlegt. In den Jahren 1896 bis 1897 erhielt die 5. Avenue von New York diesen Belag. In verschiedenen Städten besteht mehr als die Hälfte der hochwertigen Straßendecken aus Sandasphalt.

Später hat sich die Verwendung des Sandasphaltes in den V.St.A. auch auf die Landstraßen ausgedehnt. Im Jahre 1928 waren rd. 4800 km Staats- und Lokalstraßen mit Sandasphalt belegt. Hieran am stärksten beteiligt waren die Staaten Florida, New Jersey und Kalifornien [A 38]. Da der Sandasphalt eigentlich ein Asphaltbeton mit feinstem Korn ist, lehnen sich die üblichen Querschnitte eng an diejenigen für Asphaltbeton an. Anscheinend hat das Bureau of Public Roads auch keine beson-

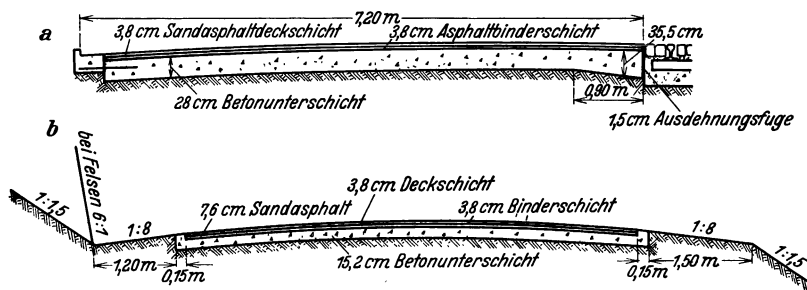


Abb. 129. Typische Querschnitte für Sandasphalt (sheet asphalt). a) Stadtstraße mit Binder nach Agg [A 1], b) Landstraße nach Vorschrift des Connecticut State Highway Department [A 67].

deren Regelquerschnitte für Sandasphalt herausgegeben. In Abb. 129a und b sind zwei Querschnitte wiedergegeben, von denen der eine dem Lehrbuch von T. R. Agg [A 1] entnommen, der andere von der Bauverwaltung des Staates Connecticut [A 67] vorgeschrieben ist. [A 1, A 21, A 35, A 38, A 64, A 67, D 8].

Als Unterbau dienen auch hier alte vorhandene Beläge, sofern sie fest genug sind. Bevorzugt wird sowohl für Stadt- wie für Landstraßen Zementbeton im Mischungsverhältnis 1:3:6 und in einer Stärke von etwa 15 cm. Die Oberfläche des Zementbetons wird nach Möglichkeit rau gehalten, um ein Schieben des Sandasphaltes auf der Unterlage zu vermeiden. Wenn auch bei einem derartigen Unterbau die Binderschicht hin und wieder fehlt, so ist sie doch üblich (Abb. 129). Für die Binderschicht wird folgende Kornzusammensetzung als günstig bezeichnet:

Korngröße von 12,5 bis 25 mm	15 bis 65% der Gesamtmenge,
„ „ 2 bis 12,5 mm	20 bis 50% der Gesamtmenge,
„ unter 2 mm	15 bis 35% der Gesamtmenge.

Auf die Höhe des Asphaltzusatzes (4 bis 7%) und die günstige Temperatur der einzelnen Teile bei der Mischung wird besonderer Wert gelegt. Der Sand wird gewöhnlich auf 110 bis 175° C, der Asphalt auf 135 bis 175° C erhitzt. Die Mischung soll mit mindestens 100° C auf die Straße aufgebracht werden.

Für die Deckschicht, also den eigentlichen Sandasphalt, hat die American Society for Testing Materials die folgende Zusammenstellung

Zusammenstellung 30.
Kornzusammensetzung der American Society for Testing Materials (D 162—29) für Sandasphalt.

Korngrößen	Anteil in % (Gewicht)
von 0,84 bis 2,0 mm	5 bis 15
„ 0,59 „ 0,84 „	5 „ 15
„ 0,42 „ 0,59 „	8 „ 25
„ 0,297 „ 0,42 „	5 „ 30
„ 0,177 „ 0,297 „	5 „ 40
„ 0,149 „ 0,177 „	6 „ 25
„ 0,074 „ 0,149 „	6 „ 25
unter 0,074 mm. . . .	0 „ 5

für die Körnung des Sandes¹ als Richtlinie herausgegeben. Dieser Kornzusammensetzung, die wohl auf die Erfahrungen von Cl. Richardson zurückgeht, passen sich die Richtlinien der einzelnen Staaten mehr oder weniger eng an. Als Füller für die Deckschicht kommt in der Hauptsache Kalksteinstaub oder Portlandzement in Frage. Hinsichtlich der Füllerfeinheit gelten die gleichen Grenzen, wie sie bereits in dem Abschnitt Asphaltbeton (S. 188) erwähnt sind. Für die Standfestigkeit (Stabilität) der Deckschicht ist neben der Zusammensetzung des Minerals die Beschaffenheit des Asphaltes maßgebend. Als Bindemittel für Sandasphalt finden Erdölaspalte und gefluxte Naturaspalte Verwendung. Sie sollen nach den Vorschriften einzelner Staaten die gleiche Beschaffenheit aufweisen wie bei Asphaltbeton.

Bei der Mischung der Deckschicht wird soviel Füller zugesetzt, wie die Masse aufnehmen kann, ohne Klumpen zu bilden und Schwierigkeiten bei der Verarbeitung zu bereiten. Bei Sanden, die der vorbeschriebenen Kornabstufung entsprechen, hat sich ein Fülleranteil von 6 bis 20% und ein Asphaltzusatz zwischen 9,5 und 13,5% als zweckmäßig erwiesen. Sowohl für den Füller als auch für den Asphalt erhöhen sich die Anteile mit der Schwere des Verkehrs.

Bei der Mischung der Deckschicht wird soviel Füller zugesetzt, wie die Masse aufnehmen kann, ohne Klumpen zu bilden und Schwierigkeiten bei der Verarbeitung zu bereiten. Bei Sanden, die der vorbeschriebenen Kornabstufung entsprechen, hat sich ein Fülleranteil von 6 bis 20% und ein Asphaltzusatz zwischen 9,5 und 13,5% als zweckmäßig erwiesen. Sowohl für den Füller als auch für den Asphalt erhöhen sich die Anteile mit der Schwere des Verkehrs.

¹ Zur Bestimmung der Kornzusammensetzung feinkörniger Mineralzuschläge werden nach A.S.T.M. D 162—29 und E 11—26 folgende Siebe verwendet:

Sieb Nr.	10	mit einer	Maschenweite	von	2,00	mm
„	„	20	„	„	„	0,84
„	„	30	„	„	„	0,59
„	„	40	„	„	„	0,42
„	„	50	„	„	„	0,297
„	„	80	„	„	„	0,177
„	„	100	„	„	„	0,149
„	„	200	„	„	„	0,074

Die amerikanischen Forscher haben sich seit 1924 besonders eingehend damit beschäftigt, theoretische Grundlagen für die Bemessung des Anteils an Bindemittel zu finden. M. F. McNaughton, P. Hubbard, F. C. Field, H. W. Skidmore, A. R. Ebberts u. a. haben bereits 1924/26 Arbeiten über die Beziehungen zwischen der zweckmäßigen Menge an Bindemittel, dem Aufbau des Mineralgerüsts (unter besonderer Berücksichtigung des Füllers) und der Stabilität der fertigen Mischung veröffentlicht. Für die Bestimmung der Menge des Bindemittels in Abhängigkeit von der Zusammensetzung und Form des Minerals sind zwei Theorien aufgestellt worden: Die Hohlraumtheorie und die Oberflächentheorie. Nach der ersteren, die bereits vor dem Kriege in den V. St. A. Bedeutung hatte, wird der Anteil des Bindemittels entsprechend dem im Mineral vorhandenen Hohlraum, welcher zweckmäßig ein Minimum betragen soll, bemessen; nach der letzteren wird die Asphaltzugabe von der Oberfläche des Minerals abhängig gemacht. Die Zusammenfassung beider Theorien sowie insbesondere der Nachweis der Güte einer Mischung durch Prüfung der Standfestigkeit, bilden die Grundlage für die in jüngster Zeit angestrebte wissenschaftliche Behandlung des Sandasphaltaufbaues und im weiteren Sinne auch der Konstruktion aller bituminösen Betone. Auf die sehr interessanten Einzelheiten dieser Forschungen einzugehen, würde hier zu weit führen. Einzelne Staaten haben diese wissenschaftlichen Erkenntnisse in ihren Vorschriften über Asphaltbeton bereits mehr oder minder verwertet. Es sei darauf hingewiesen, daß in Deutschland, in erster Linie durch das Verdienst P. Hermanns, des Vorstandes der Zentralstelle für Asphalt- und Teerforschung in Berlin, mit den gleichen wissenschaftlichen Grundlagen bei der Herstellung von Asphaltbeton, insbesondere von Sandasphalt, gearbeitet wird. [A 1, A 13 bis A 19, A 54, A 55, A 169, B 19].

Die Feststellung der Stabilität einer Sandasphaltnischung (stability test) wird für die Beurteilung ihrer Güte als wesentlich angesehen. Es sind verschiedene Verfahren hierfür entwickelt worden, die letzten Endes alle Beanspruchungen der Proben auf Scherfestigkeit darstellen. Eine allgemein anerkannte Methode hat sich jedoch noch nicht herausgebildet. Das bekannteste Untersuchungsverfahren ist von P. Hubbard. Er prüft eine Sandasphaltnischung auf ihre Stabilität in der Weise, daß er Probekörper in einem Metallzylinder, dessen Boden eine kreisförmige Öffnung hat, einem wachsenden Druck aussetzt. Die Auflastung in Kilogramm, die erforderlich ist, um die Mischung aus der Bodenöffnung herauszupressen, gilt als ein Maß für die Stabilität der Mischung. Ein Prüfverfahren zur Beurteilung der Menge des Bindemittels in Sandasphaltnisungen ist von Cl. Richardson in dessen 1904 erschienenem Buch „The Modern Asphalt Pavement“ bereits erwähnt. Es ist dies die sogenannte Schlag- oder Abklatschprüfung (pat

test). Sie ähnelt im wesentlichen dem Verfahren, wie es für die Prüfung der Bitumen-Mineralgemische von Oberflächenvermischungen unter C b) 2 näher beschrieben wurde.

Die geeignete Temperatur, auf welche der Sand der Deckschicht vor der Asphaltzugabe erhitzt wird, liegt zwischen 135 und 200° C, diejenige des Asphalts zwischen 135 und 175° C. In den Mischer wird zunächst der heiße Sand gebracht, es folgt der Füller, häufig ohne vorhergehende Erwärmung. Beide werden alsdann 15 bis 20 sec gemischt. Nunmehr wird der Asphalt hinzugefügt. Die Mischdauer beträgt insgesamt etwa 1 Minute.

Nachdem das Material für Binder- und Deckschicht in der Aufbereitungsanlage fertiggestellt und mit genügend hoher Temperatur (zwischen 110 und 160° C) in gut abgedeckten Lastwagen auf die Einbaustelle gebracht worden ist, wird es dort von Hand mittels angewärmter Geräte (Harken und Rechen) oder maschinell mittels der Verteilertaschen zwischen den Seitenschalungen ausgebreitet. Noch heiß wird jede Lage für sich abgewalzt oder auch zuvor mit dem Straßenfertiger (finisher) bearbeitet. Das Abwalzen geschieht mit einer 8 bis 10 t schweren Walze. Die Deckschicht muß aufgebracht werden, ehe die Binderschicht erkaltet ist, um den Zusammenhalt zu sichern. Im übrigen erfolgt die Fertigstellung und auch die Nachprüfung der fertigen Decke mit dem Richtscheit in gleicher Weise wie bei dem Asphaltbeton. Abweichungen über 6 mm sind unzulässig.

Die Stärke des Sandasphaltes beträgt gewöhnlich insgesamt 7½ bis 8 cm. Hiervon entfallen beispielsweise auf die Binderschicht 2½ cm und auf die Deckschicht 5 cm. Besser scheint sich aber eine gleichmäßige Verteilung auf beide Schichten, also mit je etwa 4 cm, bewährt zu haben.

Angaben über die Kosten finden sich in „Road and Street Catalog and Data Book 1931“ [A 67]. Hiernach belaufen sich die Herstellungskosten für Binder- und Deckschicht von je 4 cm Stärke auf insgesamt rund 1,5 \$/qm. Für eine große Ausführung von etwa 0,5 Millionen qm Sandasphalt mit einer 2,5 cm starken Binder- und einer 5 cm starken Decklage auf 15 cm starkem Unterbau aus Zementbeton werden einschließlich Herrichtung des Planums rund 5 \$/qm angegeben, von denen aber auf den Sandasphalt nur rund 1,55 \$/qm entfallen.

Wie bei allen hochwertigen Straßenbefestigungen, so ist auch bei dem Sandasphalt eine dauernde und gute Unterhaltung von großer Wichtigkeit. Diese wird sich im allgemeinen auf die Ausbesserung von Fehlstellen in der Deck- und möglicherweise in der Binderschicht und nur ausnahmsweise auf die Aufbringung einer neuen Deckschicht erstrecken. Für das Herausbrechen der Fehlstellen, das mit möglichst senkrechten Seitenwänden geschehen soll, insbesondere auch für das Abdecken einer abgefahrenen und nicht mehr brauchbaren Deckschicht

bedient man sich häufig der unter D b) 7 näher bezeichneten Einrichtungen zur Aufwärmung. Das Ersatzmaterial bzw. die Frischmischung für die Fehlstellen wird alsdann in ähnlicher Weise ein- bzw. aufgebracht, wie dies vorher beschrieben ist, und zwar so rasch nach dem Aufbruch, daß die für den Aufbruch geschehene Anwärmung noch wirksam ist.

Der bisher beschriebene Sandasphalt (sheet asphalt) gehört unstreitig zu den hochwertigsten Straßendecken, die in den V.St.A. zur Anwendung kommen. Neben ihm ist in einzelnen Staaten, wie Massachusetts, Delaware, Nord Karolina und Florida ein Sandasphalt geringerer Güte (sand asphalt) zur Ausführung gekommen, der als Mineral den örtlich vorhandenen Sandboden benutzt, also nicht den vorher näher gekennzeichneten sorgfältig ausgewählten Baustoff. Dieser Sandasphalt besteht aus zwei Schichten, einer Boden- und einer Deckschicht. Der Asphaltzusatz zu ersterer beträgt 6 bis 9% und zu letzterer 9½ bis 12%. Derartige Sandasphaltstraßen liegen unter einem Verkehr bis zu 1000 Fahrzeugen im Tag. Die Kosten betragen 1922 für eine 12½ cm starke Decke 1,8 \$/qm. Von 1926 ab fielen dieselben auf rd. 1,4 \$/qm. [A 11, A 21, A 45, C 109, C 117].

5. Sonstige Asphaltbauweisen. Außer den geschilderten Asphaltbauweisen gibt es noch andere, von denen in erster Linie Blockasphaltdecken und Decken aus zerkleinertem Asphaltgestein zu nennen sind. Da diese jedoch im Vergleich zu Asphaltmakadam, Asphaltbeton und Sandasphalt für Landstraßen geringe Bedeutung haben, sollen sie hier nur kurz erwähnt werden.

Blockasphalt (asphalt block pavement) besteht aus Blöcken oder richtiger Platten verschiedener Abmessung (z. B. 30 × 12,5 × 5 cm oder 20 × 10 × 3,1 cm), die auf alter Befestigung oder auf Zementbeton in ein Mörtelbett verlegt werden. Das Mineral dieser Asphaltblöcke ist je nach örtlichem Vorkommen Basalt, Kalkstein und auch Kupferschlacke. Folgende Kornzusammensetzung hat sich bewährt:

Korngröße	über 6,3 mm	höchstens = 3%
„	von 0,84 bis 6,3	„ = 35 bis 60%
„	„ 0,15 „ 0,84	„ = 15 „ 30%
„	unter 0,15 mm	einschl. Füller = 20 „ 40%
„	„ 0,074	„ mindestens = 15%

Der erforderliche Zuschlag an Asphalt (Konsistenz = 10 bis 45 Penetrationsgrade) schwankt zwischen 6,5 und 10%. Vielfach wird Trinidadasphalt als Bitumen verwendet.

Der Blockasphalt war am Ende des Jahres 1928 auf den Staats-, County- und Lokalstraßen in einer Länge von immerhin über 550 km eingebaut. Das ist jedoch kaum mehr als 0,1% des gesamten befestigten Staats-, County- und Lokalstraßennetzes. Die Kosten einer Blockasphaltdecke belaufen sich einschließlich Mörtelbett, jedoch ausschließ-

lich Unterbau, auf etwa 1,60 \$/qm. Die Lebensdauer wird mit 15 bis 20 Jahren angegeben. [A 1, A 19, A 21, A 35, A 64, B 20, D 13, D 36a].

Decken aus zerkleinertem Asphaltgestein (rock asphalt pavement) entsprechen etwa dem europäischen Stampfasphalt. Sie haben aber drüben nicht die Verbreitung und Bedeutung erlangt wie die Stampfasphaltstraßen in Europa, obwohl auch in den V.St.A. Asphaltgestein (Asphaltsandstein und Asphaltkalkstein) vorkommt. Infolgedessen sind auch die Berichte über diese Bauweise verhältnismäßig dürftig. Das Asphaltgestein wird in fein zerkleinertem Zustand gewöhnlich kalt eingebaut und mit einer leichten Walze abgewalzt. Die Kosten belaufen sich auf 0,4 bis 0,8 \$/qm, welcher Preis sich natürlich nur auf die reine Asphaltdecke ohne Unterbau beziehen kann. [A 1, A 8, A 19, A 21, A 64, B 22, C 118, C 172].

Zum Schluß der Ausführungen über Asphaltdecken seien noch einige zum Teil patentrechtlich geschützte Sonderbauweisen genannt, wie z. B. Warrenite-Bitulithic und National Pavement für den Warmeinbau sowie Colprovia und Macasphalt für den Kalteinbau. Da es sich bei diesen Decken jedoch um Bauweisen handelt, die nichts besonders Neues bieten oder deren Verbreitung sich nur auf einzelne Bezirke beschränkt, soll nicht näher auf diese Verfahren eingegangen werden. [A 11, B 20, C 172, F 9].

6. Unterbau aus Asphaltbeton oder Asphaltmakadam (black base). Als Unterbau für Bitumendecken wird vielfach ein Asphaltgrob- oder Asphaltmakadam empfohlen. Diesem sogenannten schwarzen Unterbau (black base) werden eine Reihe von Vorteilen nachgerühmt: große Elastizität, gleichmäßige Übertragung von Lasten und Erschütterungen auf den Untergrund, Wasserundurchlässigkeit. Wertvoll gegenüber einem Unterbau aus Zementbeton ist auch die Möglichkeit, der Herstellung des Unterbaus sofort die Ausführung der Deckschicht folgen zu lassen, sodaß die Straße wesentlich schneller wieder dem Verkehr übergeben werden kann. Black base wird deshalb von vielen Praktikern dem Zementbeton besonders in Stadtstraßen als Unterbau für Bitumendecken vorgezogen.

Die Stärke des schwarzen Unterbaus ist abhängig von dem Untergrund, auf dem er verlegt werden soll, und der Schwere des Verkehrs. Sie liegt zwischen 6 und 20 cm. Auf den Staatsstraßen von Michigan wurde als Unterbau Flußkies mit 5 bis 6 % Asphalt eingebaut. In New Jersey wurde eine Mischung von 4,5 % Asphalt mit 17,5 % Sand und 78 % Steinschlag bis zu 37,5 mm Korngröße verwendet. Der Einbau der größeren Stärken erfolgt gewöhnlich in zwei Schichten.

Hinsichtlich der Kosten soll ein Unterbau aus Asphaltbeton oder Asphaltmakadam sich nicht teurer, oftmals sogar billiger stellen als ein solcher aus Zementbeton. [A 11, A 21, D 11, D 14, D 16, D 20, F 14].

d) Teerdecken.

1. Allgemeines über die Verwendung von Teer¹ im Straßenbau. Da in den V.St.A. der Unterschied zwischen Asphalt und Teer in dem Maße wie in Deutschland nicht gemacht wird, ist auch die bei uns übliche scharfe Trennung in Asphalt- und Teerbauweisen nicht vorhanden. Für beide wird vielmehr meist die gemeinschaftliche Bezeichnung bituminöse Bauweisen wie etwa: bituminous macadam und bituminous concrete benutzt. Bei der Beschreibung des Bindemittels wird dann angegeben, ob Teer oder Asphalt gemeint ist. Soll allerdings lediglich Asphalt verwendet werden, so macht man dies in der Bezeichnung kenntlich. Man spricht z. B. von asphaltic concrete, d. i. Asphaltbeton, und zwar deshalb, weil Teerbeton kaum vorkommt.

Der Verbrauch an Teer für Straßenbauzwecke ist auch in den V.St.A. innerhalb der letzten zehn Jahre beträchtlich gestiegen. Nach einer Veröffentlichung der Auskunft- und Beratungsstelle für Teerstraßenbau in Essen vom Februar 1931 [F 19] betrug der Absatz an Straßenteer im Jahre 1920 nur 900 t, während er im Jahre 1929 auf 562000 t angewachsen war². In Deutschland wurden nach der gleichen Quelle im Jahre 1929 über 120000 t Teer im Straßenbau verbraucht. Der Jahresverbrauch an Straßenteer beträgt in den V.St.A. $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ desjenigen an Asphalt.

Teer wird natürlich vorwiegend in jenen Staaten verarbeitet, in denen er gewonnen wird, in den Staaten also, in denen das Ausgangsprodukt, die Kohle, gefördert wird. Die Kohle findet sich fast ausschließlich im Osten des Landes. Infolgedessen entfällt auf die Oststaaten, z. B. Ohio, New York, Pennsylvanien, Maine und New Hampshire, der Löwenanteil des Verbrauchs. Eigenartig mutet es uns an, wenn man erfährt, daß der Straßenteer in den V.St.A. im Preise um ca. 20 bis 80% höher steht als der Asphalt [F 13].

Die Aufbereitung des Straßenteers erfolgt fast ausschließlich durch zwei große Firmen, nämlich die Barret Comp. in New York und die American Tar Products Comp. in Pittsburgh, Pa. Die Barret Comp. verkauft ihre Erzeugnisse unter der Bezeichnung Tarvia, während die American Tar Products Comp. ihre Straßenteere Tarmac nennt. Beide Firmen liefern Teer für die verschiedenen Verwendungszwecke: für Oberflächenbehandlungen, für Innenbehandlungen, als Vergußmasse und für Ausbesserungen. Es gibt Teer für Kalt- und für Warmeinbau. Etwa 80% des Gesamtverbrauchs an Teer sind Kaltteere. [F 49].

¹ Vgl. auch die Ausführungen über Teer in diesem Kapitel unter Da).

² Nach der Mitteilung einer großen amerikanischen Gesellschaft zur Verarbeitung von Straßenteer, der Barrett Comp. in New York, aus dem Jahre 1931 belief sich der jährliche Verbrauch an Straßenteer auf etwa 150 Mill. Gallonen (etwa 685000 t).

Nach K. A. Hoepfner [F 13] verwendet man Teer weniger in der Innenstadt als in den Außenbezirken und Vororten der Großstädte, in Mittel- und Kleinstädten sowie auf den Landstraßen. In erster Linie wird der Teer (etwa $\frac{2}{3}$ des Straßenteeres) für Oberflächenbehandlungen verbraucht. Der Tränkmakadam nimmt unter den Teerbauweisen den zweiten Platz ein. Besonders in den letzten Jahren hat sich aber auch der Teermischmakadam eingeführt. Dem Teerbeton dagegen, den man in Deutschland mit gutem Erfolg einzubauen weiß, schenkt man drüben wenig Beachtung. In nennenswertem Umfange findet der Teer Verwendung bei der Straßenunterhaltung, z. B. zum Ausgießen der Risse in Betondecken und als Teersplitt zum Ausfüllen von Flickstellen, ferner als Vergußmasse für die Fugen des Stein- und Klinkerpflasters sowie der Betondecken.

Da die Oberflächenbehandlungen und die einfachen Verfahren nach der Retread- oder Mixed-in-place-Methode bereits früher ausführlich beschrieben sind, bedarf es nunmehr nur noch der Darstellung des Baues von Teermakadam und Teerbeton. [A 20, A 64, C 122, D 5, D 27, D 28 bis D 31, F 13, F 19, F 49].

2. Teermakadam. Ähnlich wie der Asphaltmakadam wird auch der Teermakadam nach zwei verschiedenen Bauverfahren aufbereitet und eingebaut. Es gibt einen Tränkmakadam und einen Mischmakadam. Sowohl bei dem Tränk- wie bei dem Mischverfahren wird der Teer angewärmt, was für das Gestein bei dem Tränkverfahren naturgemäß stets und bei dem Mischverfahren meist unterbleibt.

α) Tränkverfahren. Das Tränkverfahren spielt in der Verwendung des Teeres nach der Oberflächenbehandlung die wichtigste Rolle, wohl aus dem Grunde, weil es eine verhältnismäßig einfache Bauweise ist. Im allgemeinen gelten für die Herstellung des Teertränkmakadams die gleichen Richtlinien wie für den Asphalttränkmakadam. Auch die Querschnitte, die für die Asphaltbauweise maßgebend sind (Abb. 123), haben für den Teertränkmakadam Gültigkeit. Infolgedessen kann bezüglich der Konstruktion und des Einbaues, auch der Unterhaltung auf den Abschnitt über Asphalttränkmakadam (Dc) 2) verwiesen werden. Über die Beschaffenheit des Teeres aber seien noch einige Angaben gemacht.

Die Anforderungen, welche die einzelnen Baubehörden an den Teer für Tränkdecken stellen, ähneln einander sehr stark. In Zusammenstellung 31 sind die Vorschriften verschiedener Staaten wiedergegeben, die auch den vorläufigen Normen der Amerikanischen Gesellschaft für Materialprüfung (A.S.T.M.) entsprechen.

Die Temperatur des Teeres beim Aufspritzen wird sehr verschieden angegeben. Im Staate New York gelten als Grenzen 95 bis 150° C, welcher letzterer Wert nach den deutschen Erfahrungen reichlich hoch ist. Die Staaten Illinois, Pennsylvanien und Connecticut begnügen sich

Zusammenstellung 31. Teere für Tränkmakadam nach den Bauvorschriften der Staaten New York, Pennsylvanien, Tennessee und Massachusetts [B 25, B 28, B 30, B 31].

Eigenschaften	New York	Pennsylvanien		Tennessee	Massachusetts
		kohlenstoff-reicher Teer	kohlenstoff-arme Teer		
1. Wassergehalt, höchstens	0%	0%	0%	0%	0%
2. Spezifisches Gewicht (25° C), mindestens	1,16 g/ccm	—	—	1,15—1,20 g/ccm	1,16 g/ccm
3. Schmelzpunkt (Ring- und Kugelverfahren)	30—36° C	—	—	—	—
4. Schwimmprobe (50° C)	—	105—160 sec	80—140 sec	150—230 sec	120—180 sec
5. Destillationsstufen:					
0 bis 170° C, höchstens	0%	1%	1%	0,5%	1%
0 „ 235° C „	5%	—	—	—	—
0 „ 270° C „	14%	—	—	12%	10%
0 „ 300° C „	18%	20%	22%	25%	20%
6. Schmelzpunkt des Pechrückstandes, höchst.	50—75° C	70° C	65° C	65° C	35—70° C
7. Löslichkeit in Schwefelkohlenstoff, mindest.	75%	80—95%	95%	95%	78—97%

mit niedrigeren Temperaturen von 80 bis 120° C. [A 1, A 9, A 10, A 19, A 21, A 64, B 19, B 22, B 25, B 28, B 31].

β) Mischverfahren. Der Teermischmakadam wird in den V.St.A. als Tarvia-Lithic von der Barret Comp., und als Tarmac cold mix oder Slagmac von der American Tar Products Comp. hergestellt. Die Decke scheint sich in neuester Zeit mit gutem Erfolg einzuführen, und zwar sowohl für gering belastete Wohnstraßen wie stark beanspruchte Verkehrsstraßen. Die Barret Comp. hatte im Jahre 1930 bereits 8 Anlagen zur Erzeugung von Teermischmakadam im Betrieb.

Als Mineral dient vielfach Kalkstein und Basalt, daneben aber auch Schlacke. In den Vorschriften des Staates Pennsylvanien [F 19] werden folgende Anforderungen an Mineral und Teer gestellt (Zusammenstellungen 32 und 33):

Zusammenstellung 32. Zusammensetzung der mineralischen Zuschläge für Teermischmakadam in Pennsylvanien.

1. Für die Binderlage.

Korngröße in mm	Anteil in %
von 0 bis 9	0 bis 8
„ 0 „ 15	10 „ 40
„ 0 „ 25	95 „ 100
„ 0 „ 40	100

2. Für die Decklage.

Korngröße in mm	Anteil in %
von 0 bis 2	0 bis 30
„ 0 „ 9	60 „ 100
„ 0 „ 15	100

Zusammenstellung 33.
Anforderungen an den Teer für Mischmakadam in Pennsylvanien.

Eigenschaften	Binderlage	Decklage
1. Destillationsstufen in Gewichts-%		
von 0 bis 170° C, höchstens	0	0
„ 0 „ 270° C „	10	15
„ 0 „ 300° C „	18	22
2. Erweichungspunkt des Pechrückstandes (Ring und Kugel), höchstens	70° C	65° C
3. Gehalt an freiem Kohlenstoff in Gewichts-%	16 bis 22	12 bis 22
4. Schwimmprobe bei 32° C in sec.	250 „ 350	60 „ 70

Der Mineralzuschlag wird, sofern er trocken ist, vor dem Mischen nicht angewärmt. Der Teer kommt mit einer Temperatur von ungefähr 70° C in den Mischer. Die Mischung ist dann nur so warm, daß sie sich

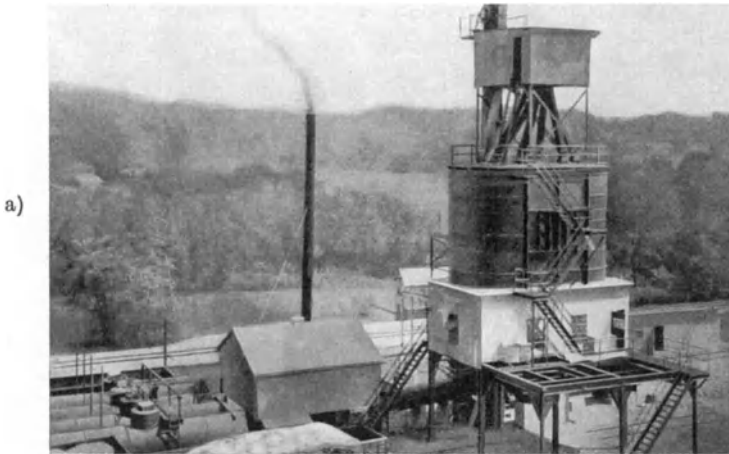


Abb. 130. Herstellung von Teermischmakadam. a) Aufbereitungsanlage.

noch mit der Hand anfassen läßt. In den bereits erwähnten Vorschriften des Staates Pennsylvanien sind für die Binder- und Deckschicht folgende Mischungsverhältnisse angegeben (Zusammenstellung 34).

Zusammenstellung 34.
Mischungsverhältnisse für Teermischmakadam in Pennsylvanien.

Baustoffe	Binderlage		Decklage %
	Basalt %	Kalk %	
1. Teer	2,5 bis 4,0	3,0 bis 5,0	7,0 bis 9,0
2. Mineralischer Zuschlag	97,5 „ 96,0	97,0 „ 95,0	88,0 „ 71,0
3. Füller	—	—	5 „ 20

Nach dem Einbau, bei welchem die Verdichtung mit etwa 10 t schweren Walzen vorgenommen wird, sollen Binder- und Decklage

zusammen mindestens 5 cm Stärke haben, die Decklage allein mindestens 2,5 cm. Im Staate New York ist ein ähnlich aufbereiteter Teermischmakadam in Anwendung.

Tarvia-Lithic wird nach G. Martin [C 29] in drei Körnungen hergestellt, und zwar für die Deckschicht in einer feinen Kornzusammensetzung von 0 bis 12 mm und für die Binderschicht sowohl in mittlerer Körnung von 12 bis 31 mm als auch in grober Körnung von 31 bis 63 mm. Die feine Körnung für die Deckschicht ist folgendermaßen zusammengesetzt:

Grus von 3 bis 12 mm 77 %
 Sand von 0 bis 3 mm 5 %
 Getrockneter Mineralstaub 10 %

Hierzu kommt ein Teerzuschlag von 7 bis 9%. Für die mittel- und grobkörnige Binderlage beträgt der Teerzusatz 3 bis 5%. Die Teermenge ist in jedem Fall von der Art des verwendeten Gesteins abhängig. Sie muß also in dem angegebenen Rahmen jeweils durch Versuche genau festgesetzt werden. Der grobkörnige Binder findet Anwendung bei einer Gesamtdeckenstärke von über 63 mm. Wie von G. Martin betont wird, bedarf die so hergestellte Tarvia-Lithicdecke



Abb. 130. Herstellung von Teermischmakadam. b) Aufbringen der Binderlage auf vorhandenem Unterbau, c) Abwalzen der Binderschicht, d) Ausbreiten der Decklage.

bei einer Gesamtdeckenstärke von über 63 mm. Wie von G. Martin betont wird, bedarf die so hergestellte Tarvia-Lithicdecke

keines besonderen Deckenabschlusses. Der Arbeitsvorgang ist von der Aufbereitung im Steinbruch bis zur fertigen Straße in den Abb. 130a bis f dargestellt. [A 21, B 28, C 29, C 127, C 128a, F 19].

3. Teerbeton. Der Teerbeton, der 1888 bereits in Washington D. C. verlegt wurde, hat bisher wenig Eingang in den amerikanischen Straßenbau gefunden. Soweit er eingebaut wurde, entsprach seine Herstellung



Abb. 130. Herstellung von Teermischmakadam. e) Abwalzen der Deckschicht, f) fertige Straße [D 31].

derjenigen von Asphaltbeton. Auch Teerbitumengemische fanden für Teerbeton Verwendung [A 21, A 64, F 13].

4. Unterbau aus Teermakadam. Ebenso wie mit Asphalt wird auch mit Teer ein „schwarzer Unterbau“ (black base) hergestellt, der aus einer 10 bis 15 cm starken Decke aus Steinschlag von 6 bis 7 cm Körnung besteht, die mit 9 l/qm Heißteer (110 bis 120° C) versetzt wird [F 39].

E. Betondecken.

Die Betondecken (portland cement concrete pavement) haben in dem neuzeitlichen

Straßenbau der V.St.A. eine ganz besondere Bedeutung gewonnen, die statistisch dadurch gekennzeichnet wird, daß 1931 nahezu $\frac{1}{3}$ der Befestigung der Federal-aid-Straßen aus Betondecken bestand. Bemerkenswert ist z. B., daß bis 1929 von den rund 5000 km des Lincoln Highway zwischen New York und San Francisco über $\frac{1}{5}$ der Länge als Betondecke ausgeführt war und daß von den 2600 km des Pacific Highway zwischen Vancouver und Mexiko etwa 1600 km gleichfalls mit einer Betondecke belegt waren. Freilich ist das Anteilsverhältnis der Betonstraße in den Städten, insbesondere in den Großstädten, wesentlich geringer. Für letztere lag es 1927 bei etwa 3% und trat weit

zurück gegenüber den Bauweisen mit bituminösen Bindemitteln und gegenüber dem Stein- und Klinkerpflaster [A 8, C 63, D 53].

Der Grund für diese auffällige Erscheinung dürfte darin zu suchen sein, daß die Stadtstraßen bereits seit langem widerstandsfähige Decken erforderten, für welche die in den V.St.A. reichlich vorhandenen Bitumina einen vorzüglichen Baustoff lieferten, oder deren Ausführung sich an die europäischen Bauweisen anlehnte. Daher konnte sich die Betonstraße zunächst nicht recht durchsetzen. Zwar ist bereits im Jahre 1892 eine solche in Belle Fontaine, Ohio, hergestellt worden. Aber noch für den Anfang des Jahres 1909 wird die gesamte Fläche der Betondecken auf Stadt- und Landstraßen nur mit rund 500 000 qm angegeben, was bei durchschnittlich 5 m Breite einer Straßenlänge von nur etwa 100 km entspricht [D 53].

Das Bild änderte sich in der Folgezeit grundlegend dadurch, daß mit dem Aufkommen und der Verbreitung des Kraftwagens auch die in ihrer Befestigung zunächst stark vernachlässigten Landstraßen widerstandsfähige und hochwertige Decken erhalten mußten. Hierfür wurden in starkem Ausmaße Betondecken herangezogen. Bieten sie doch den großen Vorteil, daß fast die gesamte Herstellung mit Hilfe von Maschinen erfolgen kann. Hierdurch ist ein rascher Baufortschritt (500 m und mehr bei einer 6 m breiten Betondecke normalen Querschnitts im Tag), ferner aber auch eine ziemlich gleichmäßige Güte der Arbeit und verhältnismäßige Wohlfeilheit gewährleistet. Die Voraussetzung ist freilich aber der Neubau der Straßenstrecke, also die gleichzeitige Ausführung von Unterbau und Deckschicht. Diese Voraussetzung trifft für die amerikanischen Landstraßen insofern zu, als diese vorher eine Befestigung in europäischem und insbesondere deutschem Sinne nur ausnahmsweise hatten. Die durch die Entwicklung des Kraftwagenverkehrs notwendig gewordene widerstandsfähige Befestigung bedeutet mithin überhaupt erst das Aufbringen einer richtigen Decke, d. h. die gleichzeitige Ausführung von Unterbau und Deckschicht. [C 153, C 160, F 14].

Hierdurch unterscheidet sich der neuzeitliche Landstraßenbau in Amerika grundsätzlich von demjenigen in Europa und insbesondere in Deutschland. Denn hier wies das im Laufe der Jahrhunderte geschaffene Landstraßennetz eine dem früheren Verkehr der Pferdefuhrwerke durchaus gewachsene, ja sogar vorzügliche Befestigung auf, welche, wenn auch in verschiedenem Aufbau und verschiedener Bauweise, so doch in der Hauptsache aus einer gut abgewalzten Kies- oder Schotter- schicht auf einem Unterbau aus größerem Mineral bestand. Zur Anpassung derartiger Straßendecken an den Kraftwagenverkehr genügt die oberflächliche Hinzufügung eines Bindemittels oder — bei starkem Verkehr — die Aufbringung einer verhältnismäßig dünnen Verschleißschicht, für welche die gute Unterlage bereits vorhanden

ist. Da nun eine Betondecke in ihrer Stärke und damit in ihren Kosten nicht wesentlich unter das Maß herabgedrückt werden kann, welches ohne Vorhandensein eines Unterbaues notwendig wird, ist



Abb. 131. Einseitige Betonspur in Iroquois County [C 114].

ihre Konkurrenzfähigkeit gegenüber anderen Bauweisen einfacherer Herstellung und geringerer Stärke stark beeinträchtigt, sofern eine feste Unterlage bereits besteht.

So erklärt sich die trotz aller Bemühungen der einschlägigen Industrien bislang geringe Anwendung der Betondecke in Deutschland und ihre große Verbreitung in

den V.St.A. (Ende 1928 über 800 Mill. Quadratmeter [A 38]). Eine Änderung dieses Zustandes läßt sich, abgesehen von einer in größerem Ausmaß möglichen Heranziehung der Betondecke zu dem Ausbau des

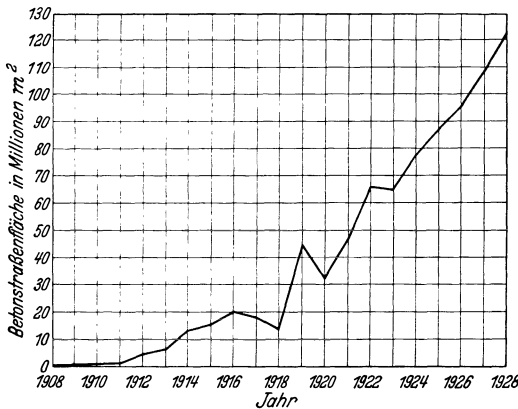


Abb. 132. Jährlicher Einbau von Betondecken für den Zeitraum von 1908 bis 1928 [D 53].

deutschen Autobahnnetzes, nur von einer Vereinfachung und Verbilligung der Straßendecke mit dem Bindemittel Zement erwarten, was man seit einigen Jahren in Deutschland in Gestalt der Zementschotterdecke zu erreichen sucht. Vielleicht bietet auch ein in den V.St.A. seit langem auf Nebenstraßen angewandtes Verfahren eine Anregung, wonach nämlich nur eine Straßenseite einen bis 3 m breiten Beton-

streifen (single track concrete road)¹ erhält (Abb. 131). [A 23, C 41, C 114].

Die Abb. 132 zeigt im einzelnen den jährlichen Zuwachs an Betonstraßenfläche in den V.St.A., Abb. 133 die Verteilung auf die verschiedenen Wegearten.

¹ Welche Bedeutung den single track concrete roads zukommt, läßt sich daran erkennen, daß nach [C 41] bis zu dem Jahre 1932 in 30 verschiedenen Staaten der Union nahezu 5000 km in dieser Bauweise verlegt waren. Vgl. auch die Ausführungen auf S. 74.

a) Aufbau.

Die Entscheidungen, die in konstruktiver Hinsicht vor dem Einbau einer Betondecke zu treffen sind, beziehen sich vornehmlich auf die Ausbildung des Querschnittes, die Eiseneinlagen und die Fugenanordnung. Während man sich in Deutschland in dieser Hinsicht fast ausschließlich auf die Erfahrung verläßt, also empirisch entscheidet, versucht man in den V.St.A. seit Jahren bereits rechnerische Unterlagen für den Aufbau der Decke zu gewinnen (Arbeiten von Cl. Older, T. R. Agg, H. M. Westergaard, A. T. Goldbeck u. a.). Man ist sich dabei sehr wohl der Schwierigkeiten bewußt, die einer Ausbildung der Betondecke mit Hilfe der Mathematik und Mechanik infolge der vielen unbekannt-Faktoren entgegenstehen,

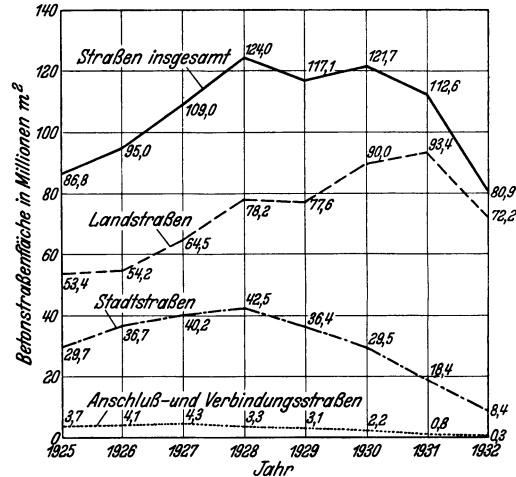
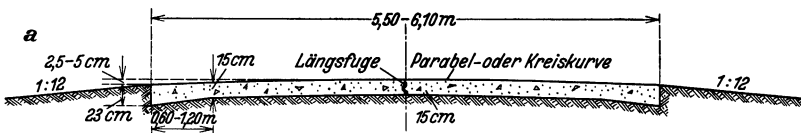


Abb. 133. Verteilung der von 1925 bis 1932 hergestellten Betondecken auf die verschiedenen Wegearten [F 45].

und bemüht sich darum, durch Versuche Belege für die Brauchbarkeit der Rechnungsverfahren zu erhalten [A 1, A 39, A 64].

Als Grundlagen für die Querschnittsbemessung dienen die vom Bureau of Public Roads als zweckmäßig erachteten Querschnitte für

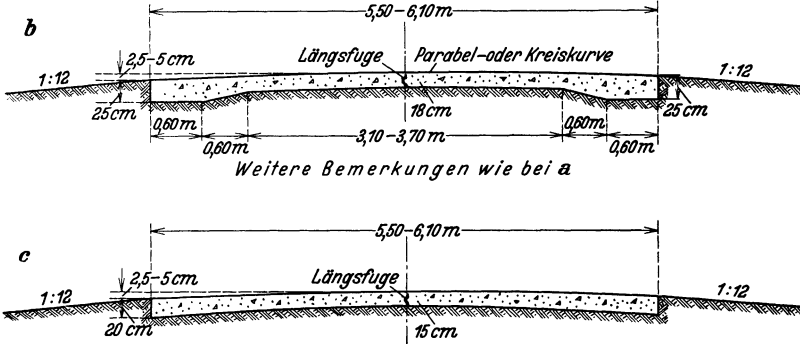


Für Straßen mit schwerem Verkehr gleichbleibende Stärke von 18 cm im mittleren Teil. Betonmischung: 1:1 ½:3 oder 1:2:3. Längsfuge in der Mitte, mit Dübeisen von 12 mm \varnothing und 1,20 m Länge, welche an einem Ende beweglich sind und in Abständen von 1,50 m verlegt werden. Meist auch Randbeisen 19 mm \varnothing , 10—15 cm vom Rand und 12—15 cm von der Oberfläche entfernt. An Dehnungsfugen sind die Randbeisen zu unterbrechen. An Dehnungsfugen können Dübeisen verwendet werden, welche an einem Ende beweglich eingebaut sind. Einbau von Sand- oder Kiesunterbettung, wenn erforderlich.

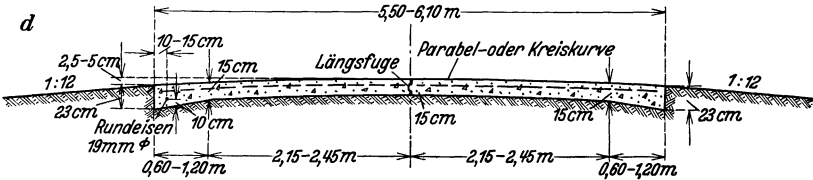
Abb. 134. Regelquerschnitte des Bureau of Public Roads für Betondecken mit verschiedener Plattendicke und verschieden ausgebildeter Randverstärkung. a) für unbewehrten Beton.

unbewehrten und bewehrten Beton (Abb. 134a bis f). Die in diesen zugrunde gelegten Straßenbreiten schwanken zwischen 5,5 und 6,1 m. Eine Mittelfuge ist stets angeordnet. Die Deckenstärke beträgt in der Mitte mindestens 15 cm, sie erhöht sich am Rand auf 20 bis 25 cm (zu-

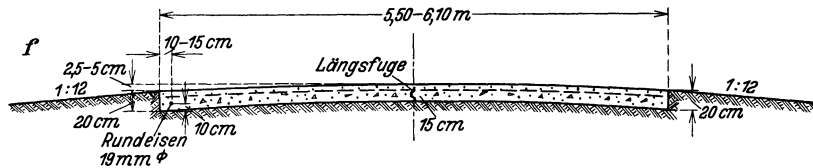
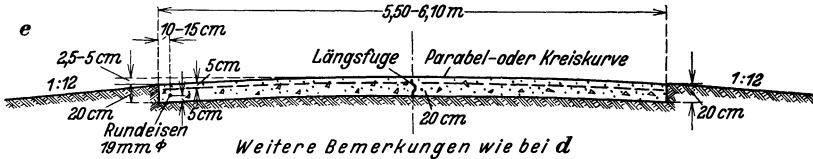
meist 22,5 cm). Das Quergefälle beträgt etwa 1 bis 2‰, wobei das Profil der Deckenoberfläche häufig nach einer Parabel ausgebildet ist. Be-



Für Straßen mit schwerem Verkehr in der Mitte 18 cm, am Rand 23 cm Stärke. Profil oben nach Parabel, unten nach Kreis ausgebildet, oder Profil oben und unten nach Parabel, oder Profil oben und unten nach Kreis. Weitere Bemerkungen wie bei a.



Für Straßen mit schwerem Verkehr gleichbleibende Stärke von 18 cm im mittleren Teil. Betonmischung 1:1½:3 oder 1:2:3. Eiseneinlagen: 5 cm unter Oberfläche, 0,98—2,9 kg/qm. Längsfuge in der Mitte, mit Dübeln von 12 mm \varnothing und 1,20 m Länge, welche an einem Ende beweglich sind und in Abständen von 1,50 m verlegt werden. An den Dehnungsfugen sind die Eiseneinlagen zu unterbrechen. Einbau von Sand- oder Kiesbettung, wenn erforderlich.



Für Straßen mit schwerem Verkehr in der Mitte 18 cm, am Rand 23 cm Stärke. Profil oben nach Parabel, unten nach Kreis ausgebildet, oder Profil oben und unten nach Parabel, oder Profil oben und unten nach Kreis. Weitere Bemerkungen wie bei d.

Abb. 134. Regelquerschnitte des Bureau of Public Roads für Betondecken mit verschiedener Plattendicke und verschieden ausgebildeter Randverstärkung. b) und c) für unbewehrten Beton, d), e) und f) für bewehrten Beton [E 4].

wehrte Decken haben Eiseneinlagen (Drahtgeflechte) in einer Menge von rd. 1 bis 3 kg/qm. Von den Straßenbauverwaltungen der einzelnen

Staaten sind Vorschriften über die Querschnittsausbildung erlassen, die sich an die vom Bureau of Public Roads herausgebrachten Muster anlehnen [A 53 a, C 16, C 63, F 14].

b) Baustoffe.

Die Baustoffe für die Betondecken sind die mineralischen Zuschläge, der Zement und im Falle einer Bewehrung das Eisen.

Daß für die mineralischen Zuschläge ein sauberes, druckfestes, widerstandsfähiges, zähes und frostbeständiges Gestein genommen werden muß, dessen Abnutzung, Gehalt an abschlämmbaren Teilen und sonstige Eigenschaften in der üblichen und durch Vorschriften festgelegten Weise geprüft und bewertet werden, versteht sich von selbst. Neben dem Naturgestein wird auch die Hochofenschlacke als geeigneter Zuschlagstoff für die Betondecke wie überhaupt im Straßenbau angesehen. Grundsätzliche Unterschiede bestehen auf diesem Gebiete gegenüber der deutschen Auffassung nicht. Hinsichtlich der Korngröße wird eine Beschränkung auf 51 mm angestrebt und im übrigen — ebenso wie bei uns — die Zusammensetzung des Betons nach dem Hohlraumminimum für notwendig und richtig angesehen¹. Zur Vermeidung einer Entmischung, also ungleichmäßigen Kornzusammensetzung des Mischgutes, wird die Anlieferung und Lagerung der gröberen Zuschläge gesondert nach den einzelnen Korngrößen (2 bis 3) für zweckmäßig erachtet. [A 1, A 10, A 20, A 39, A 53 a, A 53 b, C 15, C 47 b, C 60 a, F 14].

Das Bindemittel in der Betondecke ist der Normzement (Portland cement), der im großen und ganzen dem deutschen entspricht². Der daneben auch hergestellte hochwertige und rasch erhärtende Zement [C 55 a] wird wohl in der Hauptsache für Flickstellen und dann verwendet, wenn eine alsbaldige Freigabe für den Verkehr notwendig ist; z. B. an Straßenkreuzungen. Erwähnt wird, daß man in solchen Fällen den Beton auch lediglich unter Verwendung von Normzement herstellt, jedoch in fetterer Mischung, mit geringerer Wasserbeigabe und längerer Mischzeit oder aber mit Zusätzen, wie Kalziumchlorid [C 47 a], in geringer Menge. Bemerkenswert ist, daß im Gegensatz zu uns in den V. St. A. die Verschickung des Zementes in immer stärkerem Umfange³ lose, also nicht in Säcken (üblicher Inhalt = 42,6 kg) erfolgt. Maßgebend hierfür sind wirtschaftliche Gründe, insofern nicht nur durch den Wegfall der Säcke, sondern auch

¹ Die A. S. T. M. Norm C 33—31 T enthält alle Anforderungen an das im Beton verwendete Mineral.

² Das Verfahren für die Probenahme und Prüfung des Portlandzementes ist in der A. S. T. M. Norm C 77—32 vorgeschrieben.

³ Seit 1929 wird in den Staaten Minnesota und Iowa für Straßenbauten nur loser Zement verwendet. In den Staaten Nebraska, Oklahoma und Wisconsin werden 75% des verarbeiteten Zementes ebenfalls lose verschickt [C 15].

im Betrieb auf der Baustelle Ersparnisse erzielt werden. In letzterer Hinsicht wird auf die bei jedem Mischungsverhältnis mögliche Ausnutzung des Mischerraumes, auf die maschinelle Be- und Entladung der Transportgefäße und ein einfaches und selbsttätiges Zumessen der jeweiligen Mengen hingewiesen. [A 9, A 39, A 53 b, C 31, C 47 b].

Als Mischungsverhältnis Zement:Sand:Stein (Kies) in Volumenprozenten wird häufig 1:2:3½ angegeben. Viele Straßenbauverwaltungen schreiben auch (der größeren Genauigkeit wegen) das Mischungsverhältnis in Gewichtsprozenten vor. Neuerdings macht sich das Bestreben bemerkbar, nicht mehr ein bestimmtes Mischungsverhältnis für die Betondecke vorzuschreiben, sondern statt dessen eine Mindestfestigkeit des Betons nach einer bestimmten Erhärtungsdauer zu verlangen. So ist in den Vorschriften des Staates Illinois eine Mindestdruckfestigkeit von 245 kg/qcm und eine Biegunzugfestigkeit von mindestens 45,5 kg/qcm nach 14tägiger Erhärtung angegeben¹. In fast allen

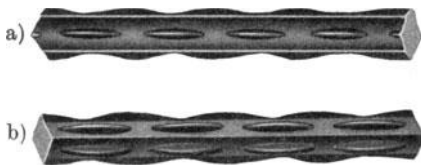


Abb. 135. Profileisen. a) mit rundem Kern und Ansätzen, b) mit quadratischem Kern und Ansätzen [A 67].

Staaten ist ferner der Mindestgehalt an Zement in der Volumeneinheit des erhärteten Betons vorgeschrieben (280 bis 390 kg/m³). [A 53 a, B 22, C 15, C 47 b].

Über die Wasserbeigabe wird gesagt, daß sie nur in dem Umfange erfolgen sollte, als sie zur Erzielung der Verarbeitungsmöglichkeit und der plastischen Beschaffenheit nötig ist. Die Prüfung der zweckmäßigen Betonsteife (consistency test) erfolgt vielfach unter Heranziehung der Setzprobe nach dem von der A.S.T.M. genormten Verfahren D 138—26T². Das Setzmaß soll zwischen 2,5 und 7,5 cm liegen. Von den meisten Bauverwaltungen wird die maximale Wassermenge mit 5 bis 6 Gallonen je Sack Zement angegeben, was 19 bis 22,5 kg Wasser auf 42,6 kg Zement, mithin einem Wasserzementfaktor von 0,45 bis 0,53 entspricht. Bei der Bemessung des Wasserzusatzes wird die natürliche Feuchtigkeit des Gesteins berücksichtigt. Die Meßeinrichtungen selbst sind in den letzten Jahren nach der Richtung hin vervollkommen worden, daß ein gleichmäßiger Wasserzulauf in den Mischer gewährleistet ist. [A 53 a, C 47 b, C 55 b].

Trotz vieler Versuche (C. A. Hogentogler [C 53 a, C 53 b]) über die Notwendigkeit und den Wert von Eiseneinlagen sind die Meinungen der

¹ Über Festigkeitsprüfungen vgl. Abschnitt E d) 4, S. 233—4.

² Nach der A.S.T.M.-Norm D 138—26 T wird zu der Setzprobe ein kegelförmiger Trichter mit folgenden Abmessungen verwendet: Höhe = 30 cm; Breite oben = 10 cm; Breite unten = 20 cm. Das Setzmaß ist das Maß, um welches der Betonkegel nach Entfernung des Trichters zusammensinkt.

amerikanischen Fachleute hinsichtlich dieser geteilt. Während z. B. die meisten Staaten im Westen, Süden und in der Mitte des Landes ohne Bewehrung bauen oder höchstens an der Seite Längseisen einlegen, benutzen die Nordoststaaten Eiseneinlagen häufiger. Als Hauptzweck der Bewehrung wird die Verstärkung des Zusammenhaltes, also die Vermeidung der Rissebildung, angegeben. Da man in den Städten hierauf mehr Wert legt, so wird die Bewehrung im Stadtstraßenbau häufiger als im Landstraßenbau angewandt.



Abb. 136. Elektrisch geschweißte Stahlnetze in Tafelform [A 67].

Zur Verwendung kommt durchweg Stahl, und zwar in der Form des Rundeisens oder auch besonderer Profile (Abb. 135a und b). Soweit es sich nicht nur um einige Längseisen an den Seiten (12 bis 20 mm \varnothing)

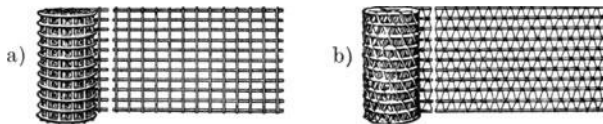


Abb. 137. Elektrisch geschweißte Stahlnetze in Rollenform. a) quadratische Netze, b) dreieckige Netze [A 67].

handelt, ist das Netzwerk aus Stahl gewöhnlich an den Kreuzungsstellen verschweißt, was neuerdings häufig elektrisch geschieht. Weitmaschige Netze (Länge etwa 4 m, Breite etwa 3 m; Überdeckung der Netze an den Stoßstellen etwa 30 cm; Stärke der Bewehrungseisen 5 bis 10 mm \varnothing , Abstand der Eisen voneinander = 10 bis 60 cm) werden in einzelnen Tafeln (Abb. 136), engmaschige in Rollen (Abb. 137a und b) geliefert. [A 20, A 21, A 39, A 53b, C 63, F 14].



Abb. 138. Randschiene für Betondecken mit Befestigungsnägeln und Stoßverbindung [A 67].

c) Vorbereitung des Planums.

Charakteristisch für die Herichtung des Planums (subgrade) ist einmal die auch hier selbstverständliche Einsetzung der Maschinen und sodann die Erkenntnis, daß größter Wert auf eine gleichmäßige Beschaffenheit des Untergrundes als Auflagerfläche für die Betondecke gelegt werden muß.

Der Einsatz von Maschinen auch für die vorbereitenden Arbeiten wird beim Betonstraßenbau erleichtert durch die Randschienen (form),



Abb. 139. Verlegen von Randschienen für Betondecken [F 11].



Abb. 140. Gezogener Kratzer zur profilgerechten Herstellung des Planums für eine Betondecke [D 40].

diesen Randschienen. Es handelt sich dabei um Kratzer (scraper), die gezogen werden oder auch mit eigener Kraft sich fortbewegen, und die mit oder ohne seitliche Abbeförderung des Bodens eingerichtet sind (Abb. 140 bis 142). Unmittelbar



Abb. 141. Gezogener Kratzer mit seitlicher Abbeförderung des Bodens bei der Herrichtung des Planums für eine Betondecke [C 145].

welche seitlich die Betondecke begrenzen, auf denen die Maschinen sich leicht und gleichmäßig fortbewegen lassen. Diese im allgemeinen 15 bis 20 cm hohen und 3 m langen Randschienen bestehen aus winklig gebogenen Eisen, für welche die Abb. 138 und 139 Beispiele zeigen, auf denen gleichzeitig die Art des Verlegens, die Verbindung an den Stößen und die Befestigung im Untergrund zu sehen ist. Auf eine feste Lagerung der Randschienen, deren Innenseite mit Öl angestrichen wird, ist größte Sorgfalt zu verwenden.

Die Maschinen zur profilgerechten Abgleichung des Planums laufen auf diesen Randschienen. Es handelt sich dabei um Kratzer (scraper), die gezogen werden oder auch mit eigener Kraft sich fortbewegen, und die mit oder ohne seitliche Abbeförderung des Bodens eingerichtet sind (Abb. 140 bis 142). Unmittelbar vor der Einbringung des Betons wird das Profil des Planums durch eine mit Nägeln versehene Lehre (scratch template) nochmals nachgeprüft (Abb. 143).

Mit Recht legt der Amerikaner besonderen Wert auf die gleichmäßige Beschaffenheit des Planums. Er vertritt den Standpunkt, daß weniger eine besonders gute Tragfähigkeit von Bedeutung für die Haltbarkeit der Betondecke und für die

Vermeidung der Rissebildung ist als die Gleichmäßigkeit. Er weist beispielsweise auf die Tatsache hin, daß bei minder tragfähigem, ja

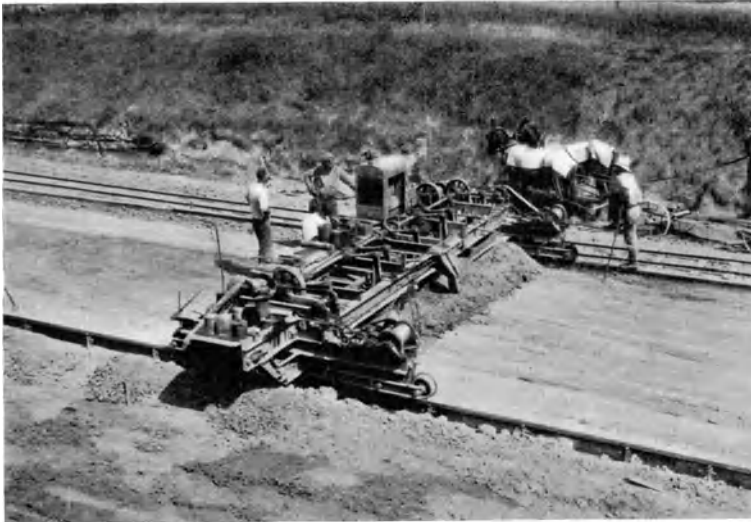


Abb. 142. Kratzer zur Herrichtung des Planums für eine Betondecke, der sich mit eigener Kraft fortbewegt (Portland Cement Association, Chicago).

sumpfigem Untergrund gleicher Beschaffenheit weniger Risse aufgetreten sind als bei festem Unterbau in Gestalt einer alten Schotterdecke, bei der aber zur Herstellung des richtigen Profils in der Mitte



Abb. 143. Mit Nägeln versehene Lehre zur Nachprüfung des genauen Profils des Planums für eine Betondecke [D 56].

ab- und an den Seiten aufgetragen war, mithin keine gleiche Tragfähigkeit bestand [A 53b]. Es wird infolgedessen in solchen Fällen ein Aufreißen der gesamten Breite mit nachfolgendem profilgerechten Einbau und gleichmäßiger Walzung empfohlen. Die Walzung wird auch zur Erhöhung der Tragfähigkeit minderwertigen Bodens angewendet. Tonboden sucht man durch Aufbringen und Beimischen von Sand, Schlacke oder Asche zu verbessern.

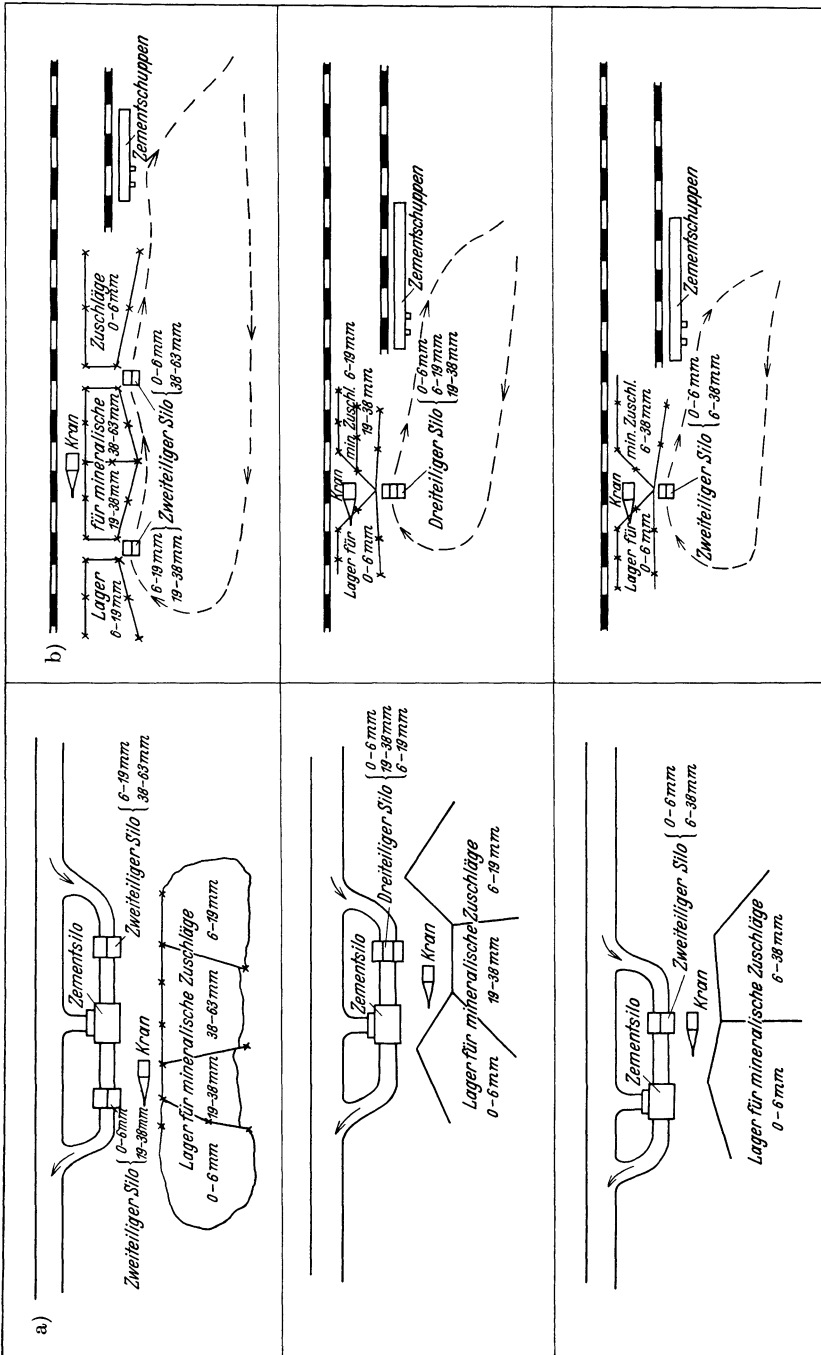


Abb. 144. Einrichtung von Lagerplätzen für die Baustoffe zu einer Betondecke. a) Anfuhr auf der Straße (linke Seite), b) Anfuhr mittels Eisenbahn (rechte Seite) [C 141].

Wichtig ist, daß durch den Untergrund dem Beton nicht das zum Abbinden notwendige Wasser entzogen wird. Gegebenenfalls muß daher vor Einbringung des Betons das Planum angeätzt werden. In einzelnen Staaten (Jowa, Nebraska, Kalifornien) hat man zur Verhinderung der Wasserentziehung — insbesondere bei Lößboden — auf das Planum Teerpappe gelegt, was sich aber nicht durchweg bewährt zu haben scheint. Denn aus Kalifornien wird berichtet [C 15], daß der auf Teerpappe verlegte Beton eine geringere



Abb. 145. Dreiteiliger Silo für die mineralischen Zuschlagstoffe, daneben Zementsilo, darunter Wiegevorrichtung und Entleerungstrichter (Blaw-Knox Comp., Pittsburgh).

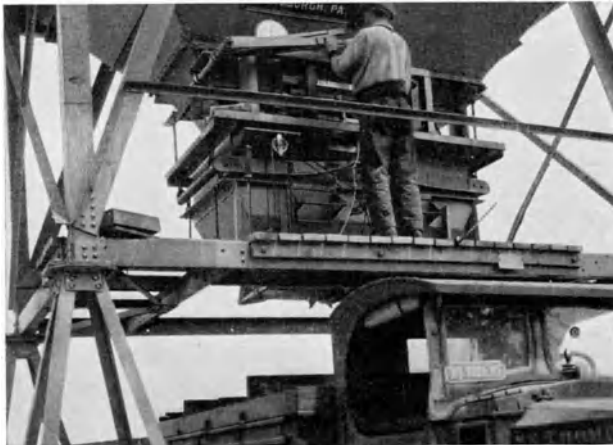


Abb. 146. Dreiteilige Wiegevorrichtung eines Silos (Blaw-Knox Comp., Pittsburgh).

Festigkeit gezeigt hat als solcher auf angefeuchtetem sandigem Lehm-
boden. [A 1, A 39, A 53 b, A 64, C 145].

d) Ausführung.

Die Ausführung einer Betondecke nach profilgerechter Herstellung des Planums zerfällt in die Heranschaffung der Baustoffe von ihren Gewinnungs- bzw. Lagerstellen, die Verarbeitung und den Einbau derselben mit Hilfe geeigneter Baumaschinen sowie in die Nachbehandlung der fertigen Decke. Diese Arbeitsvorgänge sollen nacheinander kurz geschildert werden.



Abb. 147. Silo und Transportwagen mit einzelnen Gefäßen (Blaw-Knox Comp., Pittsburgh).

1. Lagerung, Zumessung und Beförderung der Baustoffe.

Die Lagerung der für Betondecken notwendigen Baustoffe, also der mineralischen Zuschlagstoffe und des Zementes, auf und an den Seiten der Straße ist mehr und mehr aufgegeben und heute in den meisten Staaten verboten. Über die zweckmäßige Einrichtung von Lagerplätzen zur Stapelung der Baustoffe, bei Anlage an der Gewinnungsstelle des Minerals oder Antransport durch Lastkraftwagen einerseits und durch die Eisenbahn andererseits gibt die Abb. 144a und b Aufschluß.

bei Anlage an der Gewinnungsstelle des Minerals oder Antransport durch Lastkraftwagen einerseits und durch die Eisenbahn andererseits gibt die Abb. 144a und b Aufschluß.



Abb. 148. Einfache Drehscheibe für Lastkraftwagen auf der Baustelle [D 56].

Für den Betrieb des Lagers gilt der Grundsatz, daß der laufende Bedarf an Baustoffen unmittelbar in die Silos (bin) befördert wird, und daß das in niedrigen Haufen (pile) gelagerte Mineral oder der in Schuppen untergebrachte Zement lediglich als Reserve,

gewissermaßen als eiserner Bestand beim Versagen der Zufuhr, dient.

Die Silos werden — je nach Umfang und Dauer der vorliegenden Arbeiten — in primitiver Weise aus Holz oder in solider Bauweise aus Eisen aufgebaut. Die Abb. 145 zeigt einen solchen Silo, der dreifach (*I*, *II* und *III*) für drei verschiedene Korngrößen der mineralischen Zuschlagstoffe untergeteilt ist, und der unten die Wiegevorrichtung für die vor-

geschriebene Zuteilung der einzelnen Mineralkörnungen einschließlich des aus dem nebenliegenden Kessel zugeführten Zementes enthält¹ und die einfache Abgabe des gesamten Mischgutes in die Transportgefäße ermöglicht. Die Abb. 146 läßt die dreiteilige Wiegevorrichtung noch deutlicher erkennen, während in Abb. 147 die Beladung der Transportwagen zu sehen ist. Zur Beförderung der Baustoffe von dem Lagerplatz zur Einbaustelle dienen Lastkraft- oder Feldbahnwagen. Erstere sind heute bevorzugt, da sie wirtschaftlicher arbeiten. Das Ladevermögen der Förderwagen ist so groß, daß sie bis zu vier Füllungen eines Betonmischers fassen können. Sie sind entsprechend der Zahl der aufzunehmenden Füllungen in 1 bis 4 Abteilungen untergeteilt. Das Entleeren der Förderwagen geschieht durch Umkanten oder Abheben des Wagenkastens.

Im Interesse der Wirtschaftlichkeit liegt es, die Be- und Entladungszeit der Transportwagen möglichst herabzusetzen und das Fassungsvermögen so groß zu wählen, wie es die Beschaffenheit des Zu-

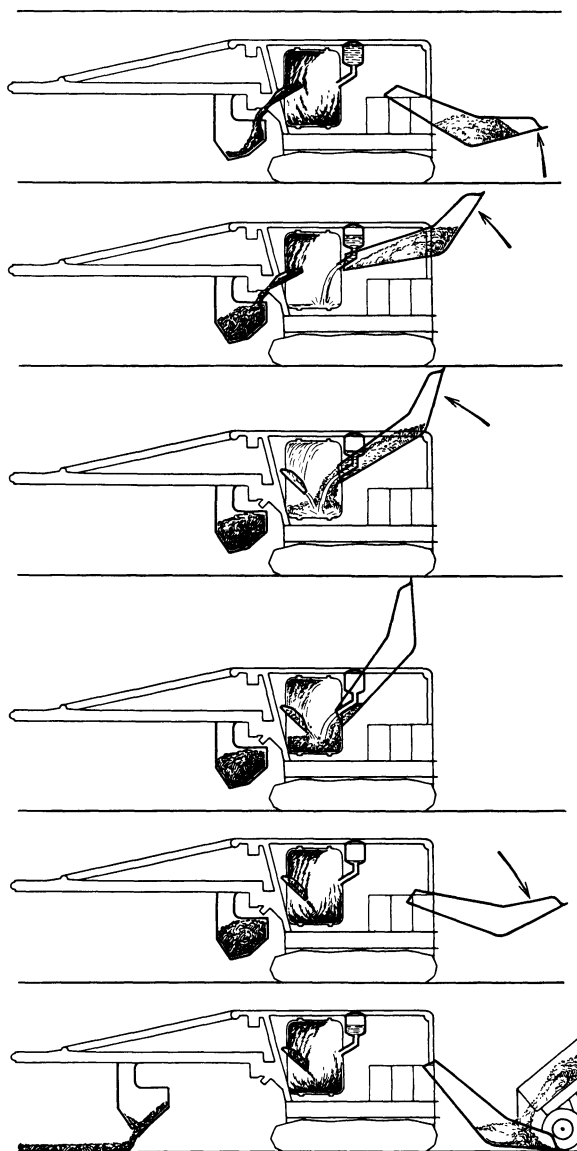


Abb. 149. Schematische Darstellung des zeitlichen Zusammenklangs der Arbeit des Betonmischers [D 47].

¹ Vgl. hierzu auch die in diesem Abschnitt unter E b) gemachten Ausführungen.

fahrtweges zuläßt. In diesem Sinne verdient der auf zwei Füllungen des Betonmischers abgestellte größere Wagen den Vorzug gegenüber einem solchen von nur einer Füllung Ladefähigkeit. Die Dauer der Beladung kann für den letztgenannten kleineren Wagen auf 45 sec, für den größeren



Abb. 150. Transportwagen für Beton mit beweglichem Behälter [D 46].

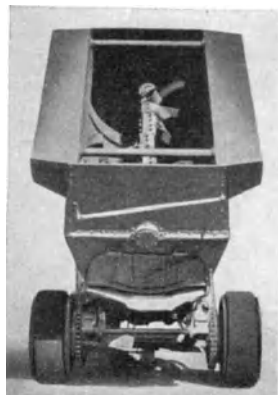


Abb. 151. Transportwagen für Beton mit beweglichen Flügeln [D 46].

auf 105 sec herabgedrückt werden. Die Zeitdauer für das Umkehren (Drehen) auf der Baustelle (Abb. 148), für das Zurücksetzen an den Mischer



Abb. 152. Betonmischer, aufmontiert auf einem Transportwagen (truck mixer) [D 46].

und für das Auskippen in die Tasche des Mischers einschließlich einer Sicherheit bei Verzögerungen wird mit 135 sec für den kleineren und mit 155 sec für den größeren Wagen angegeben. [A 36, A 39, A 53a, A 53b, C 15, C 61, C 62, C 140, C 141, F 10, F 14].

2. Bauvorgang. Besonderer Wert wird bei dem Mischen der Baustoffe und der Wasserzugabe auf den richtigen zeit-

lichen Zusammenklang gelegt. Die Abb. 149 zeigt schematisch diesen Vorgang.

Das Mischen geschieht durchweg maschinell, vorwiegend an Ort und Stelle in fahrbaren Mixern (paver). Dieselben übernehmen auch noch das Aufbringen des Mischgutes auf die Straßenfläche mit Hilfe eines langen Auslegers und Kübels, seltener mittels einer Gießrinne. Die Leistung derartiger Mixer ist sehr groß, ihr Fassungsvermögen liegt bei 600 bis 800 l, die Dauer eines Mischvorganges bei 75 sec, sodaß 48 Füllungen auf 1 Stunde kommen. Die Mischdauer soll 60 sec nicht

unterschreiten, da von ihr, d. h. von der zuverlässigen Vermischung, die Festigkeit des Betons abhängt.

Wenn die Verhältnisse es gestatten, insbesondere also innerhalb oder in nächster Nähe der Städte, werden ortsfeste Anlagen (central mixing plant) bevorzugt. Für diesen Fall ist die rasche und sachgemäße Be-

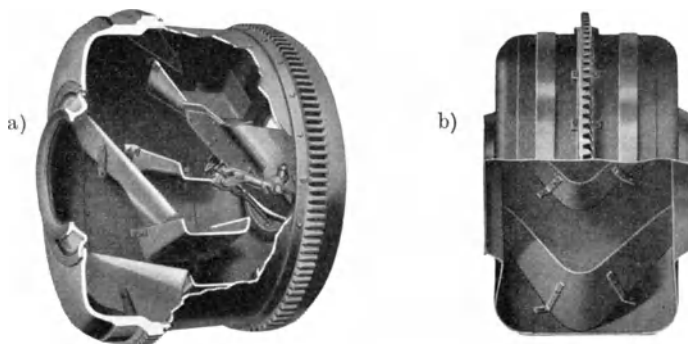


Abb. 153. Betonmischer mit angesetzten Schaufeln. a) Ausführung der National Equipment Corporation (Koehring Paver) [D 47], b) Ausführung der Leach Comp. [D 41].

förderung des Mischgutes zur Einbaustelle besonders wichtig. Da eine Erhärtung des Betons während der Beförderung nicht eintreten darf, werden für diese höchstens 30 Minuten für zulässig erachtet [B 22]. Zur Vermeidung einer Entmischung hat man besondere Vorkehrungen an den Transportwagen getroffen: man hat die Behälter beweglich angeordnet (Abb. 150) oder im Innern mit beweglichen Schaufeln oder Flügeln (Abb. 151) ausgestattet. Es wird so der Mischvorgang gewissermaßen fortgesetzt. Es bedeutet nur einen kleinen Schritt weiter, wenn die Beförderung für den Mischvorgang selbst ausgenutzt wird, wie dies bei dem in Abb. 152 dargestellten Wagen geschieht¹.



Abb. 154. Betonmischer mit Abgleichbohle in Tätigkeit [D 47].

¹ Auf einer Strecke der in den Jahren 1930 bis 1932 erbauten Staatsstraße zwischen Boston und Worcester, Mass., wurden 14 Automischer mit einem Fassungsvermögen von je 6,5 t Mischgut verwendet [C 45], vgl. Abb. 166 a u. b.

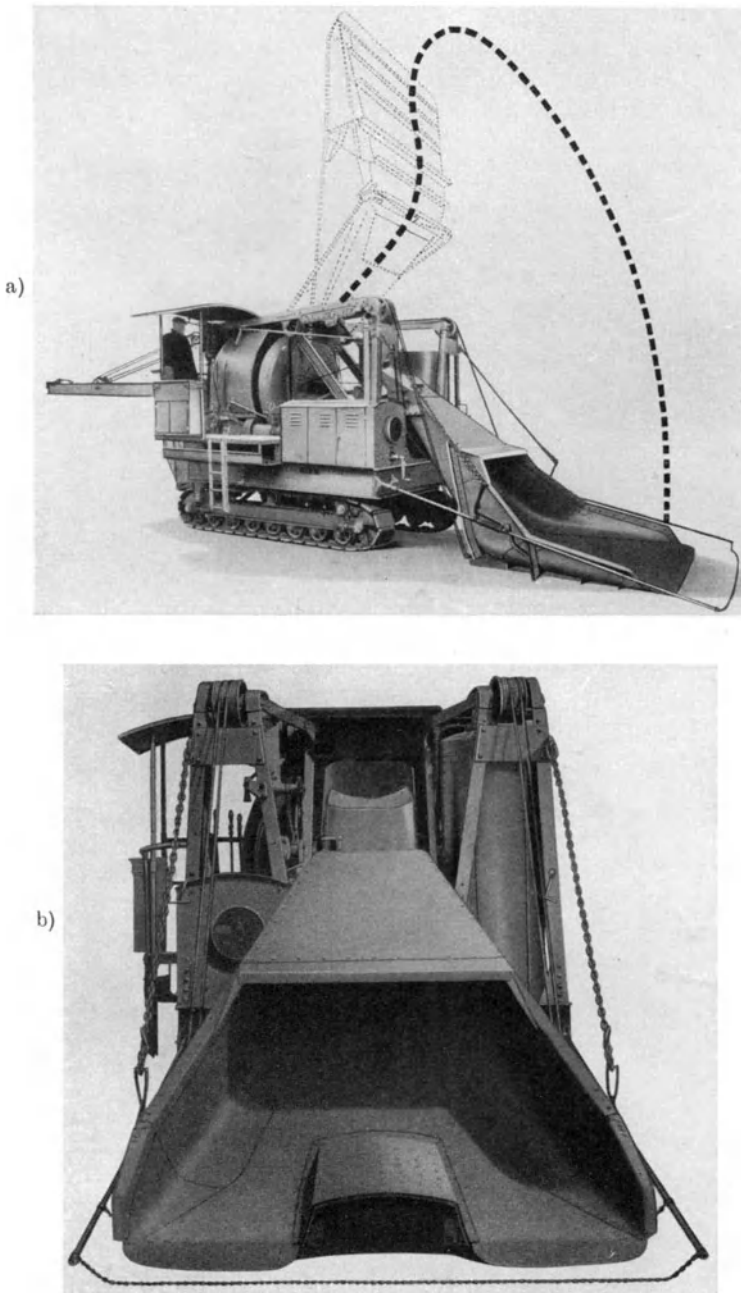


Abb. 155. Betonmischer. a) Gesamtansicht mit Bewegung der Materialtasche, b) Materialtasche für Ausführung mit mittlerer Längsfuge.

Als Mischer (mixer) kommen in erster Linie Freifallmischer in Anwendung, insbesondere für größere Leistungen. Sie sind an der inneren Wandung mit Schaufeln versehen, für welche die einzelnen Firmen verschiedene Formen ausgebildet haben (Abb. 153a und b). Die Abb. 154 zeigt einen Mischer in voller Tätigkeit, der mit dem Fortschreiten der Arbeit und eigener Weiterbewegung einen Abgleicher oder

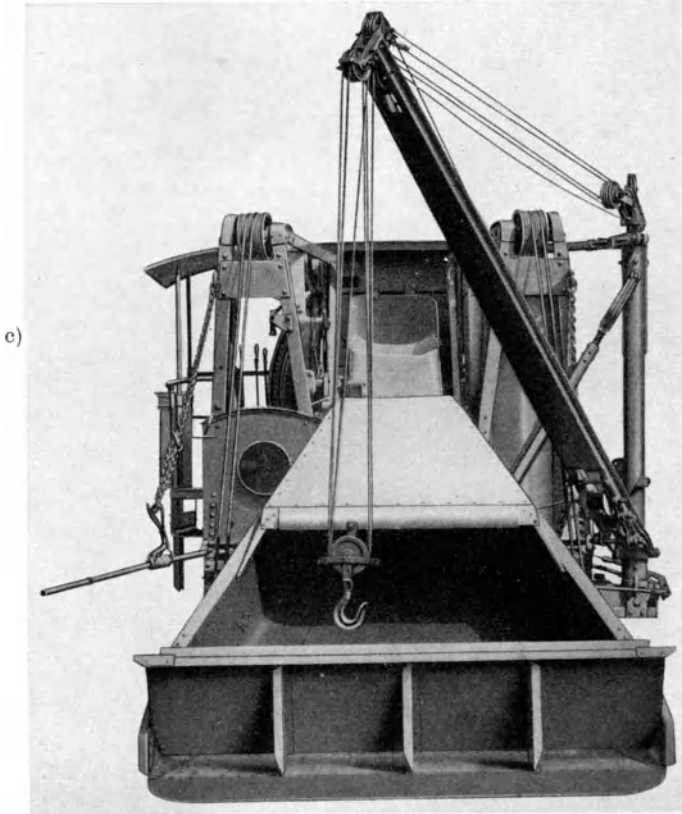


Abb. 155. Betonmischer. c) Materialtasche bei Anwendung einzelner Transportkasten [D 47].

Glätter mitnimmt und so kurz vor dem Aufbringen des Betons nochmals das Straßenprofil abgleicht. Die Beförderung des Mischgutes von dem Mischer auf die Straße geschieht hauptsächlich durch Kübel (bucket) mit Bodenklappen, die an einem Auslegerarm (boom) fahrbar angeordnet sind. Einzelheiten der für die Arbeit des Mischens wichtigen Materialtasche sind aus den Abb. 155a bis c zu entnehmen.

Zur Erhöhung der Leistung und damit der Wirtschaftlichkeit arbeiten die Mischer neuerdings in allen Arbeitsvorgängen automatisch und

werden dadurch unabhängig von menschlicher Unzulänglichkeit. Gleichförmigkeit der Mischung und Verringerung der Kosten werden als Folge



Abb. 156. Zwei Betonmischer hintereinander geschaltet, Tandemanordnung [C 124].

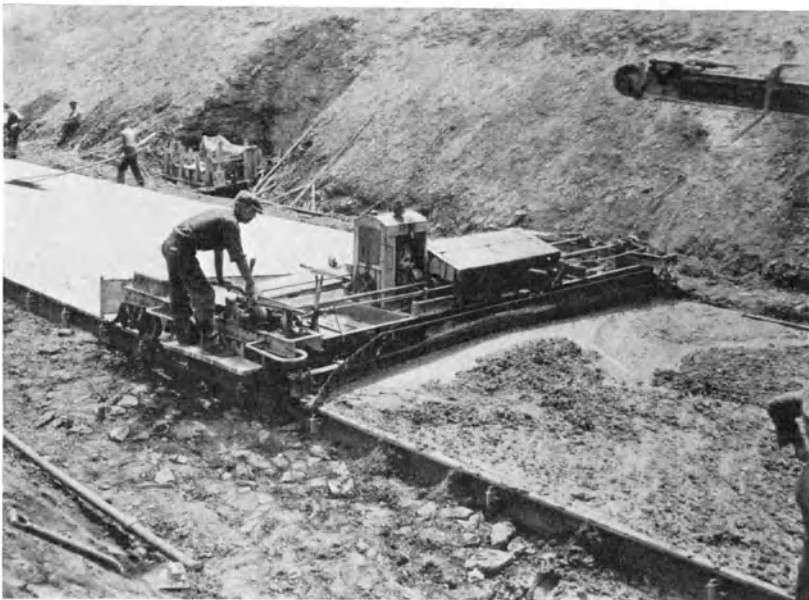


Abb. 157. Finisher bei der Arbeit (Blaw-Knox Comp., Pittsburgh).

dieser Mechanisierung hervorgehoben. Der Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, und zwar dem Zeitgewinn, dient auch die Hintereinanderschaltung

zweier Mischer (Abb. 156). Hier wird der Mischvorgang in zwei Teile zerlegt. In der ersten Trommel findet nach Einbringung der Baustoffe und der Wasserbeigabe die erste Vermischung (Dauer mindestens 30 sec) statt, während die zweite Trommel fertig mischt. Der Vorteil liegt in der rascheren Aufeinanderfolge der Füllungen und der dadurch erzielten größeren Leistung¹. [A 19, A 53 a, B 32, C 18, C 45, C 149].



Abb. 158. Abstreich- und Stampfbohle für Handarbeit. Die Stampfbohle wird zuerst an der einen Seite angehoben und fallen gelassen unter langsamem Vorschieben auf etwa 30 cm Länge. Das gleiche geschieht alsdann auf der anderen Seite [D 56].

Bei der Verteilung des Betongemisches mit Hilfe der Kübel am

Ausleger muß mit möglichstem Geschick verfahren werden, um die Handarbeit bei der gleichmäßigen Ausbreitung des Betons über die Straßen-

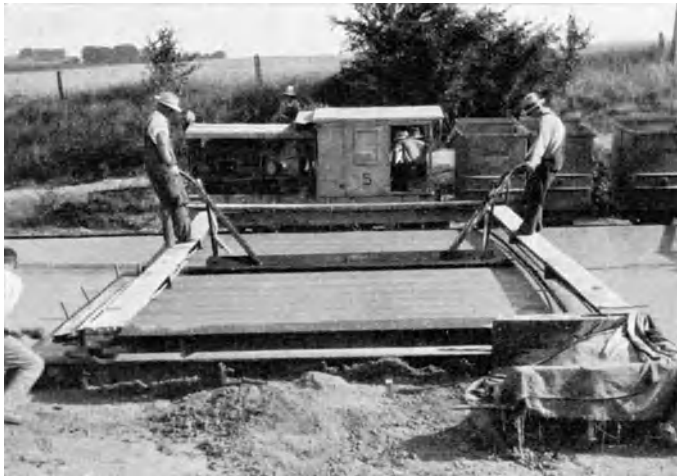


Abb. 159. Abgleichen der Betondecke in der Längsrichtung mittels einer etwa 3 m langen Bohle (Portland Cement Association, Chicago).

fläche auf ein geringes Maß zu beschränken. Die weitere Fertigstellung der Betondecke erfolgt nun von Hand oder mit Maschinen. Wenn auch

¹ Auf einer 62 km langen Betonstraße im Staate Missouri von 6 m Breite und 22,5—15—22,5 cm Stärke betrug die durchschnittliche Stundenleistung mit 2 Mixchern in Tandemanordnung 45 m, während mit einem Einzelmischer nur 27 m eingebaut werden konnten [C 149].

die Maschinenarbeit, insbesondere im Landstraßenbau, vorherrschend geworden ist, so hat sie doch die Handarbeit nicht ganz zu verdrängen

vermocht. Denn diese bleibt wertvoll und unentbehrlich, wenn ein häufiger Wechsel der Breite und des Quergefälles oder Einbauten die Einstellung der Maschinen erschweren und verteuern.

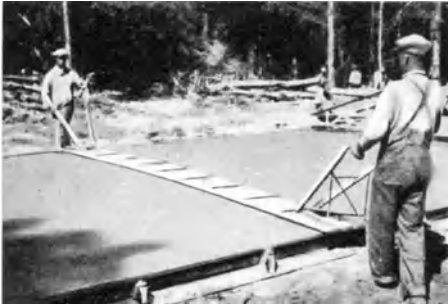


Abb. 160. Abgleichen der Betondecke in der Querrichtung mittels eines dünnen und breiten Brettes [A 53b].

Grundsätzlich ist der weitere Arbeitsvorgang für Hand- oder Maschinenbetrieb der gleiche. Er besteht in dem Vorschieben der Abstreihbohle (strike-off template) zur Herstellung des Profils, in

dem Verdichten mit Hilfe von Stampfbohlen (tamp template), in dem Abglätten in der Längs- und Querrichtung (float) und einem nachträg-



Abb. 161. Abziehen der Schlämpe mittels eines breiten Gurtes [D 58].

lichen Abziehen der Schlämpe (belt) mittels Gummischlauch oder Leinwandstreifen. Während das Abstreichen und Verdichten durch eine Maschine, den Finisher, übernommen werden können, werden die letzten



Abb. 162. Abziehen der Schlämpe mittels eines Gummischlauches [D 56].

Fertigstellungsarbeiten häufig von Hand durchgeführt. Die einzelnen Maßnahmen und die dazu erforderlichen Geräte werden durch eine Reihe von Abbildungen veranschaulicht (Abb. 157 bis 162).

Die richtige Aus-

führung wird schließlich mit Hilfe des Richtscheites (straightedge) (Abb. 163) sorgfältig nachgeprüft. In einer ganzen Reihe von Staaten sind Unebenheiten über 3,2 mm auf 3 m Länge unzulässig. In einzelnen Gegenden haben sich nach den vorliegenden Berichten Abänderungen des Verfahrens eingebürgert und bewährt. So ersetzt man beim Handbetrieb die Stampfbohle durch eine von Hand oder maschinell senkrecht zur Straßenachse bewegte leichte Walze (Abb. 164). So wird zum Schluß die glatte Oberfläche mittels Besen (Abb. 165) aufgeraut, um sie griffiger und auch unter der Scheinwerferbeleuchtung besser sichtbar zu machen. [A 1, A 53 a, A 53 b, A 64, B 32, F 14].



Abb. 163. Untersuchung der fertigen Beton-
decke mit dem Richtscheit [D 56].

Bei Verwendung von Mischern, die auf Kraftwagen aufgestellt sind, und bei denen sich der Mischvorgang während der Fahrt zwischen dem Baustofflager und der Einbaustelle abspielt, hat man besondere Ein-



Abb. 164. Herstellung einer Betondecke im Handbetrieb, u. a. Ersatz der Stampfbohle durch eine leichte Walze [D 56].

richtungen zur maschinellen Verteilung des Mischgutes auf der Straße geschaffen. Der Mischer gibt, falls er auf der Rückseite entleert, seinen Inhalt in einen Kübel, der an einem vor dem Finisher fahrenden Verteilerwagen schwenkbar angesetzt ist (Abb. 166). Bei seitlicher Entleerung des Mixers fällt das Mischgut unmittelbar in besondere Behälter des Verteilerwagens (Abb. 167), aus denen es alsdann gleichmäßig auf die Unterlage ausgebreitet wird.



Abb. 165. Aufrauhung der Oberfläche der
Betondecke mittels Besen [D 56].

Die amerikanischen Berichte lassen die allgemeine Benutzung des Finishers mit 2 Bohlen erkennen, sprechen aber neuerdings von günstigen Ergebnissen bei steifem Beton¹

¹ Zweckmäßiges Mindestsetzmaß = 2,5 cm gegenüber einem solchen von 5 bis 7,5 cm bei Beton, der nicht durch Vibration verdichtet ist [C 72a], vgl. auch die Ausführungen auf Seite 210.

durch Vibration, also durch sehr schnelle Bewegung mindestens einer Bohle des Finishers. Diese Bewegung wird durch Vibrationsmotore erzeugt, die auf die Bohlen einwirken. Bei Versuchen des Bureau of Public Roads [C 72a] wurde ein nor-

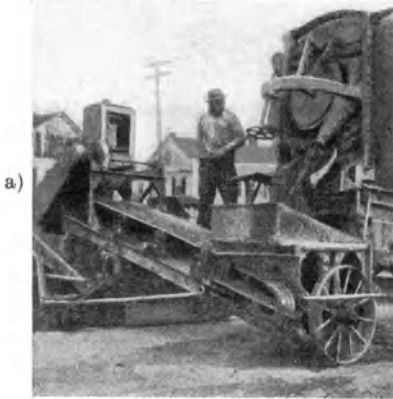


Abb. 166 a und b. Entleerung des Mixers an der Rückseite in einen auf einem Ausleger schwenkbaren Küber [C 45].

maler Finisher mit 3 Vibrationsmotoren (2 auf der vorderen und 1 auf der hinteren Bohle) verwendet, deren Umdrehungszahl 3600 in der Minute betrug. Die Arbeit der Vibration wird vorläufig günstig (rascher Baufortschritt und höhere Druckfestigkeit¹ des Betons) beurteilt, sie wird mit großem Interesse weiterbeobachtet. Zwei-



Abb. 167. Seitliche Entleerung des Mixers unmittelbar in den Verteiler [C 45].



Abb. 168. Nagel zur Unterstützung der Eisenbewehrung [A 19].

¹ Auf einer Staatsstraße im Staate New York wurde 1931 festgestellt, daß die an ausgebohrten zylindrischen Probekörpern ermittelte Druckfestigkeit des Betons durch Vibration von 222 auf 262 kg/qcm gesteigert werden konnte [C 30].

fellos nähert sich eine derartige Ausführungsweise dem Einrütteln, könnte daher zu einer besonders dichten Lagerung der mineralischen Zuschlagstoffe führen. [A 39, C 16, C 30].

Bei der Einbettung der Eiseneinlagen (reinforcement) handelt es sich darum, in welcher Weise während der Ausführung ihre Lage innerhalb des Deckenquerschnittes gesichert wird. Hierfür ist eine Reihe von Verfahren ausgebildet, bei denen man grundsätzlich die Einbringung des Betons in einer oder in zwei Schichten unterscheiden kann.

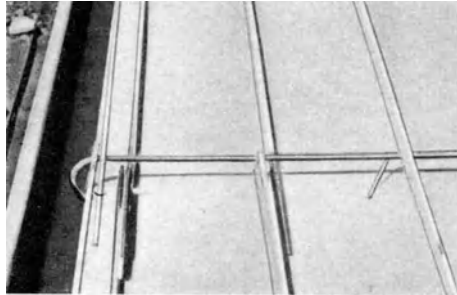


Abb. 169. Bewehrung durch Längseisen, Unterstützung derselben durch ein Quereisen, welches in seiner Lage durch Bügel und Nägel festgehalten wird [A 53b].



a)



b)

Soll die Betondecke in ähnlicher Weise verlegt werden, wie dies zuvor für die Ausführung ohne Eisenbewehrung geschildert wurde, so muß das Eisengeflecht (mesh, mat) während der Ausbreitung des Betons in der gewünschten Lage (vielfach etwa 5 cm unter der Deckenoberfläche) gehalten werden. In der einfachsten Weise kann dies durch einzelne Bügel und Nägel (Abb. 168) geschehen, eine Möglichkeit, die insbeson-



c)

Abb. 170. Einbau der Eisenbewehrung in Betondecken mit Hilfe der sogenannten Schlitten in Gestalt von a) Rohren, b) T-Eisen, c) dünnen Profileisen, welche hin und wieder durch schwache Eisenstäbe verbunden sind [C 106].



Abb. 171. Ausführung einer Betondecke mit Einlage eines Stahlnetzes mittels Rohren und an diesen befestigten Haken. Durch Drehung der Rohre wird das Netzwerk nach Einbringen des Betons frei [C 106].

Festhaltung der Stahlbewehrung in ihrer Lage während der Ausführung sind die Verwendung sogenannter Schlitten (Abb. 170 a bis c),

dere bei geringer Bewehrung, z. B. durch einzelne Randeisen oder ein weitmaschiges Netzwerk, in Anwendung gebracht wird. Die Abb. 169 veranschaulicht diese Methode für einige Längseisen (steel bar), die hin und wieder, insbesondere an den Stößen, durch einige Quereisen in ihrer Lage gehalten werden. Andere Verfahren zur

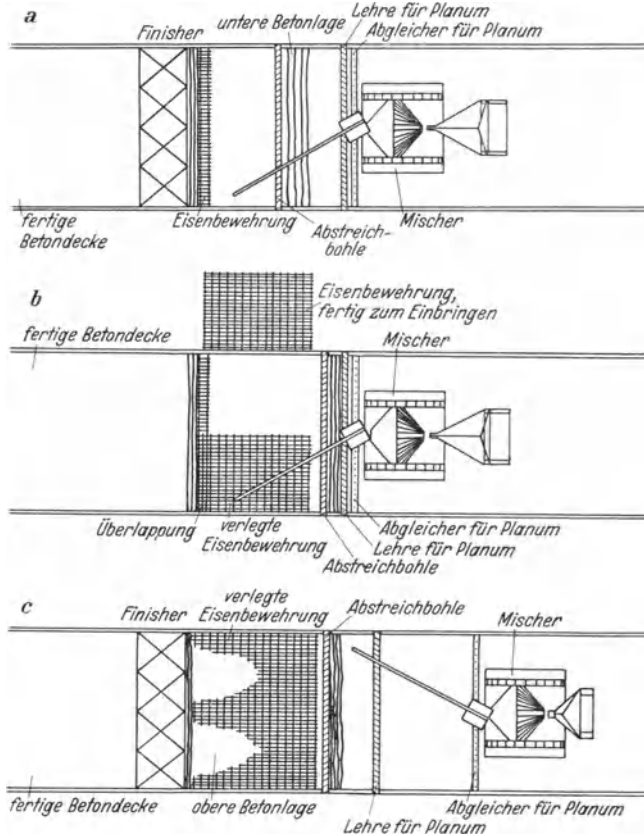


Abb. 172. Schema des Arbeitsvorganges für eine bewehrte Betondecke in zweischichtiger Bauweise. a) Herstellung der unteren Betonlage, b) Verlegung des Eisens auf der unteren Betonlage, c) Aufbringung der oberen Betonlage [C 106].

die mit Ketten an dem Betonmischer befestigt sind und bei der Bewegung desselben fortgezogen werden, ferner die Aufhängung des Netzwerkes an mit Haken versehenen Rohren (Abb. 171), durch deren Drehung die Haken sich lösen. Alle diese Verfahren haben jedoch Nachteile, die entweder die Güte des Betons beeinträchtigen oder den Einbau behindern.

Wohl dieser Nachteile wegen ist man in einzelnen Staaten (z. B. Pennsylvanien [C 106]) zur zweischichtigen Bauweise übergegangen. Bei dieser wird zunächst die Unterschicht eingebracht und abgeglichen.

Es folgt das Ausbreiten des bereitliegenden Bewehrungsnetzes, hiernach das Aufbringen der Deckschicht, die dann in der üblichen Weise weiter behandelt wird. Die Abb. 172 a bis c zeigen das Schema des Verfahrens, die Abb. 173 die Photographie des Arbeitsvorganges. [A 39, A 53 b, B 28, C 63, C 104, C 106, C 107].

Der Ausbildung der Fugen (joint), und zwar der Längs- und der Querfugen, hat man im Beton-Straßenbau der V.St.A. zunächst wenig Beachtung geschenkt. Man hat vielfach, besonders in den Staaten mit geringen Temperaturunterschieden, auf

Fugen überhaupt verzichtet. Das dadurch unvermeidliche Auftreten von Rissen (crack) wurde in Kauf genommen, da der praktisch eingestellte Amerikaner auf die Beeinträchtigung des Aussehens keinen Wert legt und im übrigen der starke Verkehr die Betondecke doch bald dunkel färbt und die Risse weniger sichtbar macht. Neuerdings mißt man dem Einbau von Längs- und Querfugen größere Bedeutung bei. Dennoch haben sie auch jetzt noch keineswegs allgemein Eingang gefunden.



Abb. 173. Zweischichtige Bauweise einer bewehrten Betondecke; die Deckschicht ist erst teilweise aufgebracht [C 106].



Abb. 174. Herstellung einer Längsfuge auf 5 bis 7 cm Tiefe mittels eines T-Eisens [D 54].

Soweit sie eingebaut werden, liegen die Längsfugen in der Fahrbahnmitte, gegebenenfalls in einem Abstand von 3 bis 4 m voneinander. Querfugen werden, soweit es sich um Dehnungsfugen handelt, in einer Entfernung von 12 m und mehr angeordnet. Zwischen je 2 Dehnungsfugen legt man vielfach eine oder mehrere Schrumpffugen ein.

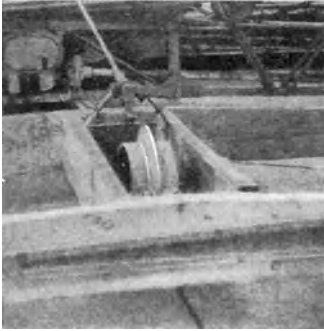


Abb. 175. Herstellung einer Längsfuge von 5 bis 7 cm Tiefe mittels profilierter Rolle, welche an den Finisher angehängt ist [C 15].

Längsfugen (longitudinal joint) werden entweder als Scheinfugen (dummy joint) oder durch Einlegung von Fugenblechen (metal plate) oder durch Anordnung eines stumpfen Stoßes (butt joint) ausgebildet. Die etwa 12,5 mm breiten Scheinfugen werden hergestellt durch Einkerbung der fertigen Betondecke mit Hilfe eines etwa 3 m langen T-Eisens auf eine Tiefe von 5 bis 7,5 cm (Abb. 174). Eine andere Ausführungsart der Scheinfugen benutzt entsprechend profilierte Rollen (Abb. 175), die an den

Fertiger angehängt oder von einem Brett aus bedient werden. Die Scheinfugen werden mit bituminösen Filzstreifen (Zusammenstellung 35)

Zusammenstellung 35. Fugenfüllstreifen aus Asphalt, Filz und mineralischem Füller nach den Bauvorschriften des Staates Illinois [B 22].

Eigenschaften	Bewertungszahlen
1. Bitumengehalt, löslich in Tetrachlorkohlenstoff, mindestens . . .	70 %
2. Filzgehalt, organische Bestandteile	10—25 %
3. Mineralgehalt, unorganische Bestandteile unter 0,149 mm Korngröße	1,5—7,5 %
4. Wasseraufnahme bei 25° C in 24 Std., höchstens	5 %
5. Verbiegung (eine Probe von 5 × 15 cm wird in waagrecht Lage mittels einer Klammer so gehalten, daß 8,75 cm der Probe frei überstehen. Die Probe bleibt 2 Std. in einem Wärmeschrank bei 52° C. Gemessen wird alsdann die etwaige Abweichung des freien Endes von der Waagrechten), höchstens	12,5 mm
6. Sprödigkeit (eine Probe von 5 × 15 cm wird mindestens 1 Std. in einer Temperatur zwischen 4 und 6° C belassen und daraufhin mittels einer Klammer so gehalten, daß 8,75 cm der Probe frei überstehen. Alsdann wird eine gußeiserne Kugel von rd. 4,7 cm Durchm. und rd. 430 g Gewicht aus 30 cm Höhe auf die Mitte des überstehenden Teiles der Probe fallen gelassen) . .	Die Probe darf weder Risse noch Sprünge zeigen

ausgelegt (Abb. 176). Die zweite Ausführungsart der Längsfugen benutzt besonders gestaltete Fugenbleche (Abb. 177), die mittels Nägel in dem Untergrund befestigt werden. Durch die Fugenbleche hindurch werden Ankereisen (tie bar) von etwa 12 mm Stärke und 1,20 m Länge

mit 1,5 m Abstand voneinander in den Beton eingelegt. Sie haben die Aufgabe, die aneinandergrenzenden Deckenplatten in der gleichen Höhenlage zu halten. Um die ununterbrochene Herstellung der Betondecke mittels der üblichen Maschinen nicht zu behindern, endigt das Fugenblech etwa 12 mm unterhalb der Betonoberfläche. Die Anordnung eines stumpfen Stoßes ist natürlich nur bei halbseitiger Bauweise möglich.



Abb. 176. Einlegung eines Streifens von geteertem Filz in eine Fuge [D 54].

Querfugen (transverse joint) werden als Dehnungs- (expansion joint) oder als Schrumpffugen (contraction joint) ausgebildet. Die Dehnungs-

fugen werden mit Hilfe von Fugenlehren (bulkhead) aus Stahlblech, deren untere Kante häufig zahnförmig gestaltet ist, hergestellt. Auf die dem Fertiger zugekehrte Seite der Fugenlehre wird mit Bitumen getränkter Filz oder Pappe eingelegt. Die Fugenlehre wird entfernt, nachdem hinreichend Beton auch auf der Vorderseite derselben eingebracht ist. Es gibt noch andere, zum Teil patentierte Verfahren, welche den Fugenfüllstreifen während der Einbringung des Betons in seiner Lage sichern. Holzlehren sind heute kaum noch in Anwendung, da nach ihrer Herausnahme wegen der Breite der Fuge Schwierigkeiten bei ihrer Verfüllung bestehen. Soll die Fuge mit Asphalt oder Teer (Zusammenstellungen 36 und 37) ausgegossen werden, so wird sie gleichfalls mittels einer Stahllehre hergestellt. Diese bleibt jedoch so lange liegen, bis die Erhärtung des Betons begonnen hat. Wichtig für das Gelingen dieser Ausführungsart ist, daß die Lehre gezogen wird, bevor die Erhärtung des Betons zu weit fortgeschritten ist. Die Breite der Dehnungsfugen schwankt zwischen 6 und 25 mm. Die Schrumpffugen werden hauptsächlich als Scheinfugen in der gleichen Weise ausgebildet, wie es für die Herstellung

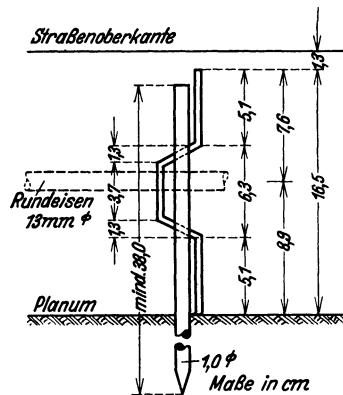


Abb. 177. Fugenblech mit Befestigung im Untergrund und Verankerung in der Betondecke (Illinois) [A 19].

von Fugenlehren (bulkhead) aus Stahlblech, deren untere Kante häufig zahnförmig gestaltet ist, hergestellt. Auf die dem Fertiger zugekehrte Seite der Fugenlehre wird mit Bitumen getränkter Filz oder Pappe eingelegt. Die Fugenlehre wird entfernt, nachdem hinreichend Beton auch auf der Vorderseite derselben eingebracht ist. Es gibt noch andere, zum Teil patentierte Verfahren, welche den Fugenfüllstreifen während der Einbringung des Betons in seiner Lage sichern. Holzlehren sind heute kaum noch in Anwendung, da nach ihrer Herausnahme wegen der Breite der Fuge Schwierigkeiten bei ihrer Verfüllung bestehen. Soll die Fuge mit Asphalt oder Teer (Zusammenstellungen 36 und 37) ausgegossen werden, so wird sie gleichfalls mittels einer Stahllehre hergestellt. Diese bleibt jedoch so lange liegen, bis die Erhärtung des Betons begonnen hat. Wichtig für das Gelingen dieser Ausführungsart ist, daß die Lehre gezogen wird, bevor die Erhärtung des Betons zu weit fortgeschritten ist. Die Breite der Dehnungsfugen schwankt zwischen 6 und 25 mm. Die Schrumpffugen werden hauptsächlich als Scheinfugen in der gleichen Weise ausgebildet, wie es für die Herstellung

Zusammenstellung 36.

Asphaltfugenverguß und -füllmasse für Risse in Betondecken nach den Bauvorschriften der Staaten Illinois [B 22] und New York [B 28].

Eigenschaften	Bewertungszahlen des Staates	
	Illinois	New York
1. Spez. Gewicht (25° C) in g/ccm, mindestens . . .	0,995	—
2. Penetration (0° C, 200 g, 60 sec) in Graden, mindestens	35	20
3. Penetration (25° C, 100 g, 5 sec) in Graden . . .	85—100	50—60
4. Penetration (46° C, 50 g, 2 sec) in Graden, höchstens	220	160 (bei 5 sec)
5. Verlust beim Erhitzen (163° C, 5 Std.), höchstens	1%	1%
6. Penetration des Rückstandes (25° C, 100 g, 5 sec), mindestens	70% von Pos. 3	50% von Pos. 3
7. Löslichkeit in Schwefelkohlenstoff, mindestens .	99,5%	99,0%
8. Flammpunkt, mindestens	175° C	200° C
9. Duktilität (25° C), mindestens	30 cm	10—30 cm
10. Erweichungspunkt (Ring und Kugel)	50—75° C	60—75° C

Zusammenstellung 37. Teerfugenverguß und -füllmasse für Risse in Betondecken nach den Bauvorschriften des Staates Illinois [B 22].

Eigenschaften	Bewertungszahlen
1. Wassergehalt	0%
2. Spezifisches Gewicht (25° C) des Gesamtdestillates bis 300° C in g/ccm, mindestens	1,03
3. Schwimmprobe (50° C) in sec	90—150
4. Destillationsstufen:	
0° bis 170° C, höchstens	1%
0° „ 270° C „	10%
0° „ 300° C „	20%
5. Erweichungspunkt (Ring und Kugel) des Destillationsrückstandes, höchstens	65° C
6. Löslichkeit in Schwefelkohlenstoff, mindestens	78,0%

der Längsfugen bereits geschildert wurde. Von großem Einfluß auf die Wirksamkeit der Fugen ist die Herstellung senkrechter Fugenwände, da hierdurch vor allem auch ein Übereinanderschieben der Betonplatten vermieden wird. Zur Sicherung der Höhenlage der aneinanderstoßenden Platten werden vielfach bei den Quertfugen Dübeleisen (dowel) eingelegt. Die Beweglichkeit der Betonplatten in der Richtung der Dübel wird dadurch gesichert, daß nur das eine Ende fest einbetoniert ist. Die Dübeleisen haben einen Durchmesser von 12 bis 20 mm, eine Länge von 50 bis 75 cm und werden häufig in einem Abstand von 50 bis 90 cm voneinander verlegt. [A 39, A 53 b, B 21, B 22, C 15, C 46 a, C 107, C 138, C 150, D 54, F 14].

3. Nachbehandlung. Die Nachbehandlung (curing) einer Betondecke hat den Zweck, ein rasches Austrocknen des Betons zu verhindern und

so eine Beeinträchtigung des Abbindens und Erhärtens zu vermeiden. Die dabei angewendeten Verfahren: Überdachung; Ausbreitung von Decken, Säcken, auch wohl Sisalkraftpappe; Überstauung mit Wasser; Überdecken mit feuchtem Boden oder Sand, für welche Arbeit auch Maschinen eingesetzt werden (Abb. 178), sind auch bei uns gebräuchlich. Zu nennen ist weiter das Aufstreuen von Kalziumchlorid, welches hygroskopisch ist und daher feucht bleibt, in einer Menge von höchstens 1,5 kg/qm. In trockenen Gegenden kann seine Verwendung natürlich nicht in Frage kommen. Das Verfahren, die Austrocknung des Betons durch einen Anstrich mit Leinöl oder Asphalt zu verhindern, hat sich nicht bewährt.

Bis zur Verkehrsübergabe der Betondecke rechnet man eine Schonzeit von 2 bis 3 Wochen, ist aber heute bestrebt, dieselbe nach Möglichkeit abzukürzen. [A 1, A 39, A 53b, A 64, B 11, C 18, C 71, C 86, C 154, F 14].

4. Prüfung. Zum Schluß dieses Abschnittes über die Ausführung der Betondecken darf nicht unerwähnt bleiben, daß die amerikanischen Berichte immer wieder auf die Bedeutung einer ge-



Abb. 178. Aufbringen von Boden mittels Bagger zur Feuchthaltung einer Betondecke [A 39].

genauen Prüfung der Baustoffe und eine strenge Beaufsichtigung der Bauarbeiten hinweisen. Die seit Jahren durchgeführten großzügigen Forschungsarbeiten geben die Grundlagen und Prüfverfahren an die Hand und haben hierdurch sicherlich zu der außerordentlichen Verbreitung und den Erfolgen der Betonstraße in den V.St.A. beigetragen.

Als übliche Untersuchungen zur Bestimmung der Festigkeit des Betons gelten die Ermittlung der Biegunzugfestigkeit und der Druckfestigkeit¹. Die Biegunzugfestigkeit (flexural strength) wird an Probekörpern (test beam) von 15 × 15 × 90 cm Größe ermittelt, die an der Baustelle angefertigt werden. Die Prüfung wird in der Weise durchgeführt, daß die Probekörper in einem einfachen fahrbaren Gerät an einem Ende eingespannt und an dem anderen freien Ende bis zum Bruch belastet werden. Die Abwicklung der Versuche und die Aus-

¹ Erwähnt sei auch ein vom Bureau of Public Roads entwickeltes Verfahren zur Ermittlung des Widerstandes der Oberfläche von Betondecken gegen Abnutzbarkeit (surface hardness), bei welchem die Tiefe einer durch ein dreirädriges Gerät in die Straßendecke gefahrenen Kreisrille gemessen wird [C 71, C 86a, F 40a].

bildung der erforderlichen Versuchsgeräte zur Ermittlung der Biegezugfestigkeit, sowohl auf der Baustelle wie im Laboratorium, sind in den einzelnen Staaten noch sehr verschieden. Doch sind Bestrebungen im Gange, hierin eine Vereinheitlichung zu erreichen. Die Druckfestigkeit (crushing strength) wird an von Hand angefertigten oder aus der Decke ausgebohrten zylindrischen Probekörpern (core), deren Durchmesser meistens 15 cm beträgt, bestimmt. Bei den ausgebohrten Probekörpern ist das Verhältnis $h:d$ wechselnd. Um die Festigkeitswerte von Proben mit wechselnder Abmessung untereinander vergleichen zu können, werden sie auf ein Verhältnis $h:d = 2$ umgerechnet. Dies geschieht nach der A.S.T.M.-Norm C 42—27 durch Multiplikation der

$h:d$	Multiplikationsfaktor
1,75	0,98
1,50	0,95
1,00	0,85
0,50	0,50

bei der Prüfung gefundenen Festigkeitswerte mit einem dem Verhältnis von Höhe (h) zum Durchmesser (d) entsprechenden Faktor, der aus nebenstehender Tabelle zu entnehmen ist. [A 53 b, C 72, C 75, C 80, C 92, C 151, F 14].

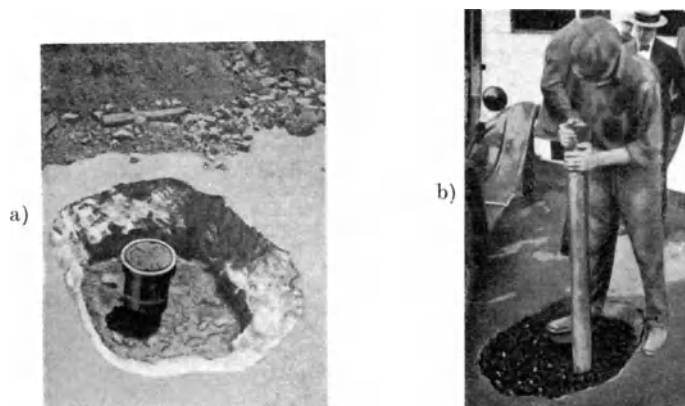
e) Unterhaltung.

Für die Unterhaltung (maintenance) der Betondecken gilt, genau wie bei uns, als Grundsatz, daß Aufbrüche und Flickstellen mit demselben Material wieder geschlossen werden sollen, aus dem die Decke besteht. Eine Ausnahme gilt für flache Mulden, zu deren Ausfüllung bitumierter Splitt oder Grus herangezogen werden.

Im übrigen werden schlechte Stellen mit möglichst senkrechten Wänden ausgebrochen, alsdann mit erdfeuchtem Beton ausgefüllt, der festgestampft und gut abgeglichen wird (Abb. 179 a bis c). Haben sich unter der Betondecke Hohlräume gebildet, oder ist sie abgesunken (z. B. bei angeschüttetem Planum), so wird unter die Betondecke, notfalls nach deren Anhebung, sandiger Boden oder magerer Zementmörtel (z. B. Mischung 1:12 bis 1:20) mit reichlichem Wasserzusatz gepumpt. Die hierzu erforderlichen Löcher in der Betondecke werden eingebohrt oder sind von vornherein in Gestalt einbetonierter Röhren vorhanden. Die Abb. 180 veranschaulicht den Arbeitsvorgang.

Ein wesentlicher Bestandteil der Unterhaltung einer Betondecke ist die rechtzeitige Ausfüllung der Fugen und aufgetretenen Risse mit bituminöser Vergußmasse. Zu diesem Zweck werden dieselben mit eisernen Kratzern, mit Besen oder auch mit Druckluft gesäubert und, soweit nötig, ausgespritzt. Als Ausgußmasse (joint filler) verwendet man zähflüssiges Bitumen, das je nach dem Klima im Sommer nicht zu weich und im Winter nicht zu spröde werden darf. Im einzelnen ist die Beschaffenheit des Bitumens durch besondere Vorschriften festgelegt (vgl. Zusammenstellungen 36 und 37).

Die Kosten der Unterhaltung werden durchweg als sehr gering bezeichnet. Verschiedene Berichte sprechen von 0,015 bis 0,036 \$ je qm



und Jahr. [A 53 b, B 2, B 4, C 15, C 110, C 132, C 146, F 14].

f) Sonderbauweisen.

Als Sonderbauweisen der Betondecke sind zu erwähnen das Vibrationsverfahren (Vibro-lithic) und die Zement-schotterdecke (Hassam-Bauweise).

Das Vibrationsverfahren verfolgt den Zweck, die Betondecke durch Einpressen von Schotter aus hartem und zähem Gestein dichter und widerstandsfähiger gegen die Angriffe des Verkehrs zu machen. Auf der in der üblichen Weise hergestellten Betondecke wird der Schotter in einer Menge von 20 bis 30 kg/qm



Abb. 179. Flickstelle in einer Betondecke. a) Ausbruch, b) Stampfen der Füllmasse, c) Abstreichen mit Zementmörtel [D 57].



Abb. 180. Anheben einer abgesunkenen Betondecke durch Einpumpen einer dünnflüssigen Mischung von Sand, Wasser und Zement [C 110].

gleichmäßig von den Seiten her oder von einem besonderen, dem Finisher folgenden Wagen aus verteilt. Auf die so vorbereitete Decke werden Holzmatten oder Holzroste gelegt, auf welche die Vibrationsmaschine einwirkt. Die Schotterstücke werden so in den plastischen Beton eingepreßt und eingerüttelt [A 19, A 64, C 87, F 16].

Die Zementschotterdecke (cement bound macadam) ist seit 1906 in den V.St.A. bekannt. Sie hat sich auf vielen Strecken auch unter starkem Verkehr gut bewährt, was daran zu erkennen ist, daß manche Zementschotterstraßen heute bereits über 20 Jahre liegen. In letzter Zeit schenkt man dieser Bauweise besondere Aufmerksamkeit. Man glaubt in ihr eine zweckmäßige Befestigung für Straßen örtlicher Bedeutung



Abb. 181. Aufbringen des Mörtels für eine Zementschotterdecke mittels einer Gießrinne vom Förderwagen (Portland Cement Association, Chicago).

gefunden zu haben, also insbesondere für solche Wege, die in der Obhut der Counties und Townships stehen [C 164].

Die Zementschotterdecke wird entweder auf eine alte Unterlage aus Kies, Steinschlag und dergleichen oder auch unmittelbar auf den Untergrund verlegt. Der Einbau geht im Staate New York und ähnlich auch in den Staaten New Jersey und Pennsylvanien in der Weise vor sich [C 164], daß Schottersteine von 30 bis 55 mm Korngröße mittels eines Verteilers auf die zuvor gut geebnete Unterlage in einer Stärke von ca. 19 cm aufgebracht werden. Diese Schotterschicht wird mit Walzen von 6 bis 9 t Gewicht auf etwa 15 cm verdichtet. Alsdann wird Mörtel aufgegossen und verteilt. Die Zusammensetzung desselben ist 42,6 kg Zement auf 0,057 cbm Sand von 0,15 bis 6,4 mm Korngröße. Die Wassermenge beträgt 28,5 l, sodaß also der Wasserzementfaktor 0,67 ist. Auf 1 qm fertige 15 cm starke Decke entfallen ca. 34 kg Zement. Unmittelbar nach dem Aufbringen des Mörtels (Abb. 181), der möglichst von

einer zentralen Mischanlage angefahren wird, beginnt das Abwalzen der Decke mit einer $4\frac{1}{2}$ t schweren Zweiradwalze. Der Mörtel dringt dabei in die Schotterlage ein. An einzelnen Stellen wird ein Nachgießen von Mörtel erforderlich. Nach dem ersten Abwalzen werden Unebenheiten in der Decke durch Aufstreuen von Feinsplitt ausgeglichen. Alsdann erfolgt das Fertigwalzen und die übliche Nachbehandlung. Auf einer Strecke im Staate New York [C 164] wurden 25 mm breite, durch die ganze Decke gehende Querfugen (Raumfugen) in Abständen von 90 m eingelegt. Nach den Angaben der Portland Cement Association [D 59] werden jedoch zwischen diesen Raumfugen zweckmäßig Schwindfugen in Abständen von etwa 15 m vorgesehen. Auf der erwähnten Straße wurde auch eine Längsfuge, die als 25 mm breite und 50 mm hohe Scheinfuge durch Aufnageln einer Holzleiste auf den Untergrund ausgebildet war, angeordnet. Die Stundenleistung einer gut geleiteten Baustelle wird zu 160 qm angegeben. Im Staate New York wurde Zementschotter nach dem oben beschriebenen Verfahren zum Preise von 1,3 \$/qm ausgeführt. Die Aufwendungen für Erdaushub und Seitenbankette sind in dieser Summe nicht enthalten. [A 23, A 35, A 64, C 16, C 36, C 164, D 59].

g) Kosten.

Die Kosten der Betondecke sind im Laufe der Jahre erheblich gesunken. In dem im Jahre 1927 herausgegebenen Highway Engineers Handbook von W. G. Harger und E. A. Bonney [A 35] ist der Preis für 1 qm Betondecke durchschnittlicher Stärke, also von etwa 22 cm an den Seiten und 15 cm in der Mitte, zu 3,0 bis 4,8 \$, im Durchschnitt zu 3,6 \$, je qm für das Jahr 1926 angegeben. C. C. Wiley [A 64] spricht in seinem 1928 erschienenen Buch „Principles of Highway Engineering“ von 2,6 bis 3,1 \$ je qm im Jahre 1927 einschließlich Eisenbewehrung (2,5 kg Eisen je qm) für eine 17,5 cm starke Decke. Der Preis ermäßigt sich auf 1,9 bis 2,5 \$ je qm, wenn auf die Maschenbewehrung verzichtet wird und nur an den Rändern Eisen eingelegt werden. In einer Veröffentlichung vom Januar 1932 [C 15] ist für 1931 der Preis je qm einer 15 cm dicken Betondecke mit Randverstärkung gar mit 1,2 \$ aufgeführt und wird mit dem außergewöhnlichen Sturz der Baustoffpreise und der Löhne begründet.

F. Klinkerdecken.

Die Klinkerdecke (brick pavement) hat in den V. St. A. — insbesondere im Stadtstraßenbau — seit langem eine große Bedeutung, die etwa derjenigen des natürlichen Pflasters (Groß- und Kleinpflaster) in Deutschland entspricht. Es gibt kaum eine amerikanische Stadt, in der nicht wenigstens einige Straßen mit Klinkersteinen befestigt sind. Aber auch

über 7000 km Landstraßen hatten 1928 einen Belag aus Klinkern. Vorwiegend in den mittleren Staaten finden sich Klinkerdecken, weil hier ein gutes Rohmaterial für deren Herstellung vorhanden ist.

Bereits in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden Klinkersteine als Straßenbelag verwendet, die in den einzelnen Gegenden und Ländern ganz verschiedene Abmessungen aufwiesen. Erst sehr viel später, im Jahre 1921, wurde eine Vereinheitlichung der Maße für



Abb. 182. Klinkerstraße, 19 Jahre alt [C 98].

den Klinkerstein energisch angestrebt. Aus über 60 verschiedenen Formen und Abmessungen der Klinker gelang es, zu 6 handelsüblichen Größen zu kommen.

Der Klinkerdecke wird eine Reihe von Vorzügen nachgerühmt: Griffigkeit, geringe Neigung zur Wellenbildung, also ebene Lage, große Lebensdauer u. a. Die Abb. 182 zeigt eine Klinkerstraße nach 19jähriger Liegezeit.

Aus ähnlichen Gründen wie in Deutschland bei Bitumendecken in den Rinnen Natur- oder Schlackensteine zur Sicherung des glatten Abflusses des Wassers und zur Verhinderung des Eindringens von Wasser in die Bitumendecke zur Verwendung gelangen, geschieht dies auch

in den V.St.A. mit den Klinkern. Dabei dehnt man die Breite des Rinnenstreifens gern weiter aus und geht bis zur vollen Breite der Standspur (Abb. 183). [A 1, A 21, A 35, A 64, C 157a, C 157b, D 49, D 98, F 14].

a) Aufbau.

In den V.St.A. hat man die Klinkerdecke ursprünglich genau so aufgebaut wie in Europa, d. h. man hat die Klinker hochkant in ein Sandbett gesetzt und sie dann abgerammt. Die Bauweise ist später dadurch verstärkt, daß man dem Sand einen Unterbau aus grobem Kies oder Steinen gegeben hat, sofern es sich nicht um einen Sandboden als Unterlage handelt. Eine weitere Verstärkung bedeutet das Hin-

zufügen einer zweiten Klinkerschicht, in welcher die Klinker jedoch flach gelegt wurden. Später ist man vorwiegend zum Unterbau aus Beton (1:3:6) übergegangen, neben dem aber auch sonstige vorhandene und festgefahrene alte oder auch neu hergestellte Decken (aus Kies, Schotter oder irgendeiner Bitumenbauweise) häufig genug als Unterlage Verwendung finden. Während die letztgenannten Unterbettungen eine Stärke von durchschnittlich etwa 25 cm haben, wählt man für die Betonunterlage je nach der Verkehrsbelastung und dem Untergrund eine Stärke von 12,5 bis 20 cm.



Abb. 183. Seitlicher Klinkerstreifen, Standspurbreite [D 49].

Die Klinker werden auf einer Zwischenlage aus Sand verlegt, die höchstens 25 mm stark ist. Die nicht zu breiten (6 bis 8 mm) Fugen zwischen den einzelnen Klinkersteinen werden mit Sand, Bitumen oder Zementmörtel ausgefüllt.

Am gebräuchlichsten ist heute die Betonunterbettung. Nicht bewährt hat sich und verlassen wurde daher das Verfahren, nach welchem die Klinker auf den noch nicht abgebundenen Beton aufgesetzt wurden, um eine einheitliche, fest verbundene Schicht zu erhalten. Die heute üblichen Bauweisen halten an einer Zwischenschicht aus Sand fest, setzen aber vielfach dem Sand ein Bindemittel, Zement oder Bitumen, zu.

Auf Grund von zahlreichen Feststellungen und eigenen Unter-

suchungen hat das Bureau of Public Roads Regelquerschnitte (Abb. 184a und b) herausgegeben, die eine Zwischenlage aus Sand von 2,5 cm Stärke sowohl bei Betonunterbau wie auch bei Makadamunterlage sowie einen Fugenschluß mit Bitumen oder mit Bitumensand vorsehen.

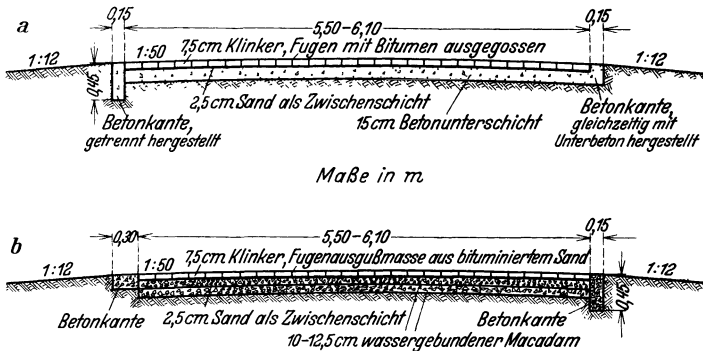


Abb. 184. Regelquerschnitte des Bureau of Public Roads für Klinkerdecken. a) auf Betonunterlage, b) auf wassergebundenem Makadam [E 4].

Während bei der Verwendung einer elastischen Ausgußmasse (Bitumen) die Einlegung von Dehnungsfugen für nicht notwendig gehalten wird, ist dieselbe bei Verwendung von Zement

für den Fugenschluß erforderlich. Man begnügt sich freilich im allgemeinen mit 2 Längsfugen an den Randsteinen von 12,5 bis 25 mm Breite und fügt nur selten und dann im Abstand von 15 bis 30 m Quersfugen hinzu. Geschlossen werden die Fugen durch Asphalt- oder Teerpappe oder auch durch eine Vergußmasse aus Bitumen.



Abb. 185. Klinkerdecke mit breiten Fugen auf einer Steilstrecke 1:5 in Altoona-Pa. [D 52].

Das Quergefälle wird bei Verwendung von bituminöser Ausgußmasse für die Fugen mit 1:30, bei Verwendung von Zementmörtel für den Fugenschluß mit 1:50 angegeben. Das Längsgefälle darf bis 1:20 in letzterem Falle und bis 1:12,5 in ersterem Falle gehen. Ist die Steigung noch stärker, so werden besonders profilierte Klinker zur Erhöhung der Griffigkeit angewendet oder die Fugen vergrößert (Abb. 185). [A 1, A 35, A 39, A 64, C 35 a, C 135, C 136, D 50, D 52, D 98, E 4, F 14].

b) Baustoffe.

Unter den Baustoffen bedürfen lediglich die Klinker selbst näherer Beschreibung, da über die Unterbettung nichts Besonderes zu sagen ist und für den Sand nur Feinkörnigkeit, insbesondere für solchen zur Ausfüllung der Fugen, empfohlen wird. Von den sechs handelsüblichen Klinkergrößen hat die American Society for Testing Materials nur die in Zusammenstellung 38 wiedergegebenen in die A.S.T.M. Norm C7—30 aufgenommen.

Zusammenstellung 38. Abmessungen für Klinker nach der A.S.T.M. Norm C7—30.

Abmessungen in cm	Klinkerform			
	I	II	III	IV
Länge . . .	21½	21½	21½	21½
Breite . . .	10	8¾	10	10
Höhe . . .	6¾	7½	7½	8¾

Die Klinkerform IV hat wenig Verbreitung gefunden. Auf die Güte

der Klinker und ihre Eignung als Straßenbefestigung hinsichtlich Druck und Stoßfestigkeit, Abnutzung und Wasseraufnahme wird mehr oder minder Wert gelegt. Bemerkenswert ist die Abnutzungsprüfung (rattler test), welcher man ganz besondere Bedeutung beimißt. Bei dieser werden nach der A.S.T.M. Norm C7—30 10 Klinker in eine Abnutzungstrommel gebracht, die außerdem 10 eiserne Kugeln von rund 9½ cm \varnothing im Gewicht von je 3,4 kg und 245 bis 260 eiserne Kugeln von rund 4¾ cm \varnothing im Gewicht von je 0,43 kg (Gesamtgewicht der eisernen Kugeln ist 135 kg) aufnimmt. Nachdem die Trommel (Abb. 186) 1800

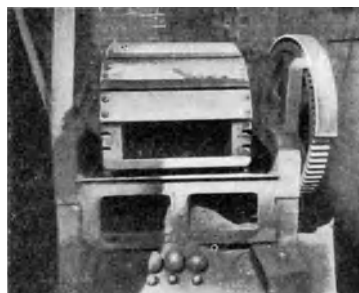


Abb. 186. Trommel für die Abnutzungsprüfung von Klinkern [D 98].

Umdrehungen mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 30 Umdrehungen in der Minute gemacht hat, wird der Gewichtsverlust der Klinker festgestellt, der — je nach der Größe der Steine — 22 bis 26% nicht überschreiten darf. In der Abb. 187 sind vier Haufen derartig behandelter Klinker



Abb. 187. Klinker nach der Abnutzungsprüfung. Das Abnutzungsverhältnis der beiden äußeren Haufen ist 16%, die Klinker haben sich in 4½jähriger Liegezeit bewährt. Das Abnutzungsverhältnis der beiden mittleren Haufen ist 30,7% und 47,7%, die Klinker haben sich in derselben Liegezeit nicht bewährt [A 20].

dargestellt, die nach 4½ jähriger Liegezeit aus der gleichen Straße entnommen und in der vorher geschilderten Weise behandelt wurden. Die beiden äußeren Haufen enthalten Klinker mit 16% Abnutzung,

die sich auch während der Liegezeit bewährt hatten, die beiden mittleren Haufen dagegen solche, die sich nicht bewährt hatten, deren Abnutzungsverhältnis aber auch bei 30,7 und 47,7% liegt.

Die Herstellung der Klinker entspricht im wesentlichen derjenigen in Deutschland. Ähnlich wie bei uns werden die Klinker nach Auf-

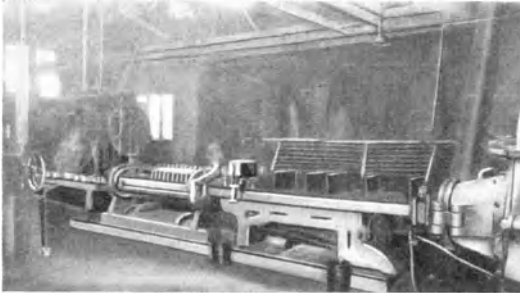


Abb. 188. Strangpresse mit Schnittvorrichtung für die Formung von Klinkern [D 51].

bereitung der Rohstoffe (vielfach Schiefertone), feinsten Mahlung und Vermischung derselben, in Formen gepreßt oder aus Strängen mit Hilfe von Drähten geschnitten (Abb. 188). Die letztere Formung wird der ersteren vorgezogen, da dieser die Gefahr einer Lagen- oder Schichtenbildung nachgesagt wird.

Die geformten Steine werden nunmehr künstlich bei einer Temperatur von 50 bis 120° C 36 bis 48 Stunden lang getrocknet und alsdann in Ringöfen bei einer Temperatur von 1000 bis 1200° C bis zur Sinterung

gebrannt. Das Brennen und die Abkühlung erfordern einen Zeitraum von 2 bis 3 Wochen. Noch vor dem Versand werden Proben von jedem Brand auf Abnutzung geprüft. [A 9, A 20, A 35, A 64, C 157 a, D 98].



Abb. 189. Herstellung einer Klinkerdecke unmittelbar auf dem sandigen Untergrund in Florida [D 98].

c) Vorbereitung des Planums.

Bei durchlässigem, also sandigem oder kiesigem

Untergrund mit tiefem Grundwasserstand können die Klinkersteine unmittelbar auf das gut abgegliche und abgewalzte Planum gesetzt werden, wie dies die Abb. 189 aus dem heißen und sandigen Florida zeigt. Bei weniger günstigem Untergrund bedarf die Klinkerdecke einer festen Unterlage aus Kies, Steinschlag oder Beton. Für die Herrichtung des Planums gelten dann die für diese Decken notwendigen Arbeiten. Von der Vereinigung der Erzeuger der Straßenklinker

wird immer wieder die große Bedeutung einer guten Entwässerung hervorgehoben (Abb. 190) [D 98].

d) Ausführung.

Vor der Aufbringung der Klinker muß die Unterbettung genau parallel der Oberfläche der späteren Decke verlaufen, also ein Quergefälle von 1:30 bis 1:50 erhalten. Auf die Unterbettung wird eine dünne Lage (nicht über 25 mm stark) grobkörnigen Sandes (bis 6 mm Korngröße) gebracht, die genau abgeglichen und meist mit einer Handwalze von 2 kg Gewicht je cm Walzenbreite abgewalzt wird (Abb. 191). In das Sandbett werden die Klinker von Hand, und zwar im allgemeinen gleichzeitig in vier Reihen und im Verbands gesetzt (Abb. 192). Die Festlegung und der Ausgleich geschieht durch Stampfen oder besser durch Walzen mit einem Gewicht von 3,0 bis 4,5 t parallel und schräg zur Straßenachse.

Die 6 bis 8 mm breiten Fugen werden mit Sand, Zementmörtel 1:1 bis 1:2 oder Asphalt (Zusammenstellung 39), seltener mit Teer ausgefüllt, bei Verwendung bituminöser Verguß-

massen auch durch Übergießen der ganzen Decke (Abb. 193). Je nach dieser Ausfüllung wird dem Sand der Unterlage auch ein Bindemittel in Gestalt von Zement, Asphalt oder Teer beigegeben. Die Forschung beschäftigt sich seit Jahren schon damit, die Fugenfüllmasse zu verbessern.



Abb. 190. Bedeutung einer guten Entwässerung des Planums (vorderer Teil des Bildes) und des Fehlens einer solchen (hinterer Teil des Bildes) für die Lage und Haltbarkeit einer Klinkerdecke [D 98].



Abb. 191. Walzen des Sandbettes [D 98].

Zusammenstellung 39. Asphaltfugenvergußmasse für Klinkerdecken nach den Bauvorschriften des Staates New York [B 28].

Eigenschaften	Bewertungszahlen
1. Penetration (0° C, 200 g, 60 sec) in Graden, mindestens . . .	10
2. Penetration (25° C, 100 g, 5 sec) in Graden	30—45
3. Penetration (46° C, 50 g, 5 sec) in Graden, höchstens	90
4. Verlust beim Erhitzen (163° C, 5 Std.), höchstens	1%
5. Penetration des Rückstandes (25° C, 100 g, 5 sec), mindestens .	50% von Pos. 2
6. Löslichkeit in Schwefelkohlenstoff, mindestens	99%
7. Flammpunkt, mindestens	200° C
8. Duktilität (25° C) in cm, mindestens	4
9. Erweichungspunkt (Ring und Kugel)	75—85° C

Die seitliche Begrenzung einer Klinkerdecke geschieht in einfachster Form durch einen Schotterstreifen, der auf dem Seitenbankett fest-



Abb. 192. Setzen der Klinker in 4 Reihen und im Verband [D 98].



Abb. 193. Übergießen der Klinkerdecke mit heißem Bitumen zur Ausfüllung der Fugen [D 98].

gewalzt wird (Abb. 194). Sicherer ist eine Abgrenzung aus Beton (Abb. 195), die in ihrem oberen Teile aber auch aus hochkantgestellten und in Zementmörtel eingelegten Klinkern (Abb. 196) gebildet werden kann. [A 1, A 21, A 64, C 35a, C 111, C 135, C 136, D 98, F 14].



Abb. 194. Einwalzen eines Schotterstreifens als seitliche Abgrenzung einer Klinkerdecke [D 98].

e) Unterhaltung.

Eine gut ausgeführte Klinkerdecke erfordert nur wenig Unterhaltung und entspricht in dieser Hinsicht sowie in den Unterhaltungskosten wohl der deutschen Kleinpflaster- oder Groß-

pflasterstraße. Als wesentlicher Vorteil wird die doppelseitige Verwendung, d. h. die Möglichkeit des Umdrehens der Klinker, sodaß die bisherige Unterseite nach oben kommt, hervorgehoben. Diese Um-



Abb. 195. Seitliche Begrenzung einer Klinkerdecke durch einen Betonstreifen [D 98].



Abb. 196. Seitliche Abgrenzung einer Klinkerdecke durch hochkantgestellte Klinker in Zementmörtel auf Beton [D 98].

legung kann noch nach vielen Jahren der Benutzung geschehen, Beispiele sprechen von einer 20- bis 30jährigen ersten Liegezeit. Nach dieser können bis zu 95% der aufgenommenen Klinker wieder verwendet werden. Die Abb. 197 zeigt eine Umlegung von Klinkern in Bucyrus, Ohio, die bereits 30 Jahre Dienst geleistet hatten und von denen noch 90% wieder verwendet werden konnten. Da der Anteil des Preises der Klinker an dem Gesamtpreis der Decke verhältnismäßig hoch ist, so bedeutet die Doppelverwendung der Klinkersteine eine recht große Ersparnis und starke Erhöhung der Wirtschaftlichkeit dieser Decke. Die

Kosten der Aufnahme einer alten Decke und der Wiederverlegung einschließlich der erforderlichen Materialien, jedoch ausschließlich des Zusatzes neuer Klinker, können mit etwa 0,75 \$/qm angenommen werden. [A 64, C 135, D 52a].



Abb. 197. Neuverlegung einer 30 Jahre alten Klinkerdecke unter Umdrehung der Klinker auf die Rückseite (90% der Klinker konnten wieder verwendet werden) [D 50].

Kosten der Aufnahme einer alten Decke und der Wiederverlegung einschließlich der erforderlichen Materialien, jedoch ausschließlich des Zusatzes neuer Klinker, können mit etwa 0,75 \$/qm angenommen werden. [A 64, C 135, D 52a].

f) Kosten.

Nach den vorliegenden amerikanischen Berichten hat sich die Klinkerdecke bei guter Ausführung und gutem Material bewährt. Ein Beweis hierfür ist schon die weite Verbreitung dieser Decke, z. B. in Ohio, Pennsylvanien, Florida und Kansas. In Kansas ist zwischen Hutchinson und Sylvia eine Klinkerstraße von rd. 50 km Länge und 5,5 m Breite ausgeführt. Die bekannte Rennbahn in Indianapolis (Abb. 198) ist gleichfalls mit Klinkern befestigt.

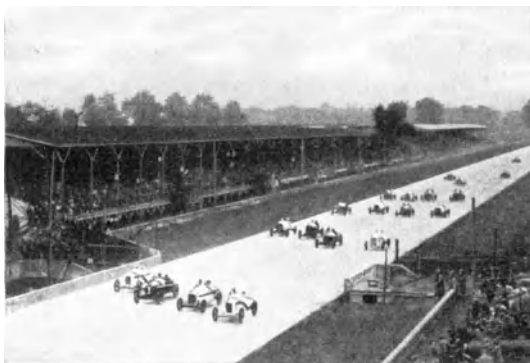


Abb. 198. Rennbahn in Indianapolis, Klinkerdecke [D 50].

Die Kosten der Klinkerdecke werden verschieden angegeben. Für das Jahr 1927 berechnet C. C. Wiley die Kosten einer solchen auf 15 cm starken Betonunterlage zu 4,5 bis 4,8 \$/qm. Bei der 12 m breiten und 35 km langen wichtigen Überlandstraße zwischen Akron und Canton (Abb. 199) beliefen sich im zweiten Bauabschnitt 1930 die Kosten der Klinkerdecke einschließlich aller Nebenarbeiten und einer 15 bis 20 cm starken Betonunterlage auf rd. 4,5 \$/qm. [A 35, A 64, C 136, D 50, D 52].

Die Kosten der Klinkerdecke werden verschieden angegeben. Für das Jahr 1927 berechnet C. C. Wiley die Kosten einer solchen auf 15 cm star-



Abb. 199. Erstklassige Überlandstraße zwischen Akron und Canton in Ohio mit Klinkerdecke auf bewehrter Betonunterlage, Breite 12 m, Länge 35 km, hergestellt 1929/30 [C 136].

ker Betonunterlage zu 4,5 bis 4,8 \$/qm. Bei der 12 m breiten und 35 km langen wichtigen Überlandstraße zwischen Akron und Canton (Abb. 199) beliefen sich im zweiten Bauabschnitt 1930 die Kosten der Klinkerdecke einschließlich aller Nebenarbeiten und einer 15 bis 20 cm starken Betonunterlage auf rd. 4,5 \$/qm. [A 35, A 64, C 136, D 50, D 52].

G. Sonstige Decken.

In diesem Abschnitt sollen nur zwei weitere Decken Erwähnung finden, die immerhin eine gewisse Bedeutung auch im amerikanischen Straßenbau erlangt haben. Es sind dies das Stein- und das Holzpfaster.

a) Steinpfaster.

Die geringe Bedeutung des Steinpfasters (stone-block pavement) in den V.St.A. erklärt sich wohl zum Teil aus der historischen Entwicklung, zum Teil aber auch durch die außergewöhnlich hohen Kosten desselben in den V.St.A. Das Natursteinpfaster kommt in erster Linie in den Neu England-Staaten vor. Es wird hier aus Granit und Porphyrt, häufig auch aus Sandstein hergestellt.

Ähnlich wie bei uns unterscheidet man Großpfaster und Kleinpflaster (durax). Das Großpfaster hat eine geringere Höhe als bei uns, und zwar in der Regel 12,5 cm, häufig aber nur 10 cm und ausnahmsweise 15 cm. Es wird zwar auch in ähnlicher Weise wie bei uns auf einer

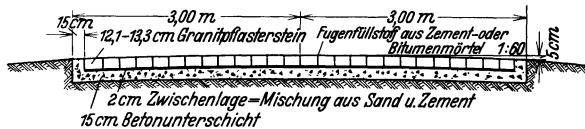


Abb. 200. Querschnitt für Granitgroßpfaster im Staate New Jersey [A 35].

Makadamunterlage verlegt, jedoch wird anscheinend der Betonunterbau bevorzugt. Die für die Einpflasterung erforderliche Sandunterlage, der häufig Zement oder Bitumen zugesetzt wird, hat eine sehr verschiedene Stärke. Der vom Staate New Jersey vorgeschriebene Querschnitt (Abb. 200) sieht eine Sandbettung von 2 cm vor, was nur dann denkbar ist, wenn keinerlei Toleranz in der Steinstärke zugestanden wird. Ist eine solche aber mit etwa 10% erlaubt, so wird die Sandschicht 5 bis 6 cm stark sein müssen, welche Angabe sich auch vorfindet. Im übrigen sind Besonderheiten hinsichtlich des Großpfasters nicht zu erwähnen, mit der Maßgabe freilich, daß die Kosten einschließlich des Unterbaues außergewöhnlich hoch sind und bis zu dem Doppelten der Klinkerdecken gehen, also 7 bis 9 \$ je qm betragen.

Das Kleinpflaster besteht aus Würfeln von 7,5 bis 10 cm Kantenlänge, entspricht also der deutschen Ausführung. In der amerikanischen Literatur wird daher auch auf das deutsche Kleinpflaster unter diesem Namen, der übernommen wird, und auf seine weite Verbreitung und Bewährung in Deutschland hingewiesen. Die Ausführung entspricht im wesentlichen der deutschen. Es wird aber auch hier dem Sand meist Zement oder Bitumen zugesetzt. Die Ausfüllung der Fugen geschieht in

gleicher Weise wie beim Großpflaster mit Bitumen oder Zementmörtel. Die Kosten des Kleinpflasters liegen mit 4 bis 6 \$/qm etwas höher als diejenigen für Klinker. [A 1, A 9, A 19, A 20, A 21, A 35, A 64, F 14].

b) Holzpflaster.

Das Holzpflaster (wood-block pavement) hat im Gegensatz zu einigen europäischen Ländern (England und Frankreich) in den V.St.A. nie eine große Bedeutung gehabt. Seine Verwendung hat im Laufe der Jahre nicht zu-, sondern im Gegenteil abgenommen.

Grundsätzlich unterscheidet sich die Herstellung des Holzpflasters in den V.St.A. kaum von derjenigen in Europa. So geschieht die Verlegung auf einer Betonunterbettung, auch wird die Imprägnierung mit Kreosotöl für notwendig gehalten und in Vakuumkesseln durchgeführt. Ein Unterschied besteht vielleicht in der Ausbildung der Zwischenschicht zwischen Beton und Holzklötzen und natürlich in den Holzarten,

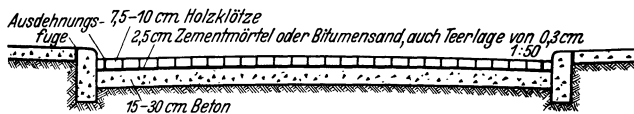


Abb. 201. Querschnitt einer Decke aus Holzpflaster [A 1].

als welche neben einigen anderen Nadelhölzern vorwiegend die in dem südlichen Teil des Landes vorkommende Langnadelkiefer gewählt wird.

Entsprechend dem Querschnitt Abb. 201 haben die Holzklötze eine Höhe von 7,5 bis 10 cm, sie sind 6,25 bis 10 cm breit und 12,5 bis 30 cm lang. Die Verlegung geschieht in Reihen senkrecht zur Straßenachse oder unter einem Winkel von 65° gegen die Straßenachse. Als Zwischenlage wird Bitumensand oder Zementmörtel in einer Stärke von etwa 2,5 cm, häufig aber auch ein Teeranstrich mit feinem Sand von nur 0,3 cm Stärke genommen. Der Bitumensand dient auch vorwiegend der Ausfüllung der Fugen. Die Bedeutung, die man der Verwendung langsam gewachsenen Holzes beimißt, kommt in der Vorschrift (A. S. T. M. D 52—20) zum Ausdruck, daß — radial gemessen — auf 1 Zoll (25,4 mm) mindestens 6 Jahresringe entfallen sollen, also die Stärke eines Jahresringes etwa 4 mm beträgt.

Die Kosten, die als Hindernis für eine weitere Ausdehnung des Holzpflasters angesehen werden, stellen sich auf 5,5 bis 8,5 \$ je qm bei einer Stärke von 15 cm für den Unterbeton. Die Lebensdauer wird mit nur 15 bis 18 Jahren angegeben. [A 1, A 19, A 20, A 35, A 64].

V. Zusammenfassung.

Bereits im Vorwort und in der Einleitung ist auf einen Wert des Buches hingewiesen, der darin liegt, daß die amerikanischen Untersuchungen und Ausführungen dem deutschen Fachmann Anregungen für eigene Arbeiten zu bieten vermögen. Diese Nutzanwendung für Deutschland schwebt den Verfassern als ein Hauptzweck vor; Hinweise und Vergleiche in dieser Hinsicht sind daher in allen Kapiteln zahlreich gemacht worden. In diesem letzten zusammenfassenden Kapitel kann es sich daher nur darum handeln, noch einmal einige besonders in die Augen springende und wichtige Punkte herauszuheben und gegenüberzustellen.

A. Organisation und Verwaltung.

Die in früheren Abschnitten dieses Buches näher gekennzeichnete Organisation der Verwaltung der amerikanischen Landstraßen drängt unwillkürlich einen Vergleich mit den bisherigen deutschen Verhältnissen auf, um so mehr, als der staatliche Aufbau — wenn auch drüben in größeren Dimensionen — in beiden Ländern ähnlich ist.

Noch ehe ein Netz guter Landstraßen sich in den V.St.A. gebildet hatte, wurde das Interesse an den Straßen durch das Aufkommen der Eisenbahnen in den Hintergrund gedrängt. Der Straßenbau blieb bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts eine Angelegenheit lokaler Bedeutung und somit der lokalen Behörden. Selbst die einzelnen Staaten betrachteten die Sorge für das Straßennetz nicht als ihre Aufgabe. Erst das Fahrrad lenkte die Aufmerksamkeit weiter Kreise auf den Wert guter Straßen und veranlaßte die staatlichen Behörden, eine Lösung dieser Fragen anzustreben. Der alsbald nach der Jahrhundertwende aufkommende Kraftwagen verstärkte und beschleunigte diese Entwicklung und führte sehr bald zur Einschaltung des Bundes, der sich trotz fehlender Zuständigkeit auf dem Wege über finanzielle Beihilfen einen starken Einfluß auf den Straßenbau, seine Technik und Ausführung sicherte und dauernd auszudehnen verstand.

In Deutschland war um die Mitte des vorigen Jahrhunderts, der Zeit des Aufkommens der Eisenbahnen, ein verhältnismäßig dichtmaschiges und gut ausgebautes Landstraßennetz vorhanden, das natürlich auch für den weiteren Überlandverkehr durch die Eisenbahnen an Bedeutung einbüßte. Es verblieb aber in seinen wichtigen Teilen in der Verwaltung und Unterhaltung der zahlreichen, teilweise recht kleinen deutschen Länder und wurde durchweg in gutem Zustand erhalten. Der genau wie in den V.St.A. für weite Kreise der Bevölkerung Bedeutung gewinnende Radfahrverkehr löste daher in Deutschland keineswegs eine besondere Bewegung zur Verbesserung der Landstraßen

aus, da hierzu keine Veranlassung vorlag. Erst der allmählich einsetzende Verkehr der Kraftwagen brachte eine Änderung, da das für den langsamen Pferdeverkehr ausgebaute und befestigte Landstraßennetz nun nicht mehr genügte. Leider aber versäumte das Reich im Gegensatz zum amerikanischen Bund seine Einschaltung, überließ vielmehr alle erforderlichen Maßnahmen den von alters her zuständigen einzelnen deutschen Ländern bzw. den Kreisen und Gemeinden.

In den V.St.A. hat demgegenüber das Bureau of Public Roads frühzeitig Einfluß auf Fassung und Inhalt der Richtlinien und Vorschriften der Wegeunterhaltungspflichtigen insofern gewonnen, als diese für den Bau der Federal-aid-Straßen von der Bundesbehörde gebilligt werden mußten. Dadurch ist zunächst eine Angleichung und Übereinstimmung bei denselben erzielt worden. In der so gestalteten Fassung sind sie aber nicht nur für den Bau von Federal-aid-Straßen, sondern darüber hinaus in mehr oder weniger starkem Maße für den Bau der übrigen Straßen maßgebend geworden. Der Einfluß des Bureau of Public Roads ist infolgedessen über seinen eigentlichen Wirkungskreis hinausgegangen. Diese Stellung des Bureau of Public Roads beruht auf seinen hervorragenden Leistungen, stellen doch seine Untersuchungen und deren Ergebnisse und Folgerungen die besten und zuverlässigsten Unterlagen dar, welche das Land hervorgebracht hat. Freilich sind diese Leistungen und Erfolge ermöglicht durch erhebliche Mittel, die für die Zwecke von Untersuchungen und Forschungen aller Art sowohl vom Bund und den Staaten, auch unteren Verwaltungsbehörden, wie von privaten Fachvereinigungen in großzügiger Weise dauernd zur Verfügung gestellt werden.

In Deutschland dagegen fanden sich schlecht und recht die zuständigen Stellen, die Länder, Provinzen, Kreise und Gemeinden mit den neuzeitlichen Problemen des Straßenbaues ab. Die größeren von ihnen geben für ihren Bezirk besondere Vorschriften für Konstruktion und Ausführungen heraus, welche wohl im großen und ganzen den neuzeitlichen Anforderungen gerecht werden, bei denen aber doch auf eigene Gedanken und kleinere oder größere Abweichungen von den Richtlinien der Nachbarn Wert gelegt wird. Von einer Einheitlichkeit kann lediglich auf dem Gebiete der Beschilderung die Rede sein, die teilweise durch internationale Übereinkommen, teilweise durch innerdeutsche Verständigung geregelt ist. Jedem unbefangenen Fachmann muß sich die Frage aufdrängen, weshalb nicht in Deutschland auf ähnlichen Wegen Ähnliches erreicht werden konnte, wie in dem großen Land jenseits des Ozeans. Eine Zusammenfassung der durch Zwecksteuern aufkommenden Mittel und die Verteilung derselben nach tatsächlichen Leistungen an die Wegeunterhaltungspflichtigen und nicht nach einem feststehenden Schlüssel ohne weitere Überwachung ihrer Verwendung hätte zu ähnlichen Er-

folgen führen müssen, wie sie drüben zu verzeichnen sind. Sie hätte aber auch die für die Forschung unbedingt notwendigen und im Vergleich zum Ganzen bescheidenen Mittel erbringen können, während diese jetzt kaum aufrecht erhalten werden kann und in ihren Leistungen infolgedessen zurückbleiben muß.

Trotz dieser gegenüber den deutschen Verhältnissen günstigeren Lage machen sich neuerdings in den V.St.A. Bestrebungen bemerkbar, die eine weitere Vereinheitlichung und Vereinfachung der für das Straßenwesen zuständigen Behörden zum Ziele haben und die Zersplitterung auf diesem Gebiete einschränken wollen. Ausgangspunkt und Ziel sind eine gerechtere Inanspruchnahme der verschiedenen Einnahmequellen durch Zwecksteuern für den Straßenbau und eine gerechtere Verteilung dieser Einnahmen auf die verschiedenen Straßennetze. Träger der Bestrebungen sind die Straßeningenieure unter maßgeblicher Führung des Leiters des Bureau of Public Roads Thos. H. MacDonald. Schließlich wird — ausgehend von dem Straßenwesen — eine Vereinfachung der gesamten Verwaltung erstrebt, von der man sich eine Verbilligung derselben und damit Entlastung des Steuerzahlers verspricht.

B. Planung und Ausführung.

Wenn der amerikanische Staatenbund so erhebliche Mittel, zur Zeit 2,5% seiner normalen jährlichen Aufwendungen von 125 Millionen \$ = 3,125 Millionen \$ oder rd. 13 Millionen RM für die Verwaltung, für Untersuchungen und Forschungen unmittelbarer und mittelbarer Art zur Verfügung stellt, so geschieht dies dem praktischen Sinn des Amerikaners entsprechend sicherlich in erster Linie deshalb, weil er sich von diesem Verfahren Erfolge und Fortschritte im Sinne größerer Wirtschaftlichkeit verspricht. Größte Wirtschaftlichkeit auf allen Gebieten des Straßenbaus wird angestrebt; alle wichtigen Maßnahmen finden in ihr Ursache und Begründung.

Wenn der sich schnell und in größtem Ausmaße ausbreitende Kraftwagen ein wenig gut ausgebautes und kaum befestigtes Straßennetz vorfand, und wenn nun zunächst alle verfügbaren Geldmittel dem Ausbau der wichtigsten Durchgangsstraßen zugeführt wurden, so bedeutet dies ein Handeln im Interesse der Wirtschaftlichkeit nach mancherlei Richtung. Das gleiche gilt, wenn nunmehr, nachdem dieses erste Ziel erreicht ist, die zweitrangigen Straßen an die Reihe kommen, für deren Ausbau inzwischen vorzügliche Unterlagen gesammelt worden sind. Diese Unterlagen betreffen Größe, Art und Richtung des gegenwärtigen und zukünftigen Verkehrs, um den Ausbau diesem jeweils anzupassen; sie betreffen den Untergrund, um mit den geringsten Aufwendungen die zweckmäßigste Befestigung zu erzielen; sie betreffen

auch die Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen Fahrzeug und Fahrbahn sowie natürlich die zahlreichen Bauweisen für die Befestigung der Fahrbahn selbst. Bezeichnend und bemerkenswert sind insbesondere die Forschungen und praktischen Versuche über die unmittelbare Verwendung des vorhandenen Bodens zur Erzielung eines geeigneten Belags für schwachen und mittleren Verkehr mit Hilfe geeigneter Zuschläge mineralischer oder bituminöser Art. Die beachtlichen Erfolge auf diesem Gebiet rechtfertigen allein die Aufwendungen für Untersuchungszwecke. Die Verfolgung ähnlicher Wege empfiehlt sich auch für andere Länder, in erster Linie für solche, deren finanzielle Leistungsfähigkeit beschränkt ist, mithin auch für Deutschland.

Linienführung und Fahrbahn beeinflussen naturgemäß die Betriebskosten der Kraftwagen. Eingehende Untersuchungen bemühen sich infolgedessen, Unterlagen für die Feststellung der jährlichen Betriebskosten der Fahrzeuge unter bestimmten Voraussetzungen bei der Straße zu sammeln und so die Möglichkeit zu schaffen, volkswirtschaftlich zweckmäßig zu verfahren, d. h. in diesem Zusammenhang die Summe der Aufwendungen für die Straße einerseits und für die auf der Straße verkehrenden Fahrzeuge andererseits ein Minimum werden zu lassen.

Unmittelbar der Wirtschaftlichkeit dienen die Bestrebungen, die Maschinen für den Straßenbau zu vervollkommen und möglichst alle Arbeiten durch Maschinen ausführen zu lassen. Größter Wert wird dabei auf die richtige Abstimmung der Maschinen eines Bauvorganges zueinander gelegt, um eine glatte Abwicklung der Arbeit zu gewährleisten. Auch der zweckmäßigen Baustelleneinrichtung wird große Beachtung geschenkt mit dem Ziel, Störungen im Arbeitsfortschritt zu vermeiden und die Leistung in der Zeiteinheit immer mehr zu steigern. Keineswegs soll aber hiermit eine Beeinträchtigung der Güte verbunden sein, diese wird vielmehr durch eine ausgezeichnete Beaufsichtigung und gute Durchbildung der Prüfverfahren gewährleistet.

Auch die Sicherheit des Verkehrs spielt bei der Ausgestaltung der Straße und ihrer Nebenanlagen eine bedeutende Rolle. Durch eine weitgehende Verkehrsregelung mit guter Bezeichnung, durch genaue Leitung des Verkehrs in gut markierten Verkehrsstreifen und durch Erzwingung einer guten Fahrdisziplin sucht man Unglücksfällen vorzubeugen. Hinzu tritt eine zweckmäßige Einfriedigung der Straße, deren Ausbildung durch eingehende Versuche gefunden ist, mit dem Ziel, aus der Richtung gekommene Fahrzeuge aufzufangen und unschädlich weiterzuleiten, eine Zertrümmerung aber zu verhindern. Gerade auch auf diesem Gebiet lassen sich dem amerikanischen Vorgehen wertvolle Anregungen entnehmen.

C. Nutzenanwendung für Deutschland.

Dieses Buch wird in einem Augenblick, im Sommer 1933, abgeschlossen, in dem die ersten Anzeichen der Durchführung des großen Straßenbau-Programms der Reichsregierung sichtbar werden. Die Absichten des Reiches gehen offenbar nicht nur auf den Ausbau eines Autobahnnetzes für den großen Durchgangsverkehr, sondern auch auf eine Vereinheitlichung des gesamten Straßenwesens durch Schaffung einer zentralen Stelle. Wenn in dem vorliegenden Buch über den amerikanischen Straßenbau der Name des Bureau of Public Roads häufig wiederkehrt, wenn oft auf seine Initiative und sein Wirken, auch auf seine überragende Stellung hingewiesen werden mußte, so ergibt sich hieraus von selbst die Nutzenanwendung, die amerikanischen Erfahrungen mit dieser Organisation auch für Deutschland dienstbar zu machen. Denn es ist ganz offenbar, daß dieselbe sich bewährt hat. Freilich lehrt das amerikanische Beispiel auch, daß es nicht die Organisation allein tut, daß ihr auch die erforderlichen Geldmittel zur Verfügung stehen müssen, um selbst in Gemeinschaft mit anderen Stellen oder auch durch andere Institute Untersuchungen und Forschungen anstellen und durchführen zu können. Die Beschaffung dieser Geldmittel ist nicht möglich aus allgemeinen Steuern und aus den laufenden Haushaltsplänen der Behörden, Hochschulen usw., sie ist vielmehr nur denkbar aus der Straße selbst, aus den Abgaben des Straßenverkehrs, gleichgültig in welcher Form diese Abgaben erhoben werden.

Erstrebt man in der Verwaltung und Unterhaltung der Straßen die Dezentralisation, die sicher ihre großen Vorzüge hat, dann muß sie durch eine Zentralisation ergänzt werden auf den Gebieten, die für alle notwendig und wertvoll sind. Es sind dies die Vereinheitlichung der Konstruktionselemente der Straße, die im gesamten Reichsgebiet gelten müssen; weiter die Forschungsarbeiten, deren Ergebnisse allen Stellen gleichmäßig zugute kommen sowie die Aufstellung des Planes eines Netzes der Durchgangsstraßen und seines Ausbauprogrammes. Die zuständige Reichsstelle hätte auch die Richtlinien für die Verteilung der Mittel des Reiches aufzustellen und deren Befolgung zu überwachen, um mit diesen Mitteln die größten Erfolge zu erzielen, und zwar im Sinne einer allmählichen Verbesserung des gesamten deutschen Straßennetzes.

Umrechnungstabelle.

1. Längenmaße.

- 1 Zoll (inch) = 0,025 m = 2,54 cm
 1 Fuß (foot) = 0,305 m = 30,48 cm
 1 Yard (yard) = 0,914 m = 91,44 cm
 1 Meile (mile) = 1609,34 m.

2. Flächenmaße.

- 1 Quadratzoll (square inch) = 0,000645 qm = 6,45 qcm
 1 Quadratfuß (square foot) = 0,092903 qm = 929,03 qcm
 1 Quadratyard (square yard) = 0,836112 qm = 8361,12 qcm.

3. Raummaße.

- 1 Kubikzoll (cubic inch) = 0,0000164 cbm = 16,39 ccm
 1 Kubikfuß (cubic foot) = 0,028317 cbm
 1 Kubikyard (cubic yard) = 0,7646 cbm
 1 Gallone = 3,785 l.

4. Gewichte.

- 1 Unze (ounce) = 0,0283 kg
 1 Pfund (pound) = 0,4536 kg
 1 Tonne (short ton) = 907,2 kg.

5. Beanspruchungen und Verteilungen für die Flächen- und Raumeinheit.

$$1 \frac{\text{pound}}{\text{square inch}} = 0,07 \text{ kg/qcm}$$

$$1 \frac{\text{pound}}{\text{square foot}} = 4,88 \text{ kg/qm}$$

$$1 \frac{\text{pound}}{\text{square yard}} = 0,542 \text{ kg/qm}$$

$$1 \frac{\text{ton}}{\text{square yard}} = 1084 \text{ kg/qm.}$$

$$1 \frac{\text{pound}}{\text{cubic foot}} = 16 \text{ kg/cbm}$$

$$1 \frac{\text{pound}}{\text{cubic yard}} = 0,593 \text{ kg/cbm.}$$

$$1 \frac{\text{Gallon}}{\text{square yard}} = 4,5 \text{ l/qm}$$

$$1 \frac{\text{Gallon}}{\text{cubic yard}} = 4,96 \text{ l/cbm.}$$

6. Temperaturen.

$$X^{\circ} \text{ Fahrenheit} = \left[\frac{5}{9} (X - 32) \right]^{\circ} \text{ Celsius}$$

$$X^{\circ} \text{ Celsius} = \left[\frac{9}{5} X + 32 \right]^{\circ} \text{ Fahrenheit.}$$

Literatur-Verzeichnis.

A. Bücher und Schriften.

1. Agg, T. R.: The Construction of Roads and Pavements, 4. Aufl. New York: McGraw-Hill 1929.
2. — The Economics of Highway Grades. Jowa Engng. Experiment Station, Bull. 65. Ames 1923.
3. — Tractive Resistance and Related Characteristics of Roadway Surfaces. Jowa Engng. Experiment Station, Bull. 67. Ames 1924.
4. — Tractive Resistance of Automobiles and Coefficients of Friction of Pneumatic Tires. Jowa Engng. Experiment Station, Bull. 88. Ames 1928.
5. Agg, T. R., u. J. E. Brindley: Highway Administration and Finance. New York: McGraw-Hill 1927.
6. American Petroleum Institute. Report of the Committee on Uniform State Gasoline Tax Law. New York 9. XI. 1931.
7. American Road Builders' Association. Proceedings of the 27th Annual Convention American Road Builders' Association. Washington: January 1930.
8. — Road Builders Catalog-Directory. Washington 1927.
9. American Society for Testing Materials. A.S.T.M. Standards 1930 und Supplements. Philadelphia, Pa. 1931 und 1932.
10. — A.S.T.M. Tentative Standards 1931.
11. The Asphalt Association. Asphalt (Pocket Reference for Engineers). New York 1923.
12. The Asphalt Association (Hubbard, P.). The Selection and Proportioning of Sands for Sheet Asphalt Paving Mixtures, 1922 (Circular No. 15).
13. The Asphalt Association (Hubbard u. Field). Researches on Asphalt Pavements (Circular No. 34).
14. The Asphalt Institute (Hubbard u. Field). Asphalt Paving Mixtures. New York. 1. The Principles of Design for Asphalt Paving Mixtures, 2. Stability and Related Tests for Asphalt Paving Mixtures.
15. The Asphalt Association. Proceedings of the 7th Annual Asphalt Paving Conference. New York 1928.
16. The Asphalt Institute. 8th Annual Asphalt Paving Conference. New York 1929.
17. The Association of Asphalt Paving Technologists. Proceedings of the Technical Sessions Held at Detroit. New York 1932.
18. Barton, W. H., u. L. H. Doane: Sampling and Testing of Highway Materials. First Edition. New York: McGraw-Hill 1925.
19. Bateman, J. H.: Highway Engineering. New York: Wiley u. Sons 1928.
20. Bauer, E. E.: Highway Materials. New York: McGraw-Hill 1928.
21. Blanchard, A. H., u. R. L. Morrison: Elements of Highway Engineering. New York: Wiley u. Sons 1928.
22. Brosseau, A. J.: Die Finanzierung des Straßenbaus. Internat. Handelskammer. Drucksache Nr. 71. Paris: Juli 1929.
23. Brown, V. J., u. C. N. Conner: Low Cost Roads and Bridges. Chicago: Gillette Publ. Comp. 1933.

- 24a—h Bureau of Public Roads. Reports of the Chief of the Bureau of Public Roads (1924—1931).
25. Bureau of Public Roads u. Cook County Highway Department. Report of a Study of Highway Traffic and the Highway System of Cook County. Illinois 1925.
26. Bureau of Public Roads u. Connecticut State Highway Department. Report of a Survey of Transportation on the State Highway System of Connecticut. Washington 1926.
27. Bureau of Public Roads u. New Hampshire State Highway Department. Report of a Survey of Transportation on the State Highways of New Hampshire. 1927.
28. Bureau of Public Roads u. Ohio Department of Highways and Public Works. Report of a Survey of Transportation on the State Highway System of Ohio. 1927.
29. Bureau of Public Roads u. Vermont State Highway Department. Report of a Survey of Transportation on the State Highways of Vermont. 1927.
30. Bureau of Public Roads u. County Commissioners of Cuyahoga County, Ohio. Report of a Plan of Highway Improvement in the Regional Area of Cleveland, Ohio. 1928.
31. Bureau of Public Roads u. Department of Highways of the Commonwealth of Pennsylvania. Report of a Survey of Transportation on the State Highways of Pennsylvania. 1928.
32. Bureau of Public Roads u. Highway Departments of Eleven Western States. Report of a Survey of Traffic on the Federal-aid Highway Systems of Eleven Western States. Washington 1932.
33. Dow, F. B.: Statement before the Finance Committee of the Senate in Opposition to Extension of the Federal Gasoline Tax. 3. V. 1933.
34. Harger, W. G.: The Location, Grading and Drainage of Highways. New York: McGraw-Hill 1921.
35. Harger, W. G., u. E. A. Bonney: Handbook for Highway Engineers. New York: McGraw-Hill 1927.
36. Harrison, J. L.: Management and Methods in Concrete Highway Construction. New York: McGraw-Hill 1927.
37. Hickerson, Th. F.: Highway Curves and Earthwork. New York: McGraw-Hill 1926.
38. Highway Education Board. Highways Handbook. Washington 1929.
39. Highway Research Board. Proceedings of the Annual Meetings. Washington 1925—1932.
40. Hubbard, P., u. F. H. Jackson: Relation between Properties of Hardness and Toughness of Road-Building Rock. U.S. Department of Agriculture. 1916.
41. Hubbard, P., u. F. P. Pritchard: Effect of Controllable Variables Upon the Penetration Test for Asphalts and Asphalt Cements. U.S. Department of Agriculture. 1916.
42. Hubbard, P.: Highway Inspectors' Handbook. New York: Wiley u. Sons 1919.
43. Hubbard, P., u. C. Field: A Simple Method for Studying the Relative Value of Mineral Fillers for Asphalt Paving Mixtures. 1925.
44. Hubbard, P.: The Asphalt Industry, Progress and Development in the United States. New York 1929.
45. James, E. W.: Highway Construction, Administration and Finance. Washington.
46. James, H. C.: Local Government in the United States. New York-London: D. Appleton u. Comp. 1921.

47. Johannesson, S.: Highway Economics. New York: McGraw-Hill 1931.
48. Moorefield, Ch. H.: Earth, Sand-clay and Gravel Roads. U.S. Department of Agriculture Bull. No. 463. Febr. 1917.
49. Motor Vehicle Conference Committee. State Restrictions on Motor Vehicle Sizes, Weights and Speeds. New York 1930.
50. National Automobile Chamber of Commerce. Facts and Figures of the Automobile Industry. New York 1931, 1932.
51. National Conference on Street and Highway Safety. Uniform Vehicle Code (4 parts). Washington 24. X. 1930.
52. — Manual on Street Traffic Signs, Signals and Markings. Washington 15. IX. 1930.
53. National Highway Users Conference. State Registration Fees and Special Taxes for Motor Vehicles. Washington 1933.
- 53a Portland Cement Association, Chicago, Ill. A Charted Summary of Concrete Road Specifications Used by State Highway Departments, 1931.
- 53b — The Design and Construction of Concrete Pavements, 1930.
- 53c — Notes for Inspectors on Concrete Pavement Construction, 1930.
54. Richardson, Cl.: The Modern Asphalt Pavement. New York 1904.
55. — Asphalt Construction for Pavements and Highways. New York: McGraw-Hill 1913.
56. La Rue, H. A.: The Grading of Earth Roads. The University of Missouri Bull. vol. 24. No. 34. Dezember 1923.
57. U.S. Department of Agriculture. Highways and Highway Transportation. Separate from Yearbook 1924. No. 914. Washington 1924.
58. — Standards Governing Plans, Specifications, Contract Forms, and Estimates for Federal-aid Highway Projects. Miscellaneous Circular No. 62. Washington 1926.
59. — Tentative Standard Methods of Sampling and Testing Highway Materials. Bull. No. 1216. Washington 1928.
60. — Federal Legislation and Regulations Relating to the Improvement of Federal-aid Roads and National-Forest Roads and Trails, Flood Relief, and Miscellaneous Matters. Miscellaneous Circular No. 109. Washington 1930.
61. U.S. Department of Commerce. Statistical Abstract of the United States 1931. Washington 1931.
62. U.S. Geological Survey. Bulletins. Washington 1927—1931.
63. — Geological Atlas of the United States. Washington.
64. Wiley, C. C.: Principles of Highway Engineering. New York: McGraw-Hill 1928.
65. Winfrey, R.: Automobile Operating Cost and Mileage Studies. Iowa Engng. Experiment Station. Bull. 106. Ames 1931.
66. Manual and Specifications for the Manufacture Display and Erection of U.S. Standard Road Markers and Signs (Adopted by the American Association of State Highway Officials). 2. Aufl. April 1929.
67. Road and Street Catalog and Data Book. Chicago: Gillette Publ. Comp. 1930 u. 1931.

B. Jahresberichte und Bauvorschriften der staatlichen Straßenbauämter.

1. Arkansas, State Highway Commission. 9th Biennial Report, 1930.
2. California, Highway Commission. 5th—8th Biennial Report, 1926—1932.
3. Florida, State Road Department. 8th Biennial Report, 1929/30.

4. Georgia, State Highway Board. 13th Report, 1930/31.
5. Illinois, Department of Public Works and Buildings. 12th and 14th Annual Report, 1929 u. 1931.
6. Maine, State Highway Commission. 16th and 17th Annual Report, 1928 bis 1929.
7. Massachusetts, Department of Public Works. 12th Annual Report, 1931.
8. Montana, State Highway Commission. Biennial Report 1931/32.
9. New York, Department of Public Works. Annual Report, 1931.
10. North Carolina, State Highway Commission. 9th Biennial Report, 1931/32.
11. Pennsylvania, Department of Highways. Biennial Report, 1928/30.
12. Tennessee, State Highway Commission. Biennial Report, 1928/30.
13. Texas, State Highway Department. 8th Biennial Report, 1930/1932.
14. Virginia, State Highway Commission. 19th (1925/26), 20th (1926/27) u. 24th (1930/31) Annual Report.
15. Washington, State Highway Engineer. 12th Biennial Report, 1926/28.
16. Arizona, State Highway Commission. Standard Specifications for Roads and Bridges, 1930 u. 1932.
17. Arkansas, Highway Commission. Standard Specifications and Contract for the Construction of Roads and Bridges. 1931 u. 1932.
18. California, Department of Public Works. Standard Specifications, 1930.
19. Connecticut, State Highway Department. Standard Specifications and Contract for Road and Bridge Construction, 1927 u. 1929.
20. Florida, State Road Department. Standard Specifications, Proposal and Contract for Road and Bridge Construction, 1932.
21. Georgia, State Highway Department. Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges, 1931.
22. Illinois, Department of Public Works and Buildings. Standard Specifications for Road and Bridge Construction, 1930 u. 1932.
23. Kansas, State Highway Commission. Supplemental Specifications to the Standard Specifications, 1931.
24. Maine, State Highway Commission. Standard Specifications, 1932.
25. Massachusetts, Department of Public Works. Standard Specifications for the Construction and Reconstruction of State Highways and Bridges, 1932.
26. Michigan, State Highway Department. Standard Road and Bridge Specifications, 1926.
27. Montana, State Highway Commission. Standard Specifications for Road and Bridge Construction, 1932.
28. New York, Department of Public Works, Division of Highways. Specifications, 1928 u. 1932.
29. North Carolina, State Highway Commission. Standard Specifications for Roads and Structures, 1932.
30. Pennsylvania, Department of Highways. Specifications, 1930.
31. Tennessee, Department of Highways. Standard Specifications for Road and Bridge Construction, 1931 u. 1932.
32. Texas, State Highway Department. Standard Specifications, 1926 u. 1931.
33. Virginia, Department of Highways. Specifications, 1931.
34. Washington, Department of Highways. Standard Specifications for Road and Bridge Construction, 1930 u. 1932.

C. Aufsätze aus Zeitschriften und Jahresberichten.

a) American Highways,

published by the American Association of State Highway Officials, Washington, D. C., National Press Building.

1. Dillmann, G. C.: Road Building as an Agency of Employment During the Depression. Vol. XII. No. 1. Januar 1933.
2. Eckels, S.: Addition of Roads to the State Highway System. Vol. X. No. 4. Oktober 1931.
3. Hyde, A. M.: Agriculture and Highways. Vol. XII. No. 1. Januar 1933.
4. James, E. W.: Marking Our Highway System. Vol. X. No. 4. Oktober 1931.
5. MacDonald, Th. H.: Current Phases of Highway Building and Maintenance. Vol. X. No. 4. Oktober 1931.
6. Principles of Highway Administration and Finance. Vol. X. No. 1. Januar 1931.
7. State Highway System, Mileage of Improved Roads by Types, Completed and under Construction, 1. I. 1932. Vol. XI. No. 2. April 1932.
8. Wages and Salaries in Road Building. Vol. XI. No. 2. April 1932.
9. The United States Numbered System (U.S. Highways). Vol. XI. No. 3. Juli 1932.
10. Funds Available for State Highways, 1931. Vol. XI. No. 4. Oktober 1932.
11. Status of Improvement State Highway Systems. Vom 1. I. 1932. Vol. XII. No. 1. Januar 1933.
12. State Highway System Mileage of Improved Roads by Types, Completed and under Construction, 1. I. 1933. Vol. XII. No. 2. April 1933.

b) Engineering News-Record,

McGraw-Hill Publishing Company, Inc, 330 West 42d Street, New York, N.Y.

13. Eckels, S.: County and Township Financing (bezogen auf den Straßenbau) Vol. 104. No. 1. Januar 1930.
14. Ellison, J. T. u. a.: Trends in Planing and Construction. Vol. 104. No. 1. Januar 1930.
15. Fleming, E. M.: Concrete Road Construction Marked by Precision. Vol. 108. No. 1. Januar 1932.
16. — Paved Surfaces Possible for Secondary Roads. Vol. 110. No. 1. Januar 1933.
17. Fulbright, R. C.: Where the Money for Rural Roads Comes from? Vol. 108. No. 8. Februar 1932.
18. Henderlite, H. B.: Concrete Paving Practice on a 1100-Mile Program. Vol. 108. No. 1. Januar 1932.
19. Hubbard, P.: Advances in Constructing Bituminous Surfaces. Vol. 108. No. 1. Januar 1932.
20. — Paved Surfaces Unwarranted for Secondary Roads. Vol. 110. No. 1. Januar 1933.
21. James, E. W.: Road Signs, Route Marking and Signals as Safety Appliances. Vol. 106. No. 1. Januar 1931.
22. Jordan, B.: Roadbuilding Reduces Taxes in Illinois County. Vol. 108. No. 22. Juni 1932.
23. Learned, E. P.: Gasoline Taxes, Theory, Practice and Hazards. Vol. 104. No. 1. Januar 1930.
24. MacDonald, Ch.: Tar Paint Traffic Lines Increase Road Capacity. Vol. 100. No. 1. Januar 1928.

25. MacDonald, Th. H.: How Highway Financing Has Evolved. Vol. 104. No. 1. Januar 1930.
 26. — Urgent Problems Confront Public Roads Officials. Vol. 108. No. 1. Januar 1932.
 27. — A Public Roads Crisis Demands Engineering Statesmanship. Vol. 108. No. 12. März 1932.
 28. — Regulation of Road Business Lacks Necessary Unity. Vol. 110. No. 1. Januar 1933.
 29. Martin, G. E.: Premixed Tar Macadam. Vol. 106. No. 14. April 1931.
 30. Meyers, C. E.: Stronger Concrete Pavement by Rapid Tamping. Vol. 108. No. 25. Juni 1932.
 31. Mullen, C. S.: Concrete Road Resurfacing Slab Laid on Sand Cushion. Vol. 108. No. 13. März 1932.
 32. Petty, B. H.: Road Administration Revamped in Indiana. Vol. 109. No. 13. September 1932.
 33. — Highway Demand is Turning From Main to Local Roads. Vol. 110. No. 1. Januar 1933.
 34. Reed, E. E.: Surface Treated Gravel in New Jersey. Vol. 110. No. 10. März 1933.
 35. Slack, S. B.: Design of Highway Guard-Rail Dictated by Tests. Vol. 108. No. 23. Juni 1932.
 - 35a. Schlesinger, G. F.: Technical Advances in Brick-Paving Practice. Vol. 108. No. 1. Januar 1932.
 36. Spargo, W. C.: The Cement-Macadam Road Gets a New Trial New Morris County Roads. Vol. 109. No. 15. Oktober 1932.
 37. Taylor, A. R.: Surface Secondary Roads for Secondary Traffic. Vol. 110. No. 1. Januar 1933.
 38. Tucker, H.: Highway Engineering and its Relation to Accidents. Vol. 108. No. 9. März 1932.
 39. Wilson, F. E.: Culvert Jacked Beneath Pavement by Novel Method. Vol. 98. No. 19. Mai 1927.
 40. Expansion Joints Mark Traffic Lanes. Vol. 105. No. 9. August 1930.
 41. Single-Track Concrete Roads. Vol. 108. No. 13. März 1932.
 42. Road Equipment Invention Shows Large Dividends. Vol. 108. No. 20. Mai 1932.
 43. New Road-Mix Method Used on Ohio Roads. Vol. 109. No. 10. September 1932.
 44. Centralized Road Control in North Carolina. Vol. 110. No. 3. Januar 1933.
 45. Boston-Worcester Turnpike Paved by Truck Mixers. Vol. 110. No. 4. Januar 1933.
 - 45a. A. R. B. A. Stresses Technique of Road-Building. Vol. 110. No. 4. Januar 1933.
- c) Proceedings of the Annual Meetings of the Highway Research Board. Division of Engineering and Industrial Research, National Research Council, Washington D. C.
46. Agg, T. R.: Report of Committee on Highway Transportation. 10th Annual Meeting, Dez. 1930, S. 329 u. f. Washington 1931.
 - 46a. Bradbury, R. D.: Design of Joints in Concrete Pavements. 12th Annual Meeting, Dez. 1932, S. 105 u. f. Washington 1933.
 47. Crum, R. W., u. M. Morris: Progress Report on Culvert Investigation. 5th Annual Meeting, Dez. 1925, Part. I, S. 271 u. f. Washington 1926.

- 47a. Crum, R. W.: Report on Use of Accelerators in Portland Cement Concrete. 5th Annual Meeting, Dez. 1925. Washington 1926.
- 47b. — Control of Materials and Mixtures for Concrete for Pavements. 9th Annual Meeting, Dez. 1929, S. 276 u. f. Washington 1930.
48. Cutler, T. H.: Financing a State Road System with Bonds. 8th Annual Meeting, Dez. 1928, S. 68 u. f. Washington 1929.
49. Van Duzer, W. A.: Discussion of Report of Committee on Highway Traffic Analysis. 5th Annual Meeting, Dez. 1925, Part. I, S. 201 u. f. Washington 1926.
50. Eliot, W. C.: The Railroad Grade-Crossing Hazard in Rural Highways. 7th Annual Meeting, Dez. 1927, S. 86 u. f. Washington 1928.
51. Eno, F. H.: The Influence of Climate on the Building, Maintenance and Use of Roads in the United States. 9th Annual Meeting, Dez. 1929, S. 211. Washington 1930.
52. Hamlin, G. E.: Report of Committee on Highway Traffic Analysis. 8th Annual Meeting, Dez. 1928, S. 81 u. f. Washington 1929.
53. Hogentogler, C. A., u. H. Aaron: Important Developments with Respect to Subgrade Investigations. 9th Annual Meeting, Dez. 1929, S. 249 u. f. Washington 1930.
- 53a. Hogentogler, C. A.: Report of Investigation of the Economic Value of Reinforcement in Concrete Roads. 5th Annual Meeting, Dez. 1925, Part II. Washington 1926.
- 53b. Hogentogler, C. A., E. A. Willis u. F. A. Robeson: Functions of Steel Reinforcement in Concrete Pavements and Pavement Bases. 11th Annual Meeting, Dez. 1931, S. 271 u. f. Washington 1932.
54. Johnson, A. N.: Maryland Aerial Survey of Highway Traffic between Baltimore and Washington. 8th Annual Meeting, Dez. 1928, S. 106 u. f. Washington 1929.
55. — Traffic Capacity. 10th Annual Meeting, Dez. 1930, S. 218 u. f. Washington 1931.
- 55a. Lang, F. C.: Quick-Hardening Cements. 5th Annual Meeting, Dez. 1925, Washington 1926.
- 55b. Lang, F. C., u. B. Myers: Accuracy of Water Measurement on Paving Mixers. 9th Annual Meeting, Dez. 1929, Washington 1930.
56. MacDonald, Th. H.: Report of Committee on Highway Finance. 11th Annual Meeting, Part. I, Dez. 1931, S. 23 u. f. Washington 1932.
57. — Progress Report of Committee on Highway Finance, 10th Annual Meeting, Dez. 1930, S. 324 u. f. Washington 1931.
58. McKay, J. G.: New Traffic Flow Recorder in Use on Cleveland Traffic Survey. 7th Annual Meeting, Dez. 1927, S. 247 u. f. Washington 1928.
59. Mattimore, H. S.: Report on Guard Fence Research. 8th Annual Meeting, Dez. 1928, S. 263 u. f. Washington 1929.
60. Sloan, W. G.: Discussion, Report of Committee on Highway Traffic Analysis. 7th Annual Meeting, Dez. 1927, S. 259 u. f. Washington 1928.
- 60a. Walker, St., u. C. E. Proudley: Shale in Concrete Aggregates. 12th Annual Meeting, Dez. 1932, S. 273 u. f. Washington 1933.

d) Public Roads.

- A Journal of Highway Research United States Department of Agriculture Bureau of Public Roads, Washington, D. C.
61. Anderson, A. P.: Truck Operation and Production in Concrete Paving Work. Vol. 11. No. 12. Februar 1931.
62. — The Batching Plant in Concrete Paving Work. Vol. 13. No. 6. August 1932.

63. Brown, R. D.: Concrete Pavement Design Features, 1931. Vol. 13. No. 3. Mai 1932.
64. Bruce, A. G.: The Effect of Increased Speed of Vehicles on the Design of Highways. Vol. 10. No. 1. März 1929.
65. Bureau of Public Roads u. Michigan Highway Department. A Survey of Highway Transportation in Michigan. Vol. 13. No. 12. Februar 1933.
66. Bureau of Public Roads, North Carolina State Highway Commission and North Carolina State Tax Commission. North Carolina County Road and Finance Survey. Vol. 11. No. 12. Februar 1931.
67. Edwards, R. W., u. N. L. James: High-Speed Production on Asphalt Concrete Paving Work. Vol. 11. No. 12. Februar 1931.
68. Hogentogler, C. A., J. B. Mullis u. A. C. Benkelman: Subgrade Studies of the Bureau of Public Roads. Vol. 8. No. 1. März 1927.
69. Hogentogler, C. A., u. Ch. Terzaghi: Interrelationship of Load, Road and Subgrade. Vol. 10. No. 3. Mai 1929.
70. Hogentogler, C. A., A. M. Wintermyer u. E. A. Willis: Subgrade Soil Constants, their Significance, and their Application in Practice. Vol. 12. No. 4/5. Juni/Juli 1931.
71. Jackson, F. H., u. E. W. Bauman: A Study of Methods of Curing Concrete Pavements. Vol. 11. No. 11. Januar 1931.
72. Jackson, F. H., u. W. F. Kellermann: Studies of Paving Concrete. Vol. 12. No. 6. August 1931.
- 72a. Jackson, F. H., u. W. F. Kellermann: The Effect of Vibration and Delayed Finishing on Pavement Slabs. Vol. 14. No. 8. Oktober 1933.
73. Johnson, A. N.: Highway Traffic Capacity. Vol. 13. No. 3. Mai 1932.
74. Jones, H. C., u. E. L. Tarwater: Bituminous Treatments on Sand-Clay and Marl Bases in South Carolina. Vol. 12. No. 9. November 1931.
75. Kellermann, W. F.: Effect of Size of Specimen, Size of Aggregate and Method of Loading Upon the Uniformity of Flexural Strength Tests. Vol. 13. No. 11. Januar 1933.
76. Kelley, E. F., u. P. Hubbard: Rationalization and Simplification of Test Requirements for Liquid Asphaltic Materials. Vol. 13. No. 6. August 1932.
77. Kelly, H. H.: Toll Roads. A Study of the History and Present Status of Toll Roads in the U.S.A. and Other Countries. Vol. 12. No. 1. März 1931.
- 77a. — The Problem of Motor-Vehicle Regulation. Vol. 13. No. 10. Dezember 1932.
78. McKay, J. G., u. O. M. Elvehjem: The Main Highway Transportation Survey. Vol. 6. No. 3. Mai 1925.
79. McKesson, C. L., u. W. N. Frickstad: Light Asphaltic Oil-Road Surfaces. Vol. 8. No. 7. September 1927.
80. Normann, O. K.: Effect of Type of Breaking Machine on the Modulus of Rupture of 6 by 6 inch Concrete Beams. Vol. 12. No. 12. Februar 1932.
81. Pauls, J. T.: Bituminous Treatments Used on Roads of Intermediate Type in the Western States. Vol. 11. No. 10. Dezember 1930.
82. Peabody, L. E.: Highway Traffic Analysis Methods and Results. Vol. 10. No. 1. März 1929.
83. — The New Hampshire Traffic Survey. Vol. 13. No. 8. Oktober 1932.
84. Reagel, F. V., H. Aaron u. W. J. Watkins: An Investigation of Oil-Treated Earth Roads in Missouri. Vol. 12. No. 3. Mai 1931.
85. Strahan, C. M.: A Study of Gravel, Topsoil and Sand-Clay Roads in Georgia. Vol. 10. No. 7. September 1929.
86. Teller, L. W., u. H. L. Bosley: The Arlington Curing Experiments. Vol. 10. No. 12. Februar 1930.

- 86a. Teller, L. W.: A Test for Indicating the Surface Hardness of Concrete Pavements. Vol. 10. No. 5. Juli 1929.
87. Teller, L. W., u. C. E. Proudley: Further Tests of Vibrolithic Concrete. Vol. 8. No. 8. Oktober 1927.
88. Terzaghi, Ch.: The First International Soil Congress and its Message to the Highway Engineer. Vol. 8. No. 5. Juli 1927.
89. Thee, T. C.: Effect of Size of Batch and Length of Mixing Period on Rate of Production and Quality of Concrete Mixed in Standard 27 E Pavers. Vol. 12. No. 11. Januar 1932.
90. Williamson, J. S., u. P. F. Critz: Surface Treatment of Topsoil Roads. Vol. 13. No. 11. Januar 1933.
91. Wintermyer, A. M., E. A. Willis u. R. C. Thoreen: Procedures for Testing Soils for the Determination of the Subgrade Soil Constants. Vol. 12. No. 8. Oktober 1931.
92. Woolf, D. O.: A Cantilever Testing Apparatus for Mortar Beams. Vol. 9. No. 3. Mai 1928.
93. Bituminous Surface Treatment of Sand-Clay and Topsoil Roads. Report on a Cooperative Study by the Bureau of Public Roads and the Asphalt Industry. Vol. 10. No. 11. Januar 1930.
94. Bituminous Concrete on Connecticut Avenue Experimental Road. Vol. 13. No. 7. September 1932.
95. Titelblatt. Vol. 9. No. 4. Juni 1928.
96. Titelblatt. Vol. 10. No. 1. März 1929.
97. Titelblatt. Vol. 11. No. 6. August 1930.
98. Titelblatt. Vol. 13. No. 9. November 1932.
99. Extra Wide Highways on State System. Vol. 13. No. 9. November 1932.
100. Tar Surface Treatment of Low Cost Roads. Report of a Cooperative Study by the Bureau of Public Roads and Representatives of the Tar Industry. Vol. 14. No. 1. März 1933.
101. The Wisconsin Financial Survey. Conducted by the Bureau of Public Roads and the University of Wisconsin. Vol. 14. No. 2. April 1933.
102. The Illinois Financial Survey. Conducted by the Bureau of Public Roads and the University of Wisconsin. Vol. 14. No. 3. Mai 1933.
103. The Michigan Financial Survey. Conducted by the Bureau of Public Roads and the University of Wisconsin. Vol. 14. No. 4. Juni 1933.

e) Roads and Streets.

Gillette Publishing Company 400 West Madison Street, Chicago, Ill.

104. Bradbury, R. B.: Purpose of Reinforcing Steel in Concrete Pavements. Vol. LXXV. No. 7. Juli 1932.
105. Brosseau, A. J.: Everybody's Stake in the Truck For-Hire. Vol. LXXV. No. 12. Dezember 1932.
106. Burch, J. S.: Methods of Installing Fabric Reinforcement in Concrete Pavements and Bases. Vol. LXXI. No. 6. Juni 1931.
107. Clelland, S. H.: Missouri Paving Contractors Develop Novel Construction Methods. Vol. LXXI. No. 8. August 1931.
108. Conner, C. N.: Sand Asphalt, a Pavement Type Constructed of Local Aggregates. Vol. LXXI. No. 1. Januar 1931.
110. — Recent Developments. Maintaining Concrete Pavements. Vol. LXXV. No. 1. Januar 1932.
111. Crandell, J. S.: Research on Fillers for Brick Pavements. Vol. LXXVI. No. 4. April 1933.

112. Erskine, A. R.: Bituminous Paver Spreads and Finishes Coarse Aggregate Type Plant Mix. Vol. LXXVI. No. 4. April 1933.
113. Flatt, T. L.: Illinois County Studies. Experimental Road (Ölbehandelte Kiesstraße). Vol. LXXI. No. 2. Februar 1931.
114. Fleming, E. M.: Single Track Concrete Roads in Illinois. Vol. LXXV. No. 9. September 1932.
115. Good Roads, Equipment Corporation, New York. Surface Heater for Resurfacing Roads and Streets. Vol. LXXV. No. 12. Dezember 1932.
116. Hannen, J. W.: Michigan Legislates Township Roads into County System. Vol. LXXI. No. 8. August 1931.
117. Hawkins, W. E.: North Carolina Sand-Asphalt Paving Methods. Vol. LXXI. No. 8. August 1931.
118. Heinz, C. E., u. W. F. Netzeband: The Missouri-Kansas Rock Asphalt Deposits. Vol. LXXV. No. 10. Oktober 1932.
119. Hubbard, P.: Cut-Back Asphalts, Their Characteristics and Use. Vol. LXXVI No. 1 u. 2. Januar/Februar 1933.
120. Johnson, M. G.: Scientific Control of Paving Material. Vol. LXXI. No. 8. August 1931.
121. Kirschbraun, L.: Evaluation of Emulsified Asphalts for Road Building Purposes. Vol. LXXVI. No. 4. April 1933.
122. Lewis, R. H.: Interpretation of Tests on Bituminous Road Materials. Vol. LXXV. No. 3. März 1932.
123. Lindsey, R.: Oiled Gravel Roads in Oklahoma. Vol. LXXI. No. 1. Januar 1931.
124. McCormick, J. E.: Resurfacing a Pavement of Low Cost. Vol. LXX. No. 10. Oktober 1930.
125. MacDonald, Th. H.: Adjusting the Highway Viewpoint to 1932 Conditions. Vol. LXXV. No. 2. Februar 1932.
126. MacGregor, R. A.: Resurfacing Streets by Heater Methods. Vol. LXX No. 7. Juli 1930.
127. Martin, G. E.: Premixed Tar Macadam. Vol. LXXI. No. 9. September 1931.
128. Moller, N.: Some Ohio Highways Jobs. Vol. LXXI. No. 9. September 1931.
- 128a. Moody, C. O.: Cold Mix Paving in Greene N. Y. Vol. LXXI. No. 9. 1931.
129. Mullen, J. H.: Man Power and the Machine in Highway Work. Vol. LXXVI. No. 7. Juli 1933.
130. O'Connor, G. D.: The Township Highway Problem. Vol. LXXI. No. 7/8. Juli/August 1931.
131. Ostrander, V. L.: Asphalt Emulsion in Modern Road Building. Vol. LXXV. No. 11. November 1932.
132. Perry, T. R.: Concrete Pavement Maintenance, Practice of Iowa State Highway Commission. Vol. LXX. No. 8. August 1930.
133. Reagel, F. V.: Application of Road Oil to Earth Surfaces and Subgrades. Vol. LXXV. No. 2. Februar 1932.
134. Rumsey, R. M.: Bituminous Macadam. Vol. LXXI. No. 7. Juli 1931.
135. Schlesinger, G. F.: Trend in Resurfacing Pavements with Brick. Vol. LXXVI. No. 1. Januar 1933.
136. Sours, H. G.: The 22-Mile Brick Paved Akron—Clanton Superhighway. Vol. LXXI. No. 11. November 1931.
137. Taylor, A. R.: Drag Surface Treatments. Vol. LXXV. No. 9. September 1932.
138. Thee, T. C.: Constructing Contraction Joints in Concrete Pavements. Vol. LXX. No. 11. November 1930.

139. Thee, T. C.: Economics of Elevating Grader Operation in Highway Construction. Vol. LXXVI. No. 5. Mai 1933.
140. Thee, T. C., u. O. K. Normann: Effect of Batching Plant Layout on Number of Trucks Required. Vol. LXXV. No. 11. November 1932.
141. Thee, T. C., u. O. K. Normann: Batching Plant Operation, Employing One, Two and Three Sizes of Coarse Aggregate. Vol. LXXVI. No. 3. März 1933.
142. Upham, C. M.: The Gasoline Tax as it Relates to the Highway Program. Vol. LXXV. No. 6. Juni 1932.
143. Wooley, C. L.: Penetration Macadam, Design and Construction. Vol. LXX. No. 6. Juni 1930.
144. Zeigler, F. K. R.: Rebuilt Earth Roads Surfaced with Oil at Low Cost. Vol. LXXI. No. 9. September 1931.
145. Building a 40-ft. California Pavement. Vol. LXXI. No. 1. Januar 1931.
146. A Machine for Lifting Sunken Pavement Slabs. Vol. LXXI. No. 1. Januar 1931.
147. Lee Transit Mixers Will Show Single Unit. Vol. LXXI. No. 1. Januar 1931.
148. A. R. B. A. Reports Indicate Trends in Highway Policy and Practice. Vol. LXXI. No. 2. Februar 1931.
149. Tandem Paving Job Shows Increased Production. Vol. LXXI. No. 3. März 1931.
150. A \$ 5000000 Program of Street Planning and Improvement. Vol. LXXI. No. 7. Juli 1931.
151. Pavement Core Drilling Practice. Vol. LXXI. No. 8. August 1931.
152. Finishing Machine, Used in Ohio, Black Top. Vol. LXXI. No. 9. September 1931.
153. Rapid Joint Installation. Vol. LXXI. No. 12. Dezember 1931.
154. Water Curing Costs for Concrete Pavements by Various Methods. Vol. LXXV. No. 2. Februar 1932.
155. Vol. LXXV. No. 3. März 1932.
156. Lip Type Concrete Pavements. Vol. LXXV. No. 6. Juni 1932.
157. Virginia State Highway Department to Take over County Roads. Vol. LXXV. No. 7. Juli 1932.
- 157a. Recommended List of Standard Paving Brick Revised. Vol. LXXV. No. 7. Juli 1932.
- 157b. Brick, Gutter and Parking Strips. Vol. LXXV. No. 7. Juli 1932.
158. Labor Regulations Promulgated for Federal-aid Roads. (Erlassen vom Bureau of Public Roads.) Vol. LXXV. No. 9. September 1932.
159. Fight, Gas Tax Diversion, Ruinous Regulation, Unfair Taxation. Vol. LXXV. No. 10. Oktober 1932.
160. "Thinking Ahead" Helps Complete Big Ohio Road Job Quickly. Vol. LXXV. No. 12. Dezember 1932.
161. 40 cu. ft. (2-ton) Iroquois Asphalt Pugmill Mixer. Vol. LXXV. No. 12. Dezember 1932.
162. Engineering and Grading Policies for Single Track Concrete Roads. Vol. LXXVI. No. 1. Januar 1933.
163. 24 $\frac{1}{4}$ -Mile Black Top Job Completed in Quick Time. Vol. LXXVI. No. 3. März 1933.
164. Building a Modern Cement-Bound Macadam Pavement. Vol. LXXVI. No. 3. März 1933.
165. Rules and Regulations for Highway Work under 400000000 \$ Federal Appropriation. Vol. LXXVI. No. 7. Juli 1933.

166. Bullen, J. T.: Surface Treatment of Gravel Roads with Asphaltic Oils in Caddo Parish.
- 166a. Lewis, S. S.: How Pennsylvania is Solving the Farm-to-Market Road Problem. Vol. LXXVI. No. 8. August 1933.
167. The U. S. Bureau of Public Roads in Review. Vol. LXXVI. No. 1. Januar 1933.

f) Verschiedene Zeitschriften und Jahresberichte.

- 167a. Goldbeck, A. T.: How Crushed Stone Should Be Graded for Different Purposes and Why. The Crushed Stone Journal. Vol. VII. No. 10. Oktober 1931.
168. Skidmore: Sheet Asphalt Mixture Research. Engineering and Contracting April 1925.
169. Adler, J.: Principles of Design, Preparation and Use of Asphalt Paving Mixtures. Engineers and Engineering 1930 No. VI S. 167.
170. Davitt, J. W.: Preparation of Asphalt Paving Mixtures. Engineers and Engineering 1930 No. VI S. 174.
171. Donovan, C. L.: The Use of Finishing Machines on Bituminous Pavements. Engineers and Engineering 1930 No. VI S. 176.
172. Dow, A. W.: Cold Laid Asphalt Pavements. Engineers and Engineering 1930 No. VI S. 150.
173. Carpenter, H. V., H. J. Dana u. a.: The Relation of Road Surfaces to Automobile Tire Wear. Engineering Bull. No. 16. Engineering Experiment Station. State College of Washington. Washington, Pullmann.
174. Dana, H. J., u. a.: The Relation of Road Surfaces to Automobile Tire Wear. Engineering Bull. No. 17. Dez. 1925. State College of Washington. Washington, Pullmann.
175. Dana, H. J., u. a.: The Relation of Road Surfaces to Automobile Tire Wear. Engineering Bull. No. 18. Dez. 1926. State College of Washington. Washington, Pullmann.
176. Carpenter, H. V., u. H. J. Dana: Rhythmic Corrugations in Highways. Engineering Bull. No. 19. Febr. 1927. Engineering Experiment Station. State College of Washington. Washington, Pullmann.
177. Dana, H. J.: Rhythmic Corrugations in Highways. Engineering Bull. No. 31. Jan. 1930. Engineering Experiment Station. State College of Washington. Washington, Pullmann.
178. Agg, Th. R.: The Design and Construction of Highway Systems. Sonderdruck: Journal of the Society of Automotive Engineers. August 1927.
179. Deterding, C. W.: Plans, Specifications and Construction of Untreated Surfaces. Proceedings of the Twenty-Seventh Annual Convention of the American Road Builders' Association. Januar 1930 S. 636. Washington 1930.
180. Duckett, W. E.: Plans, Specifications and Construction of Surface Treatments. Proceedings of the Twenty-Seventh Annual Convention of the American Road Builders' Association. Januar 1930 S. 648. Washington 1930.
181. Forrer, J. J.: Discussion: Plans, Specifications and Construction of Surface Treatments. Proceedings of the Twenty-Seventh Annual Convention of the American Road Builders' Association. Januar 1930 S. 661. Washington 1930.
182. Lang, F. C.: Blotter Treatment of Gravel Roads in the State of Minnesota. Proceedings of Eighth Annual Asphalt Paving Conference. 1929 S. 105/116.
183. Hubbard u. Field: A Study of Certain Factors Affecting the Stability of Asphalt Paving Mixtures. Proceedings A. S. T. M. Vol. 26. Part. II. S. 577/601. 1926.

184. MacNaughton: Laboratory Investigation of a New Theory of Asphalt Mixtures. Proceedings of the X Annual Conference on Highway Engineering University of Michigan 1924 S. 152.
185. Lang, F. C.: Bituminous Treatment of Gravel Roads and Earth Subgrades. Proceedings of 14th Annual Conference on Highway Engineering. University of Michigan Official Publication. Vol. 30. No. 9. Sept. 1928 S. 58—68.

D. Werbeschriften.

1. Adams, J. D. Co., Indianapolis, Ind. Adams Elevating Grader No. 10.
2. — Adams Road Machinery. Catalog No. 31.
3. — The New Adams Leaning Wheel Graders. No. 121 u. 122.
4. Aeroil Burner Company West New York, N.J. Aeroil Pavements Surface Heaters.
- 4a. Aeroil Burner Company, Elkhart, Ind. Chausse Portable Asphalt Plant and other Equipment for Repairing Asphalt Pavement.
5. American Tar Products Comp., Pittsburgh. Tarmac Specifications.
6. The Asphalt Association, New York. Asphalt Macadam (Brochure No. 6).
7. — Asphalt Fillers (Brochure No. 7).
8. — Sheet Asphalt (Brochure No. 9).
9. — Asphaltic Concrete (Brochure No. 10).
10. — Asphalt Paving Mixtures (Brochure No. 11).
11. — Asphalt Base Pavements (Brochure No. 12).
12. — Planning and Directing Asphalt Paving Operations (Brochure No. 13).
13. — Asphalt Block Pavements (Brochure No. 15).
14. — Asphaltic Concrete Base Makes Possible Rapid Paving Program (Circular No. 23).
15. — Asphalt Macadam Pavements (Circular No. 38).
16. — "Black Base" (Asphaltic or Bituminous Concrete Base) and Its Place on Standard Specifications, 1926 (Circular No. 44).
17. — The Design, Construction and Advantages of Asphalt Pavements (Circular No. 47). 1927.
18. — Recent Progress in the Technique of Asphalt Paving Materials (Circular No. 49).
19. — Recent Researches in Portland Cement Concrete and their Application to the Design of Bases for Asphalt Pavements (Circular No. 52).
20. — Black Base in the Southern States (Circular No. 55).
21. — Omaha's Record for Black Base Durability (Pointer No. 15).
22. The Asphalt Institute, New York. The Trend of Paving in the Leading American Cities.
- 22a. — The Asphalt Industrie (Progress and Development in the United States), 1929.
23. Austin Manufacturing Co., Chicago, Ill. Austin Autocrat Roller (Catalog No. 10).
24. — Austin four Cylinder Motor Rollers.
25. The Barber Asphalt Company, Iroquois Department, Philadelphia. Iroquois Asphalt Paving Tools (Bull. No. 6).
26. — Iroquois Road-Building Machinery.
27. The Barrett Company, New York. Tarvia K.P. "Kold-Patch", 1928.
28. — The Construction of Tarvia Double Seal Pavements, 1924.
29. — Maintaining Road with Tarvia, 1928.
30. — Tarvia for Road Construction, Repair and Maintenance, 1928.
31. — Tarvia-lithic.

32. The Buffalo Springfield Roller Co., Springfield, Ohio. Buffalo-Springfield Steam Rollers.
33. California Corrugated Culvert Co., West Berkeley and Los Angeles. Applying Culvert Simplicity to Highway Bridge Requirements.
34. Chausse Oil Burner Company, Elkhart, Ind. Chausse Portable Asphalt Plant (Catalog No. 11).
35. Etnyre, E. D. u. Company, Oregon, Ill. Etnyre Model F Distributor (Catalog No. 503, 1930 Edition).
36. The Galion Iron Works and Mfg. Co., Galion, Ohio. Galion Asphalt Spreaders.
- 36a. The Hastings Pavement-Co., New York. Hastings Asphalt Block Pavement.
37. Hvass, Chas. and Co., New York, N.Y. "Hvass" Street Cleaning and Road Building Equipment (Bull. No. 70).
38. International Harvester Company, Chicago, Ill. McCormick-Deering Industrial Tractor on Roads in Every State.
39. Kinney Manufacturing Co., Boston, Mass. The Kinney Heaters and Distributors (Bull. A.).
40. The Lakewood Engineering Co., Columbus, Ohio. Lakewood Finishers (Bull. 47-D).
41. Leach Company, Oshkosh, Wis. Leach 5-S, 7-S, 10-S (Catalog No. 31).
42. Littleford Bros., Cincinnati, Ohio. Contractors' Equipment Catalog (Catalog F).
43. — Littleford Road and Street Construction Equipment (Bull. No. C-1).
44. — Safety on the Highway.
45. — Tool Heaters, Surface Heaters, Reheating Plans Paving Tools (Bull. No. E-5).
46. Mack Trucks, Inc., New York. Mack Trucks in Earth Moving and Hauling of Building and Road Materials.
47. National Equipment Corporation, Milwaukee, Wis. Koehring Pavers (Catalog NK 24).
48. National Paving Brick Manufactures Association, Cleveland, Ohio. The Construction of Vitrified Brick Pavements.
49. — Brick Gutters and Parking Strips.
50. — Brick Pavements.
51. — Brick Pavements in the Making.
52. — Brick Roads.
- 52a. — Two-sided Value.
53. Portland Cement Association, Chicago, Ill. Cement and Concrete, 1929.
54. — Concrete Street Pavements in Seattle.
55. — New Pictures of Old Concrete Streets.
56. — Equipment and Methods for Modern Highway Building.
57. — Maintenance of Concrete Pavements.
58. — Surface Finishing Methods for Concrete Pavements.
59. — Merkblatt für zementgetränkte Makadamstraßen (Jan. 1933).
60. Thorman W. Rosholt, Co., Minneapolis, Minn. The Rosco Oiler with the 7 Way Valve.
61. The Texas Company, New York. Texaco Asphaltic Concrete.
62. — Texaco Asphalt Macadam.
63. — Texaco Cold Patch.
64. — Texaco Sheet Asphalt.
65. Western Wheeled Scraper Company, Aurora, Ill. Dump Cars and Grading Equipment (Catalog No. 80).

E. Verschiedenes.

1. Adams, J. D., Indianapolis, Ind. Export Price List. Export Department 150 Broadway, New York.
2. Adams, J. D., Indianapolis, Ind.
3. Bureau of Public Roads, Washington, D. C.
4. Bureau of Public Roads, Washington, D. C. Sammlung zeichnerischer Richtlinien.
5. — United States System of Highway. Adopted for Uniform Marking by the American Association of State Highway Officials. November 11, 1926. (Karte der korrigierten Auflage vom 1. IX. 1931 im Maßstab etwa 1:5000000.)
6. State of Illinois. Division of Highways, Department of Public Roads, Springfield, Ill.
7. — Map of Illinois Showing State Highways (Ausgabe 1930 u. 1932). Division of Highways, Department of Public Roads and Building.
8. State of North Carolina. State Highway Commission, Raleigh, N.C.

F. Literatur anderer Länder, insbesondere Deutschlands.

1. Bierhalter, W., K. Krüger, u. a.: Wie prüft man Straßenbaustoffe? Berlin: Allgem. Industrie-Verlag G. m. b. H. 1932.
2. Bösenberg, Euting, Nagel, v. Schenck, Scheuermann, Speck, Stührling, Vilbig: Bericht über die Besichtigung von Staatsstraßen in den V. St. A. (im Anschluß an den VI. Internationalen Straßenkongreß in Washington). Verkehrstechnik 1931 Nr. 8 S. 63.
3. Bonwetsch, A.: Neuere deutsche Maschinen für den Betonstraßenbau. Betonstraße Bd. 31 S. 113.
4. Ehlgötz, H.: Städtebau und Straßenbau: Klinkerstraßen. Berlin: Karl Heymann 1932.
5. — Wirtschaftliche Linienführung von Kraftverkehrstraßen. Berlin: Karl Heymanns 1933.
6. Feilchenfeld, W.: Kraftverkehrswirtschaft, Kraftfahrzeugsteuern und Landstraßenfragen in U. S. A. Herausgegeben im Auftrage der Industrie- u. Handelskammer Berlin. Berlin 1929.
7. Feuchtinger u. Neumann: Bericht über eine Studienreise in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Charlottenburg: Stufa 1925.
8. Geißler, W.: Das Straßenbauwesen in den V. St. A. nach dem Stand von 1930. Verkehrstechnik 1931 S. 45.
9. — Die Verwendung des Asphalts im Kaltverfahren. Asphalt u. Teer 1931 Nr. V S. 107.
10. Griesel, H.: Die Betonzubereitung, ihre Mechanisierung und Verfeinerung beim Zumessen der Zuschläge in U.S.A. Betonstraße 1930 S. 259.
11. von Halem, O.: Über den Bau von Betonstraßen in den Vereinigten Staaten von Amerika. Betonstraße März 1931 S. 56.
12. Haller, K.: Übersicht über den Stand des amerikanischen Straßenbauwesens. Charlottenburg: Stufa 1926.
13. Hoepfner: Eindrücke vom Internationalen Straßenbaukongreß in Washington 1930 und vom Straßenbau in den V. St. A. Asphalt u. Teer 1931 Nr. XII S. 295.
14. Internationaler Ständiger Verband der Straßenkongresse: VI. Kongreß — Washington 1930. Berichte.
15. Kleinlogel, A.: Nordamerikanische Betonstraßen. Charlottenburg: Zementverlag G. m. b. H. 1925.

16. Kleinlogel, A.: Betonstraßen. Teil IV von Hentrich: Der neuzeitliche Straßenbau. Halle/S.: W. Knapp 1928.
- 16a. Knipping, F.: Konstruktion und Ausführung. Teil II von Hentrich: Der neuzeitliche Straßenbau. Halle/S.: W. Knapp 1930.
17. Köhler, H.: Die Chemie und Technologie der natürlichen und künstlichen Asphalte. 2. Aufl. Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn 1913.
18. Köttgen, C.: Das wirtschaftliche Amerika. Berlin: VDI-Verlag G. m. b. H. 1925.
19. Laeger, H.: Vom Teerstraßenbau in den V.St.A. Mitteilungen der Auskunfts- und Beratungsstelle für Teerstraßenbau. 1930 Nr. 12, 1931 Nr. 1 u. 2.
20. — Amerikanische Auffassungen über die zweckmäßige Zusammensetzung von Teermischmakadam. Mitt. d. Auskunfts- u. Beratungsstelle f. Teerstraßenbau 1931 Nr. 11 S. 5.
21. Loening, H.: Die Landstraßen in den Vereinigten Staaten, ihre Verwaltung und Finanzierung. Berlin: R. Hobbing 1930.
22. Mallison, H.: Teer, Pech, Bitumen und Asphalt. Halle/S.: W. Knapp 1926.
23. Moellendorff, W. v.: Volkswirtschaftlicher Elementarvergleich zwischen Ver. Staaten von Amerika, Deutschland, Großbritannien, Frankreich, Italien (4 Teile). Berlin 1930.
24. Müller, W.: Betriebswirtschaftliche Untersuchung einer Kraftverkehrslinie. Verkehrstechnik Jg. 12 Heft 19 Mai 1931.
25. Neumann, E.: Der neuzeitliche Straßenbau, 2. Aufl. Berlin: Julius Springer 1932.
26. — Kritische Betrachtungen über den gegenwärtigen Stand des Straßenwesens in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Berlin: W. Ernst & Sohn 1926.
27. — Maschineller Asphaltstraßenbau in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Bitumen 1931 S. 51.
28. Pirath, C.: Verkehrsprobleme und Eisenbahnen in den Vereinigten Staaten von Amerika. Sonderdruck aus der Verkehrstechnischen Woche 1932 Heft 1 bis 3 u. 7 bis 9.
29. Preußisches Statistisches Landesamt: Die Durchgangsstraßen in Preußen. Heft 1 der Finanz- und Steuerstatistischen Schriften. Berlin: Verlag des Preuß. Statistischen Landesamtes 1931.
30. Prokhorov, N. J.: Soil Science in the Construction of Highways in USSR. Russian Pedological Investigations. Academy of Sciences of the Union of the Soviet Socialist Republics. Leningrad 1927.
31. Rappaport, Ph. A.: Das Netz der Hauptkraftwagenstraßen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Charlottenburg: Stufa 1927.
32. Reichsminister der Finanzen: Denkschrift über die Besteuerung der Kraftfahrzeuge. Reichstagsdrucksache Nr. 620 vom 23. XII. 1930. Berlin: Carl Heymanns.
33. Reichsverkehrsminister: Gesetze über den Verkehr mit Kraftfahrzeugen und Verordnungen über Änderung der Regelung des Kraftfahrzeugverkehrs. Reichsgesetzblatt, Berlin.
34. Rheinguß, Rhein. Eisengießerei u. Maschinenfabrik A. G. Mannheim: Cumer-Asphalt-Anlagen.
35. Riepert: Automobilstraßen in Amerika. Reisebericht. Charlottenburg: Zementverlag G. m. b. H. 1925.
36. — Betonstraßen in Amerika. Reisebericht. Ebendort.
37. Statistisches Reichsamt: Wirtschaft und Statistik. Berlin: R. Hobbing 1932.

38. Terzaghi, K.: Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage. Leipzig u. Wien: Franz Deuticke 1925.
39. Westermeyer u. v. Skopnik: Über den Teerstraßenbau auf nordamerikanischen Straßen. Mitt. d. Auskunfts- u. Beratungsstelle für Teerstraßenbau 1932 S. 100; 1933 S. 14.
40. Woernle, R.: Geräte und Maschinen des nordamerikanischen Landstraßenbaues. Charlottenburg: Zementverlag G. m. b. H. 1926.
- 40a. Eine praktische Art, die Oberflächenhärte von Betonstraßen zu prüfen. Betonstraße 1930 S. 169.
41. Ausführung einer Betonstraße mit unterwegs gemischtem Beton. Betonstraße 1932 S. 73.
42. Automobilversuchsstraßen in Nordamerika und ihre Ergebnisse. Charlottenburg: Zementverlag G. m. b. H. 1925.
43. Beton aus zentralen Mischanlagen im Straßenbau. Betonstraße 1932 S. 12.
44. Deutsche Wirtschaftskunde. Bearbeitet im Statistischen Reichsamt. Berlin: R. Hobbing 1933.
- 44a. The Encyclopædia Britannica, Thirteenth Edition. The Encyclopædia Britannica Company Ltd., London and the Encyclopædia Britannica Inc. New York 1926.
45. Entwicklung des Betonstraßenbaues in den U.S.A. Betonstraße 1933 S. 13.
46. Gothaisches Jahrbuch für Diplomatie, Verwaltung und Wirtschaft. Gotha: Justus Perthes.
47. Les Routes dans le Monde. Bulletin de l'Association Internationale Permanente des Congrès de la Route Jg. 22 Nr. 85 Jan./Febr. 1933.
48. Meyers Lexikon, 7. Aufl. 1924. Leipzig: Bibliographisches Institut.
49. Über die Verwendung gefluxter Teere in den V. St. A. Mitt. d. Auskunfts- u. Beratungsstelle für Teerstraßenbau Heft 5, Mai 1933.
50. Neubearbeitung der Din-Normen 1995, 1996. Heft 5a—6. Bitumen 1932 Heft 5 S. 97.
51. Statistische Angaben über die 2. deutsche Verkehrszählung vom 1. X. 28 bis 30. IX. 29. (Bearbeitet im Auftrage des Deutschen Straßenbau-Verbandes.)
- 51a. Statistisches Jahrbuch für das deutsche Reich. 1927—1931. Herausgegeben vom Statistischen Reichsamt. Berlin: R. Hobbing.
- 51b. Vorläufige Ergebnisse der Volkszählung im Deutschen Reich vom 16. VI. 1925. Berlin: R. Hobbing 1925.
52. Westermanns Weltatlas, 15. Aufl. Braunschweig: Georg Westermann 1926.
53. Arndt: Die selbsttätige Sicherung der Wegeübergänge in Schienenhöhe. Verkehrstechn. Woche 1931 Heft 2.

Amerikanische Fachausdrücke.

(Es sind nur die bisher in Deutschland weniger bekannten Fachausdrücke aufgenommen.)

Asphalt block pavement 197.

- cutter 161.
- patching hoe 161.
- pot 162.
- rake 161.
- sandals 161.
- showel 160.
- smoother 160.
- tamper 160.

Back sloper 115.

- belt 224.
- bin 216.
- bituminous plant mix 134.
 - road mix 134.
 - road mixing 134.
- black base 177, 178, 198, 204.
- blotter coat 146.
- blower 139, 140.
- boom 221.
- break 159.
- brick pavement 237.
- broom 160.
- bucket 221.
- bulkhead 231.

Caliche 122.

- chert gravel 122.
- common-carrier truck 29.
 - bus 29.
- contract-carrier truck 29.
 - bus 29.
- core 234.
- course, base 130.
 - , bottom 130.
 - , foundation 130.
 - , surface 130.
 - , top 130.
- crack 229.
- crushing strength 234.
- curing 232.
- cut-back 135, 140ff., 158.

Dipper 161.

- distributor 164.
- dowel 232.
- drag, lap-plank 115.
 - , long-base 143.
 - , split-log 115.

drag, wire-broom 143.

- dump wagon 108ff.
- durax 247.

Emergency relief loan 35.

Feather-edged section 119, 122ff.

- Federal-aid 17, 33.
 - highway act 34.
 - road act 34.
- fee 27, 29, 38.
- finisher 154, 191, 196.
- finishing machine 169.
- flash point 157, 158.
- flexual strength 233.
- float 224.
- fork 160.
- form 212.

Grader, blade 105, 110.

- , elevating 107ff.
- grading machine 105, 110.

Harrow, disc 120.

- , tooth 120.
- highway, intercounty 34.
 - , interstate 34, 42.
 - , primary 42.
 - , state trunk line 41.

Joint, butt 230.

- , contraction 231.
- , dummy 230.
- , expansion 231.

Key station 44.

Lime rock 122.

Maintainer 115ff.

- marl 122.
- mat 227.
- mixer, multiple-pin planing 153.
 - , pug 166.
 - , retread 153.
 - , rotary 166.
 - , travelling 155.

mixing plant 165, 219.
mulch 128.

National pavement 198.
novaculite 122.

Patrol maintenance 115.
patrolman 114.
paver 218.
pay-as-you-go policy 36.
penetration of residue 157.
pile 216.
planer 115ff.
plow 120.
portable asphalt plant 174.
— torch 173.
pot, carrying 162.
—, joint filling 162.
—, pouring 162.
—, sprinkling 162.
primer 151.

Raking machine 169.
reinforcement 227.
retread 146, 150ff.
retreatment 144.
rhythmic corrugation 124.
road, bituminous concrete 96.
—, crushed-gravel 126ff.
—, crushed-rock 126ff.
—, crushed-stone 126ff.
—, gravel 96, 105, 122.
—, low-cost bituminous 133.
—, penetration macadam 180.
—, portland cement concrete 96, 204.
—, sand-clay 96, 105, 119.
—, secondary 36, 133.
—, sheet asphalt 96, 192, 193, 197.
—, toll 16.
road, traffic-bound crushed-gravel 105,
126ff.
—, traffic-bound crushed-stone 105,
126ff.
—, traffic-bound macadam 105, 126ff.
—, vitrified brick 96.
rock asphalt 198.
rotary broom 139ff.

Scraper, asphalt street 161.
—, buck 109.
—, drag 109.
—, fresno 109.
—, slip 109.

Knipping, Straßenbau.

Scraper, wheeled 109.
screen 131.
seal coat 144, 152.
shale 122.
sieve 131.
silt 118, 122.
slicker 115.
smoother 115.
smoothing iron 161.
specifications 24, 98, 99.
spreader 123.
— finisher 154.
stage construction 96.
standards 24, 34.
stiring rod 160.
stone, lime 122.
—, quarry 130.
storage stability 159.
straightedge 225.
subbase 130.
surface heater 173.
— mixing 99.

Tax, general property 31.
—, personal property 27, 31.
—, real-property 27, 31ff.
Telford 130ff.
template, scratch 212.
—, strike-off 224.
—, tamp 224.
test, abrasion 181.
—, Cleveland open cup 142, 147.
—, float 158.
—, pat 147, 195.
—, rattler 241.
—, soundness 181.
—, stability 195.
—, Tagliabue open cup 151.
—, toughness 181.
—, swell 148.
tie bar 230.
timing device 168.
topsoil 106, 117, 119.
treatment, armor coat 144.
—, bituminous surface 134.
—, blotter 146.
—, mixed-in-place 134.
—, multiple lift 144.
trench section 119, 122ff.
turnpike 16.

Washboard 124ff.
windrow 127.

Sachverzeichnis.

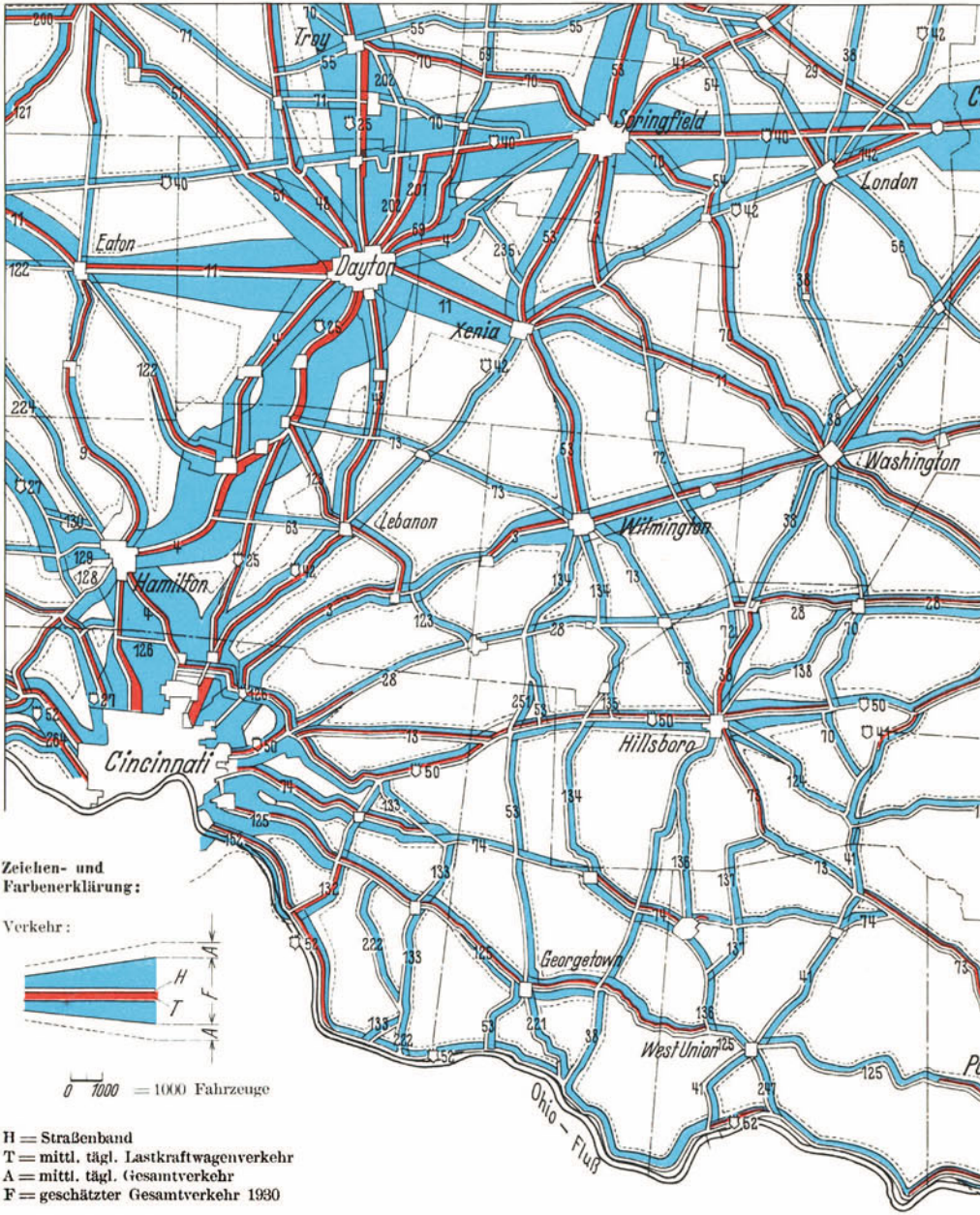
- American Association of State Highway Officials 18ff., 63.
—, Richtlinien für Entwurfsbearbeitung der 24, 61, 68, 72, 74, 77, 80, 81.
—, Richtlinien für Finanzierung der 25, 27, 28, 36.
—, Richtlinien für Specifications der 98.
—, Richtlinien für Verkehrszeichen der 90.
American Road Builders Association 19.
American Society for Testing Materials 98.
Anleihen 36ff.
Asphaltblockstraßen 96.
Asphalt (vgl. auch Cut-back Asphalt) 98, 135, 142, 156, 157.
—, Begriffserklärung 156.
—, Statistik über Gewinnung und Verarbeitung 175ff.
—, Untersuchung 157.
Asphaltbetonstraßen 187ff.
—, Anforderungen der Baustoffe 187, 188, 189.
—, Einteilung 187.
—, Kosten 192.
—, Querschnitt 190.
—, Verbreitung 187.
Asphaltemulsion 159.
Asphaltgestein, Decken aus zerkleinertem 198.
Asphalt Institute 20, 98.
Asphaltmakadamstraßen 178ff.
—, Querschnitt 179.
—, Verbreitung 179, 180.
Asphaltmischmakadam 186.
Asphalttränkmakadam 180ff.
—, Anforderungen der Baustoffe 181, 183.
—, Kosten 186.
A. S. T. M. 98.
Ausbaupläne 43, 57ff.
Ausgaben für Straßenbauzwecke 37ff.
Bagger 109.
Balkenglätter 115.
Bankette 84.
Baustoffe s. die einzelnen Deckenbauweisen.
—, Untersuchung der 24.
Bauvorschriften (vgl. auch American Association of State Highway Officials und Bureau of Public Roads) 24, 34, 98ff.
Beförderungskosten 61, 65, 66ff.
Beförderungswagen für Bitumen 162ff.
Beihilfen zum Straßenbau 33ff., 61.
— durch den Bund 1, 16, 17, 21, 33, 34ff., 42.
— durch die Staaten 33, 34ff., 42.
Besteuerung der Kraftfahrzeuge s. Kraftfahrzeuggebühren u. S. 33.
Betonstraßen 18, 57, 95, 96, 103, 204ff.
—, Baustoffe 209ff.
—, Baustofflagerung 214, 216.
—, Brennstoffverbrauch auf 66.
—, Eiseneinlagen 210, 227ff.
—, Erdbankette bei 84.
—, Fahrspurmarkierung auf 89.
—, Festigkeit 210.
—, Finisher 222, 225.
—, Förderwagen 217.
—, Fugen 229ff.
—, Fugenfüllmasse 230, 232.
—, Kosten 237.
—, Mischer 219ff.
—, Mischungsverhältnis 210.
—, Nachbehandlung 232.
—, Planum für 211.
—, Probekörper 233, 234.
—, Querschnitt 207, 208.
—, Randschienen 212.
—, Reifenverbrauch auf 66.
—, Setzprobe 210.
—, Verbreitung 204ff.
—, Vibrationsverfahren 235.

- Betonstraßen, Wassermementfaktor 210.
 Bezirksingenieure 21.
 Bindemittel, tonige 145.
 Bitumen, Begriffserklärung 156.
 —, Beförderungswagen für 162ff.
 —, Drucksprengwagen für 164ff.
 —, Gießkannen für 162.
 —, kaltflüssige 135.
 Bitumenbetonstraßen 96, 154.
 Bitumenmakadamstraßen, Wellenbildung auf 261.
 Bitumenmenge, Bestimmung der 147.
 Bitumenstraßen 18, 57, 95, 139, 155ff.
 —, Brennstoffverbrauch auf 66.
 —, Fahrspurmarkierung auf 89.
 —, Geräte für 160ff.
 —, Glätteisen für 161.
 —, Maschinen für 166ff.
 —, Mischanlagen 166ff.
 —, Oberflächenfertiger für 169ff.
 —, Ölbrenner für 171.
 —, Walzen für 170ff.
 —, Wärmeplatten für 172.
 Bitumentränkamakadamstraßen 96.
 Blockasphaltstraßen 197.
 Bodengruppen 101ff.
 Bodenuntersuchungen s. Untergrund.
 Böden, sandige 105.
 —, tonige 105.
 Bohrlänglätter 115.
 Brennstoffsteuer 27, 28ff.
 —, Erhebung der 28.
 —, Höhe der 28.
 —, Verwendung der 29, 40, 133.
 Brennstoffverbrauch 54, 55, 66.
 Bund, Notstandsmaßnahmen durch den 35, 36.
 Bundesbeihilfe s. Federal-aid.
 Bureau of Public Roads 1, 2, 18, 20ff., 25, 31, 32, 34, 36, 37, 40, 42, 43, 45, 51, 57, 85, 92, 98, 99, 101, 104, 109, 118, 136, 145, 148, 150.
 —, Richtlinien für Entwurfsbearbeitung des 24, 61, 75, 78, 79, 82, 86.
 Colprovia 198.
 Counties und Towns bzw. Townships 1, 8, 16, 20, 25, 26, 27, 34, 36, 38, 41.
 County- und Lokalstraßen (vgl. auch Nebenstraßen) 25, 26, 37, 38, 40, 41, 42, 46, 59, 88, 96.
 —, Aufgabe der 26.
 —, Netz der 41, 96, 133.
 County- und Lokalstraßen, Übernahme in die Verwaltung der Staaten 25, 39.
 Cumberlandweg 16.
 Cut-back Asphalt 135, 140ff., 144, 147, 150, 151, 158.
 Drucksprengwagen 137, 141, 150, 164ff.
 Durchlässe 84, 85ff.
 Einfriedigungen 84, 85ff.
 Einnahmen für Straßenbauzwecke 37ff.
 Eisenbahnen 2, 13, 14ff., 16, 95, 129.
 Emulsionen 135, 141, 142, 159.
 Entwicklung 16ff., 95, 129.
 Entwurfsbearbeitung, Richtlinien der (vgl. auch American Association of State Highway Officials und Bureau of Public Roads) 60ff.
 Erdarbeiten 106ff.
 —, Maschinen für 106ff.
 Erdstraßen 2, 18, 57, 58, 85, 95, 96, 97, 104, 105, 106ff., 121, 130, 136, 145.
 —, Brennstoffverbrauch auf 66.
 —, Maschinen für 105ff.
 —, verbesserte 104, 106, 136.
 Fahrbahnbreite 59, 72.
 —, Untersuchungen über die 50, 51.
 Fahrräder 17, 20, 60, 130.
 Fahrspur, Breite der 72.
 —, Markierung der 72, 84, 89.
 Fahrzeuggesetz 62ff.
 Federal-aid 17, 33, 34ff.
 — Gesetze 20, 34ff.
 — Straßen 21, 26, 44, 46, 57, 95, 98.
 — Straßennetz 34, 41, 42ff., 60, 97ff., 130, 132, 134.
 Finanzierung 25ff.
 Flußmittel 157.
 Förderschaukeln 109, 115.
 Forschungsarbeiten 20, 21, 22, 99.
 —, Mittel für 2, 35.
 Führerschein (vgl. auch Kraftfahrzeuge) 29, 62.
 Fußgänger 60, 85.
 Fußwege 85.
 Gasolinsteuer s. Brennstoffsteuer.
 Gefällwechsel 74, 80, 81ff.
 Gestein, Abnutzungsprüfung an 181.
 —, Schlagfestigkeitsprüfung an 181.

- Gestein, Witterungsbeständigkeitsprüfung an 181.
 Gießkannen für Bitumen 162.
 Glätteisen für Bitumendecken 161.
 Glätter 105, 115ff., 120, 121, 124, 125, 128, 135, 137, 138, 143, 144, 146, 149, 150, 153.
 Gräben 84, 85, 111ff., 119.
 Großpflaster 247.
 Güterverkehr, berufsmäßiger (Speditions-) — auf den Landstraßen 15, 50.
 — auf den Eisenbahnen 14.
 — auf den Landstraßen 15, 47, 50.
- Hauptstraßen (vgl. auch Staatsstraßen) 46, 58, 59, 60, 62, 63, 70, 76, 80.
 Highway Education Board 19.
 — Industries Association 20.
 — Research Board 19.
 Höhenplan, Einfluß auf Brennstoffverbrauch und Geschwindigkeit der Kraftfahrzeuge 70ff.
 —, Anpassung an die Geländegestaltung 70, 109.
 Holzpflasterstraßen 96, 248.
 Hoover Uniform Vehicle Code 62ff.
- Kaltasphalt s. Cut-back Asphalt.
 Kalziumchlorid 209.
 Kehrwalzen 139, 150.
 Kiesstraßen 2, 18, 58, 96, 104, 105, 106, 121, 122ff., 127, 132, 139, 144, 146, 150.
 —, Brennstoffverbrauch auf 66.
 Kleinpflaster 247.
 Kleinschlagstraßen 18, 57, 104, 105, 106, 126ff., 130, 132, 139, 146, 150.
 —, Reifenverbrauch auf 66.
 Klinkerstraßen 57, 96, 237ff.
 —, Baustoffprüfung 241.
 —, Brennstoffverbrauch auf 66.
 —, Fugenverguß 244.
 —, Kosten 246.
 —, Querschnitt 240.
 Kraftfahrzeuge (vgl. auch Lastkraftwagen, Personenkraftwagen usw.).
 —, Abmessungen 62.
 —, Bereifung 63, 64.
 —, Bestand 14, 15, 52, 53, 54, 55.
 —, Entwicklung 13, 14, 54.
 —, Geschwindigkeit 63.
 —, gewerbsmäßig betriebene 29.
- Kraftfahrzeuge, Gewichte 62.
 —, Gewichtsbeschränkung auf Straßen 63, 105.
 —, größter Achs- bzw. Raddruck 62.
 Kraftfahrzeuggebühren 27, 29 ff.
 —, Erhebung 30.
 — gewerbsmäßig betriebener Fahrzeuge 29, 31.
 —, Höhe 30, 31.
 —, Verwendung 31, 40, 133.
 Kraftfahrzeuggesetz s. Fahrzeuggesetz.
 Kraftfahrzeugregistrierung 29.
 Kraftfahrzeugsteuern (vgl. auch Kraftfahrzeuggebühren) 32.
 Krafräder 14, 60.
 Kreuzungen mit anderen Straßen 84, 91 ff.
 — mit Eisenbahnen 84, 91 ff.
 Krümmungshalbmesser, kleinster 69.
 Kurven, Absteckung von 69.
 —, Größe von 68, 69.
 —, Sichtweite in 80, 81.
 —, Übergang vom normalen in den überhöhten Querschnitt in 78ff., 97.
 —, Überhöhung in 74, 78, 97.
 —, Verbreiterung in 74, 77, 78.
 Kurvengrad 68.
- Landstraßennetz (vgl. auch County- u. Lokalstraßen, Federal-aid- und Staatsstraßen).
 —, Befestigung 18, 95ff.
 —, Gliederung 41ff., 96, 97.
 —, Länge 18, 41, 96, 67.
 Lastkraftwagen, Beheimatung 48, 49.
 —, Besteuerung 30ff.
 —, gewerbsmäßig betriebene 29.
 —, schwere 50, 105, 117.
 Linienführung 60, 65, 70ff.
 Lochsieb s. Siebe.
 Lokalbehörden s. Counties.
 Lokalstraßen s. County- und Lokalstraßen.
- Macasphalt 198.
 Maintainer 115.
 Maschensieb s. Siebe.
 Maschinenvermischungen 134, 154ff.
 Mischanlage für Bitumendecken 166, 168.
 —, fahrbare 155, 167, 174.
 —, halbfahrbare 168.
 —, ortsfeste 154, 168.

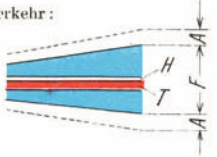
- Mischer für Bitumendecken 166, 173.
— für Zementbetondecken 219ff.
- National Conference of Commissioners on Uniform State Laws 62.
— Conference on Street and Highway Safety 62.
— Crushed Stone Association 132.
— Highway Users Conference 29, 32.
— Industrial Recovery-Gesetz 36.
— Pavement 198.
— Paving Brick Association 20.
Nebenanlagen 84ff.
- Nebenstraßen (vgl. auch County- und Lokalstraßen) 36, 41, 45, 63, 74, 80, 154.
—, Ausbau der 36, 133.
—, Netz 41, 96, 133.
- Normung der Bauvorschriften 98.
— für die Benennung der Baustoffe und Bauweisen 98.
— der Kornstufen für Schotter 131.
- Notstandsmaßnahmen s. Bund.
- Nummerierung s. U. S. Highways.
- Nummernschilder 84, 87ff.
- Oberflächenbehandlungen 57, 96, 99, 130, 132, 134, 135, 136ff., 149.
— mit Straßenöl 136.
- Oberflächenvermischungen 57, 96, 99, 126, 130, 132, 134, 135, 137, 139, 146ff.
- Öl s. Straßenöl.
- Office of Public Roads 17.
— of Road Inquiry 17.
- Omnibusse 47.
- Personenkraftwagen, Beheimatung 49.
—, Besetzung 50.
—, Besteuerung 30.
—, gewerbsmäßig betriebene 29.
- Personenverkehr auf den Eisenbahnen 14.
— auf den Landstraßen 15, 46.
- Pferdefuhrwerke 47, 60.
- Pflüge 120.
- Planer 115.
- Planiermaschine 105, 109ff., 115, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 127, 128, 137, 138, 149, 150, 151, 155.
- Portland Cement Association 20.
- Poststraßen 17.
- Querschnitt (vgl. auch die verschiedenen Befestigungen) 65, 77.
- Reform der Finanzierung 37ff.
— der Verwaltung 38ff.
- Registrierung s. Kraftfahrzeugregistrierung.
- Reibung zwischen Fahrzeug und Fahrbahn 74, 75.
—, Beiwerte der 76.
- Reifenverbrauch 66.
- Retread-Verfahren 146, 150ff.
- Sand 105, 106, 118ff.
- Sandasphaltstraßen 95, 96, 192ff.
—, Kosten 196.
—, Querschnitt 193.
—, Verbreitung 193.
- Sandasphaltbitumen geringerer Güte 197.
- Scheibenegge 120, 138, 149.
- Schotter 131ff.
—, Normung der Kornstufen für 131.
- Schotterstraße 2, 96, 104, 129ff.
—, behandelte 132, 136, 139.
- Siebe 131, 194.
- Silt 118ff., 122.
- Specifications 24, 98, 99.
- Staaten, Einfluß der — auf den Straßenbau 34.
- Staatsstraßen (vgl. auch Hauptstraßen) 15, 16, 23, 26, 27, 29, 32, 35, 37, 38, 41, 43, 45, 47, 58, 59, 60, 88, 95, 133.
—, Aufgabe der 26.
—, Benennung der 41.
—, Netz der 41, 72, 97, 130, 134.
- Steigung 70.
—, wirtschaftliche 65.
- Steinpflasterstraße 96, 247.
- Steinvorkommen 104, 129.
- Steuern für Straßenbauzwecke s. Brennstoffsteuer, Kraftfahrzeuggebühren und Vermögenssteuern.
- Straßen, einspurig hochwertig befestigte 74, 206.
—, dreispurige 72.
—, Klassifizierung der 43, 56ff.
—, Nummernschilder für 84, 87ff.
—, Untersuchung über die Leistungsfähigkeit von 51.
—, vierspurige 72.

- Straßenbauämter der Counties und
 Lokalbehörden 24, 61.
 — der Staaten 23, 42, 61, 104, 118.
 Straßenhobel s. Planiermaschine.
 Straßennetze 41.
 Straßenöl 136, 146, 147ff., 159.
 Straßenplanum, Herstellung 106ff.
- Tarmac** 199.
Tarvia 199.
Teer 98, 135, 140, 141, 142, 144, 145,
 146, 150, 151, 152, 158.
 —, Begriffserklärung 156.
 —, Gewinnung 157.
 —, Prüfung 158.
 —, Verwendung 199.
 Teerbetonstraßen 204.
 Teerdecken 199ff.
 Teermakadamstraßen 200ff.
 —, Anforderungen an Baustoffe 201,
 202.
 —, Mischverfahren 201.
 —, Tränkverfahren 200.
 Teerindustrie 145.
 Telford 130.
 Ton 105, 106, 118ff., 122, 127.
 Tonsandstraßen 2, 96, 104, 105, 106,
 117ff., 122, 126, 127, 144.
 Topsoil 106, 117ff.
 Topsoilstraßen s. Tonsandstraßen.
 Towns bzw. Townships s. Counties.
 Transportwagen 109.
 Trockentrommel, fahrbare 173.
- Unfälle 92ff.
 Untergrund 99ff.
 —, Untersuchungen über den 99ff., 104.
 —, Verbesserung 104.
 Unterhaltung s. die verschiedenen Be-
 festigungen.
 Unterhaltungsarbeiten, Organisation
 der 114.
 —, Maschinen für die 115.
 U.S. Highways 42.
 —, Numerierung der 87.
- Verkehr auf der Eisenbahn 14.
 — der Fußgänger 60, 85.
 —, mittlerer täglicher Gesamt- 42, 45,
 46, 58, 59.
 — der Krafträder 60.
- Verkehr der Lastkraftwagen 47, 56.
 — der schweren Lastkraftwagen 50, 56.
 — der Omnibusse 47, 58.
 — der Personenkraftwagen 46.
 — der Pferdefuhrwerke 47, 60.
 — der Radfahrer 60.
 —, Reiselänge auf den Eisenbahnen 15.
 —, Reiselänge auf den Landstraßen 15,
 49.
 —, Schätzung des künftigen Verkehrs 52.
 —, Schwankungen des Verkehrs 47.
 — Speditions-Lasten- 50.
 — auf den Wasserstraßen 14.
 —, Zusammensetzung des Verkehrs 40,
 49.
- Verkehrssteuern s. Brennstoffsteuern u.
 Kraftfahrzeuggebühren.
 Verkehrsuntersuchungen 43ff.
 Verkehrszählungen 40, 44ff.
 Verkehrszeichen 62, 84, 89, 90ff.
 Vermögenssteuern für Straßenbau-
 zwecke 27, 31ff.
 —, Höhe und Verwendung 32.
 Verschnittbitumen s. Cut-back Asphalt.
 Verteiler 123, 127, 132, 155.
 Verwaltung 20ff.
 Viskosität 159.
 Voshell-Formel 77.
- Walzen** 128, 132, 143, 151, 170ff.
Warrenite-Bitulithic 198.
Wellen, Bildung von 124ff., 135, 143,
 154.
 Wirtschaftskrise, Einfluß auf den Stra-
 ßenbau 35ff.
- Zahnegge** 120, 123.
 Zeitschriften (vgl. auch Literaturver-
 zeichnis) 19, 23.
Zement 209.
Zementschotterstraße 235ff.
Zollstraßen 16.
 Zuschüsse zum Straßenbau s. Beihilfen.
 Zwecksteuern auf den Verkehr (vgl.
 auch Brennstoffsteuer und Kraft-
 fahrzeuggebühren) 27ff., 40.
 —, Erhebung 26.
 —, Überspannung 37.
 —, Vergleich zwischen Deutschland und
 U.S.A. 32ff.
 —, Verteilung der Einnahmen 37.



Zeichen- und
Farbenerklärung:

Verkehr:



0 7000 = 1000 Fahrzeuge

- H = Straßenband
- T = mittl. tägl. Lastkraftwagenverkehr
- A = mittl. tägl. Gesamtverkehr
- F = geschätzter Gesamtverkehr 1930

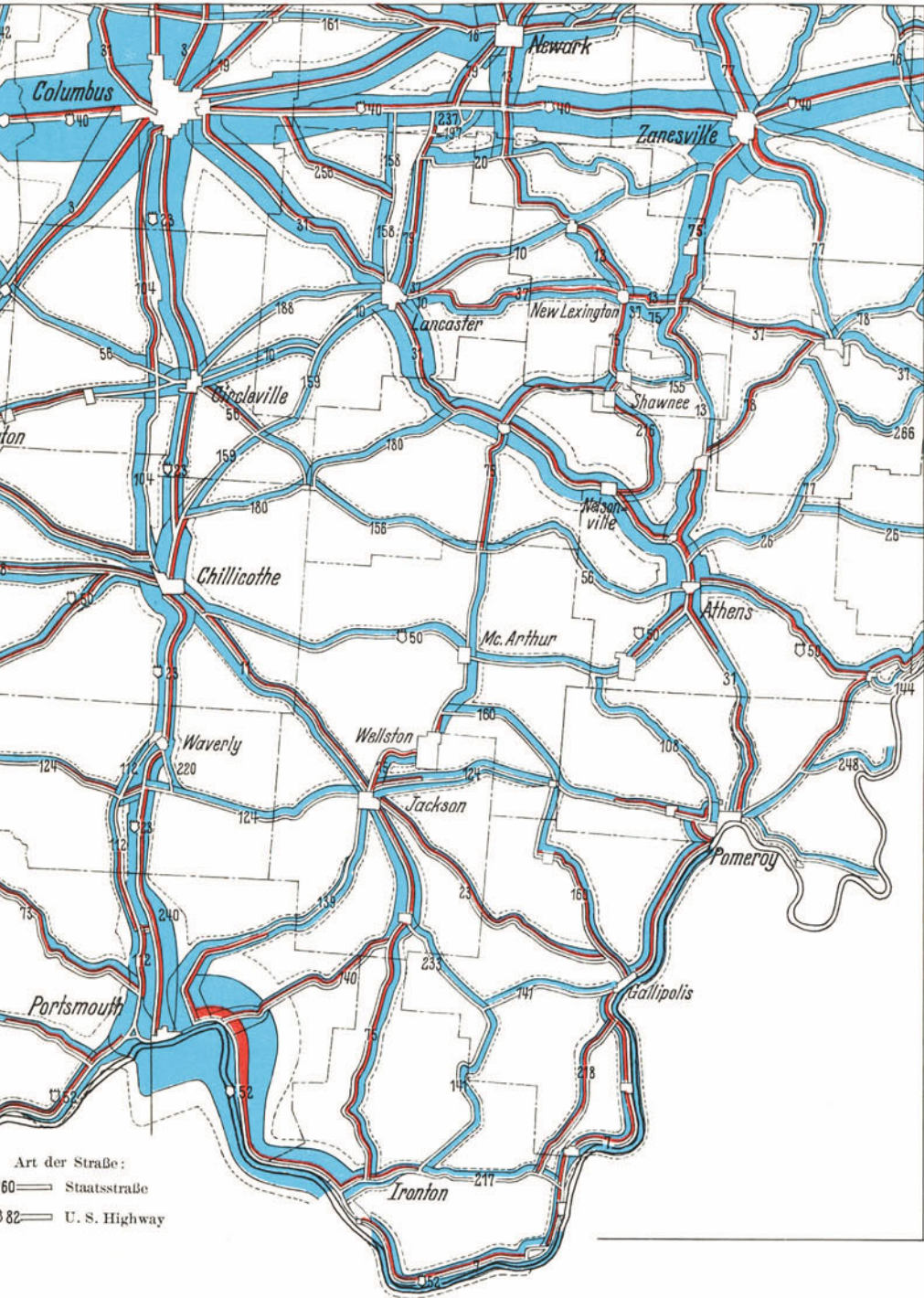
Der Verkehr über 500 Fahrzeuge ist maßstäblich mit dem Straßenband als Mittellinie aufgetragen. Der Verkehr von 250—500 Fahrzeuge ist als Verkehr von 375 Fahrzeugen, der Verkehr unter 250 Fahrzeuge als Verkehr von 125 Fahrzeugen, in beiden Fällen ausschließlich der Breite des Straßenbandes, nach einer Seite aufgetragen.

Der Lastkraftwagenverkehr über 100 Fahrzeuge ist maßstäblich aufgetragen. Der Lastkraftwagenverkehr von 30 bis 100 Fahrzeuge ist als Verkehr von 75 Fahrzeugen eingezeichnet. Lastkraftwagenverkehr unter 30 Fahrzeugen ist nicht eingetragen.

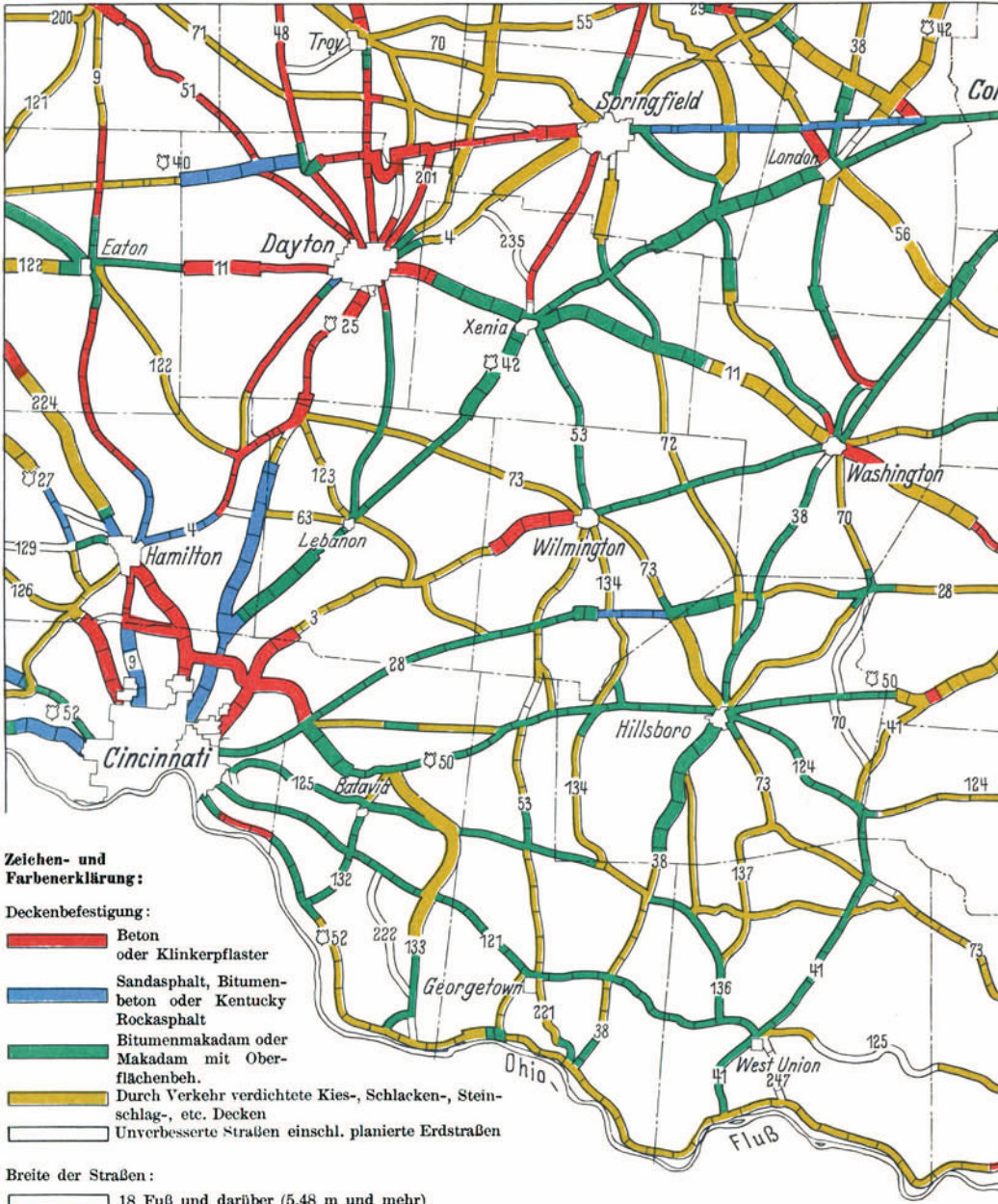
County-Grenze
Art
= 160
= 82

Knipping, Straßenbau.

Gesamtverkehr (nach der Fahrzeugzahl)
Ohio (Ausschnitt)



(Anzahl) auf dem Staatsstraßennetz von
 (Schnitt) [A 28].



**Zeichen- und
Farbenerklärung:**

Deckenbefestigung:

- Beton
oder Klinkerpflaster
- Sandasphalt, Bitumen-
beton oder Kentucky
Rockasphalt
- Bitumenmakadam oder
Makadam mit Ober-
flächenbeh.
- Durch Verkehr verdichtete Kies-, Schlacken-, Stein-
schlag-, etc. Decken
- Unverbesserte Straßen einschl. planierte Erdstraßen

Breite der Straßen:

- 18 Fuß und darüber (5,48 m und mehr)
- unter 18 Fuß (unter 5,48 m)

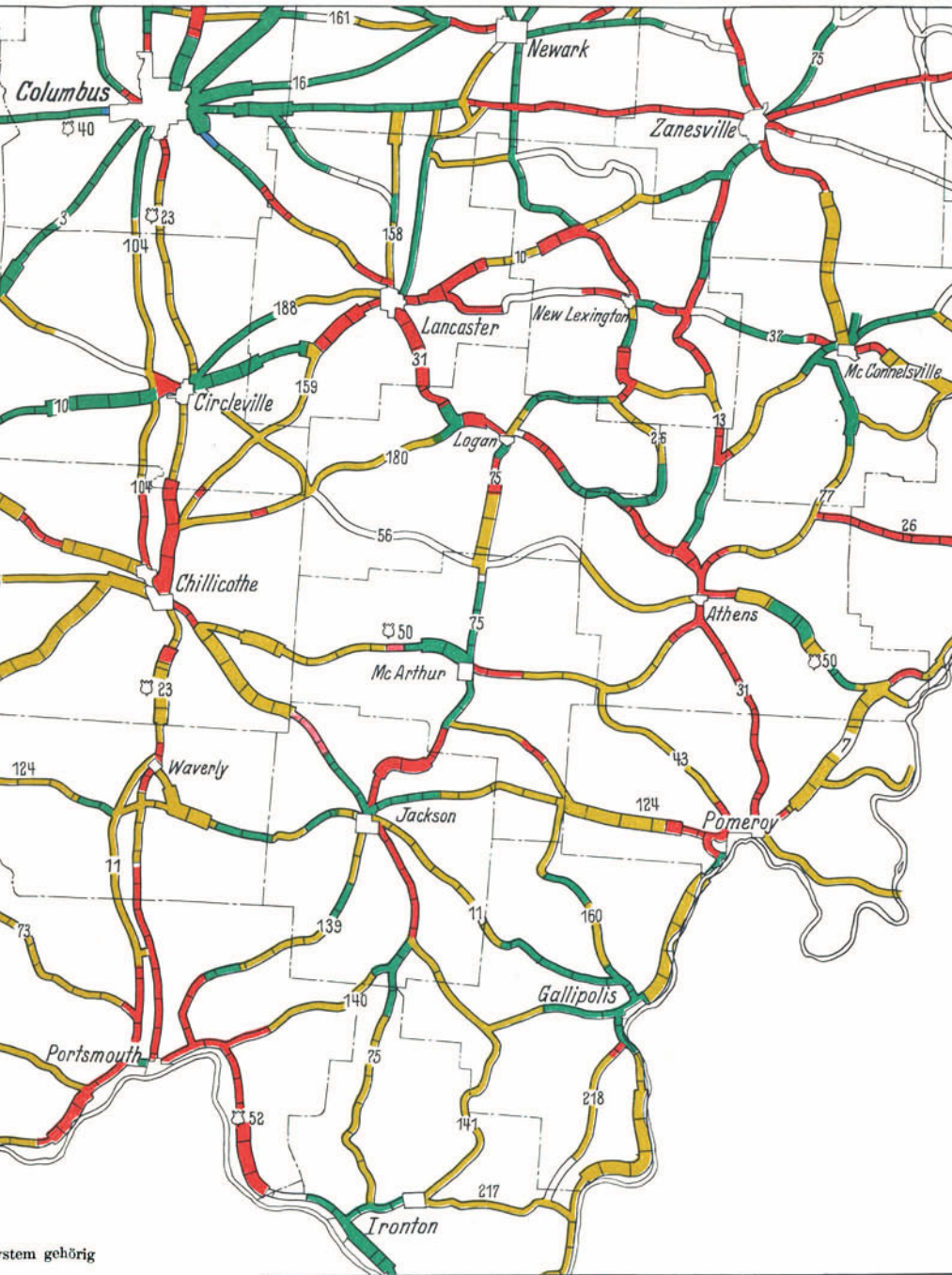
--- County-Grenze

Art der Straße:

- 160 Staatsstraße
- 124 Staatsstraße, zum Federal-aid System
- 62 U. S. Highway
- 50 U. S. Highway, zum Federal-aid System

**Zustand des Staatsstraßennetzes von C
(Ausschnitt)**

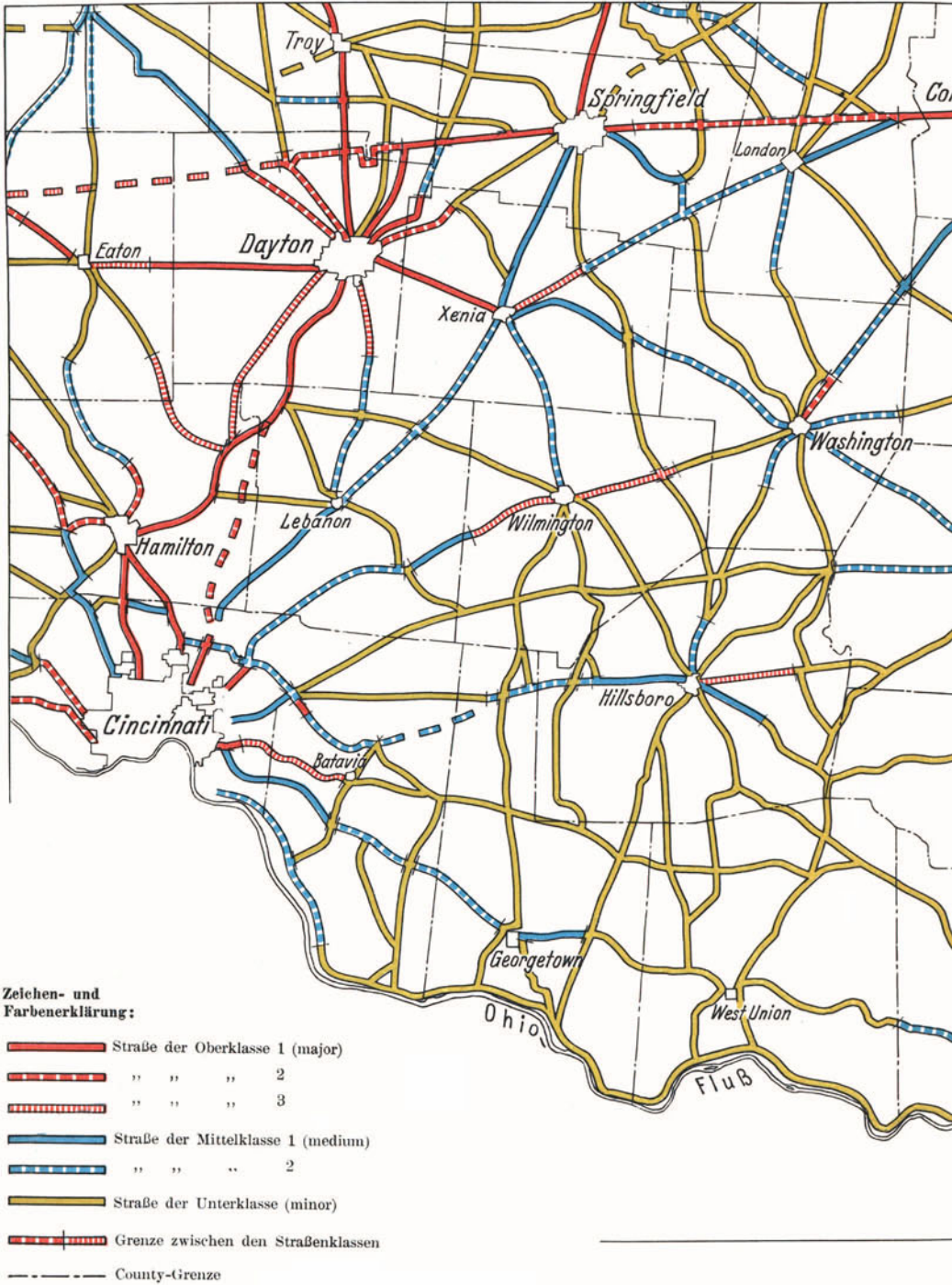
Knipping, Straßenbau.



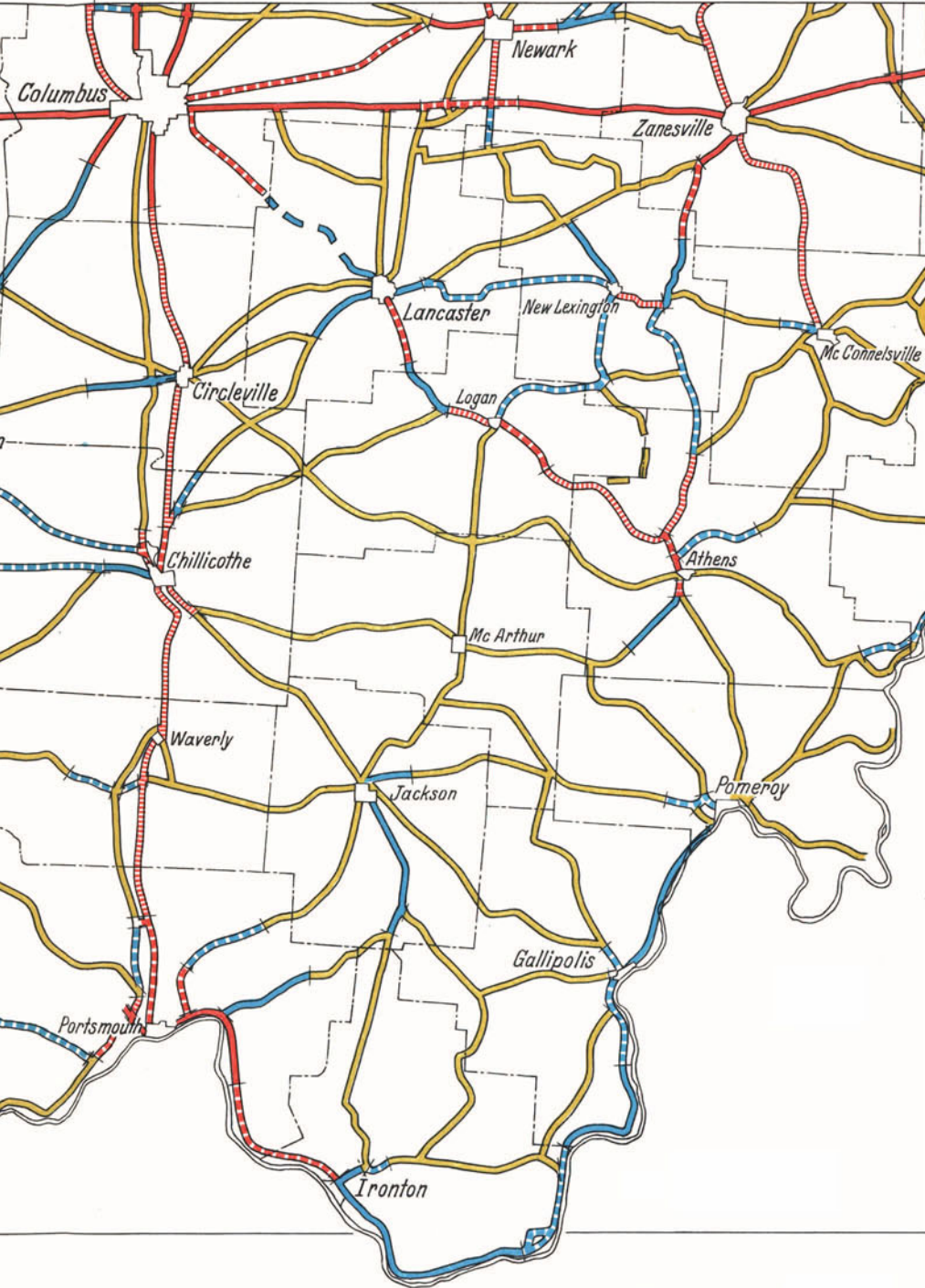
stem gehörig

System gehörig

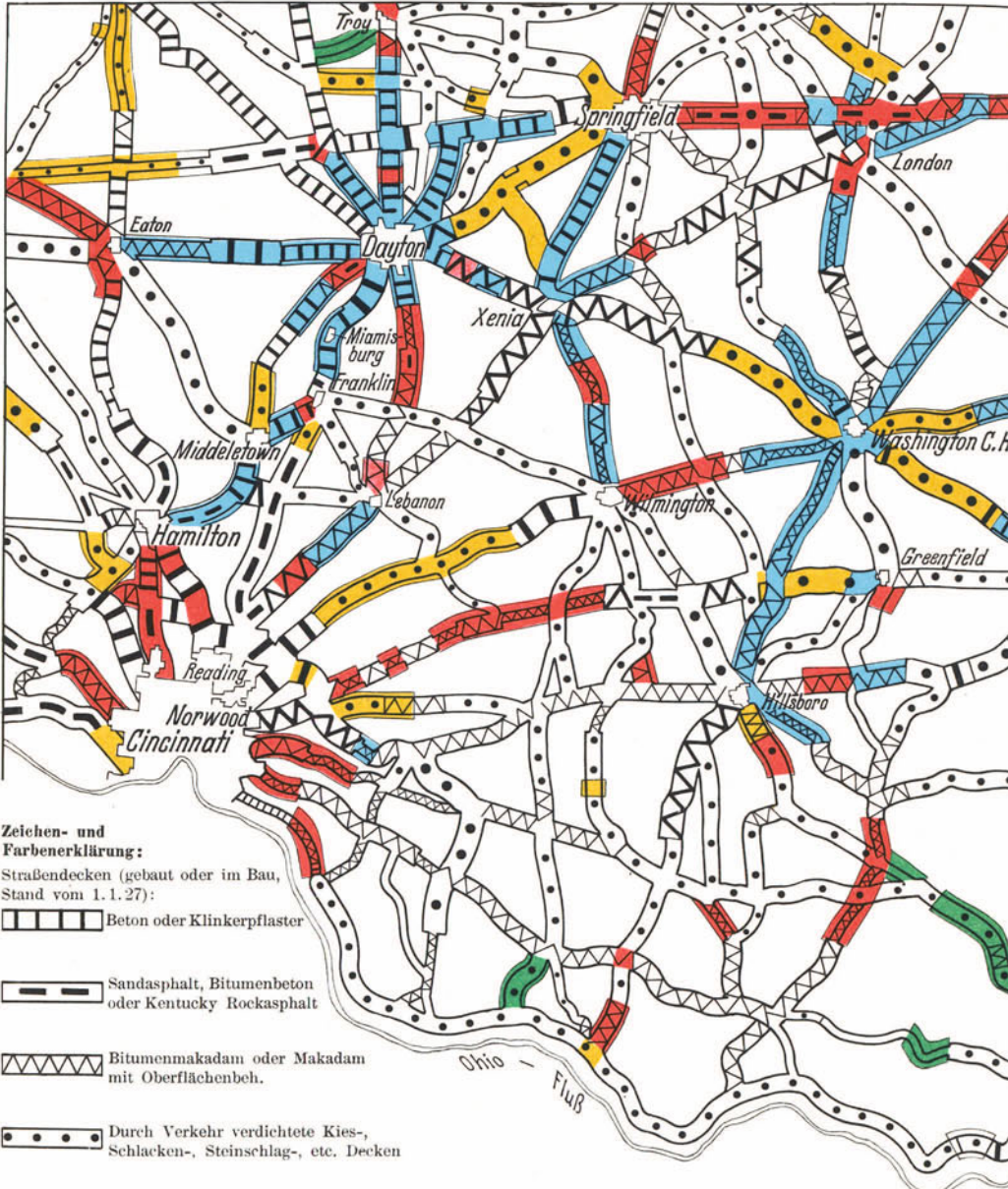
on Ohio nach Breite und Befestigung
t) [A 28].



Tafel III.



s von Ohio nach der Verkehrsbe-
schnitt) [A 28].



**Zeichen- und
Farbenerklärung:**

Straßendecken (gebaut oder im Bau,
Stand vom 1.1.27):

- Beton oder Klinkerpflaster
- Sandasphalt, Bitumenbeton
oder Kentucky Rockasphalt
- Bitumenmakadam oder Makadam
mit Oberflächenbeh.
- Durch Verkehr verdichtete Kies-,
Schlacken-, Steinschlag-, etc. Decken
- Unverbesserte Straßen einschl.
planierte Erdstraßen

Breite der Straßen (Stand vom 1.1.27.):

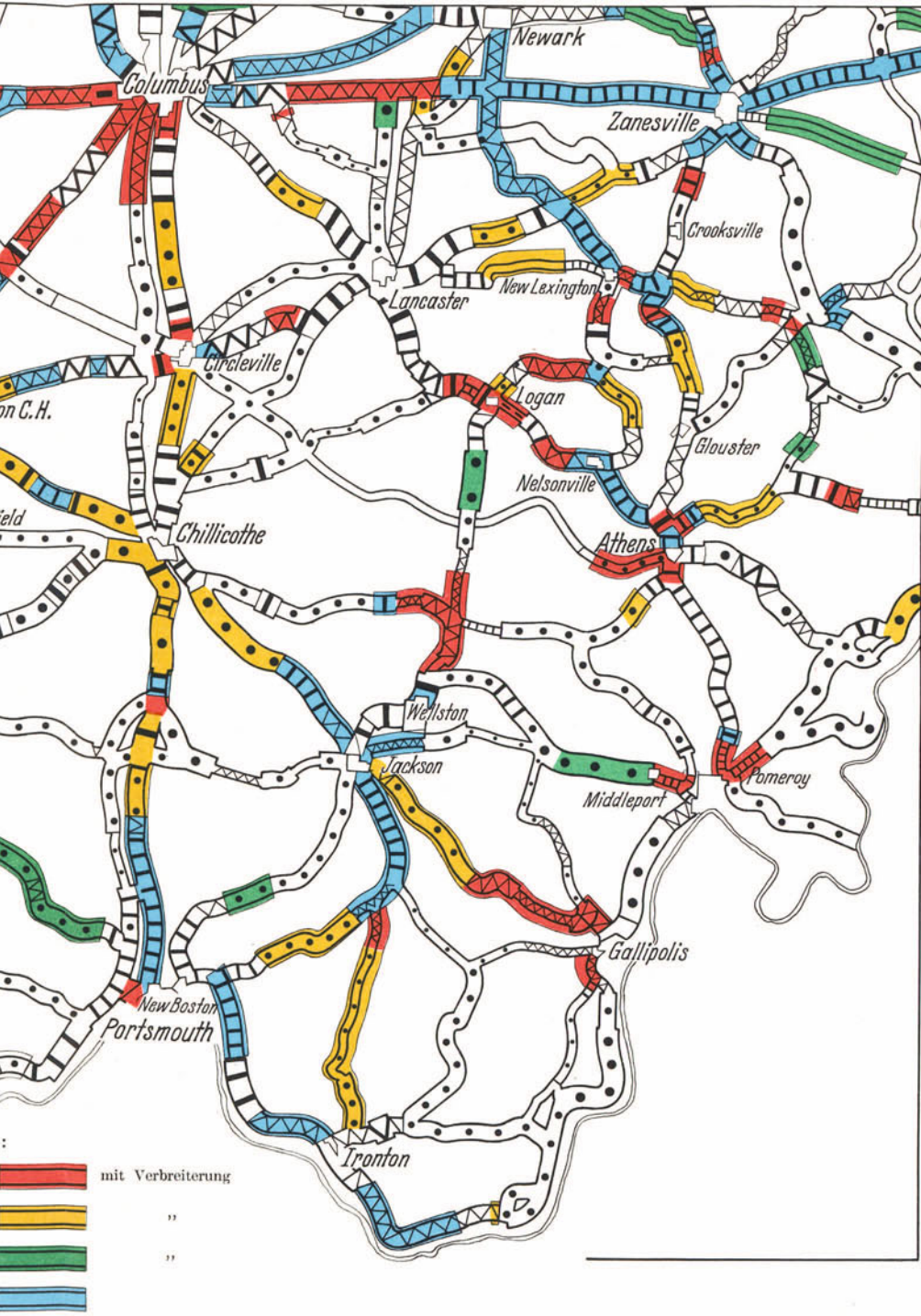
- Breite 18 Fuß und darüber
(5,48 m und mehr)
- Breite 16 bis 17 Fuß'
(4,88—5,18 m)
- Breite 15 Fuß und darunter
(4,57 m und weniger)

Arbeiten des Ausbauplanes:

- Wiederherstellung der Decke: ohne Verbreiterung,
- Neubau der Decke: " "
- Neubau der Decke
(durch Verkehr verdichtet): " "
- Verbreiterung der Straße:

Knipping, Straßenbau.

Ausbauprogramm des Staatsstraßennetzes
von 5 Jahren, ausgehend vom gegenwärtigen Stand.



netzes von Ohio für einen Zeitraum
 wärtigen Zustand (Ausschnitt) [A 28].

Die Grundlagen der Verkehrswirtschaft. Von Dr.-Ing. Carl Pirath, o. Professor an der Technischen Hochschule in Stuttgart. Mit 100 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln. VII, 263 Seiten. 1934.
RM 18.—; gebunden RM 19.50

Wer den Großteil der Pirathschen verkehrswissenschaftlichen Arbeiten kennt, nimmt dieses Werk mit nicht geringen Erwartungen zur Hand. Er wird sie indessen übertroffen sehen und erkennen: hier ist die Front der deutschen Verkehrswissenschaft ein gewaltiges Stück vorangetragen worden. Die Grundlagen der Verkehrswirtschaft, die hier dargestellt werden, sind zugleich eine Grundlegung der Verkehrswissenschaft, durch die diese Disziplin großenteils eine neue Basis erhält. Gewiß: dem Anhänger Piraths ist manches bekannt, aber er sieht es in den umfassenderen Rahmen gestellt, um vieles bereichert. Darüber hinaus gewinnt er eine Gesamtschau des Verkehrs von vielfach neuartiger Blickrichtung und von nach Weite und Tiefe überraschendem Umfang. — Inhaltlich besteht das Werk im wesentlichen aus vier Hauptteilen. Der erste entwickelt die Verkehrsbedürfnisse (nach Ursachen, Art, Umfang, Reichweite) und systematisiert die Verkehrsformen. Im zweiten wird das Weltbild des Verkehrs ausgedehnt, in räumlicher, technischer, verkehrlicher, personeller, finanzieller Hinsicht. Der dritte, umfangreichste Hauptteil behandelt die betriebs- und verkehrswirtschaftlichen Grundlagen der verschiedenen Verkehrsmittel, die Pirath in drei großen Kriterien, nämlich der Sicherheit, der Leistungsfähigkeit — hierunter fallen verschiedene Maßstäbe — und der Wirtschaftlichkeit — das Kosten- wie das Preisproblem umfassend — darstellt. Der letzte Hauptteil gilt der Synthese der verschiedenen Verkehrsmittel im Dienste der Volkswirtschaft. — Unter den zahlreichen Faktoren der persönlichen Leistung, die diesem Buch seinen hohen Rang verleihen, ist einmal die weltweite Erstreckung des souverän beherrschten Materials anzuführen. Es sind bisher noch von keiner Seite solch umfassende Erhebungen über Umfang und Struktur des Verkehrs der Welt, insbesondere Deutschlands und der Vereinigten Staaten, durchgeführt worden. Durch häufige Anwendung von Tabellen ist Übersicht und Einprägsamkeit gehoben. In gleichem Sinn und ausgezeichnet veranschaulichend wirken die zahlreichen graphischen Darstellungen und Kartenbeigaben — wobei es gestattet sei, auch die Leistung des Verlags, ein so hervorragend ausgestattetes Werk zu mäßigen Preisen herauszubringen, anzuerkennen . . .

„Zeitschrift für Verkehrswissenschaft“

Personenkraftwagen, Kraftomnibus und Lastkraftwagen in den Vereinigten Staaten von Amerika. Mit besonderer Berücksichtigung ihrer Beziehungen zu Eisenbahn und Landstraße. Von Diplom-Kaufmann Dr. rer. pol. Emil Merkert, Feuerbach-Stuttgart. Mit 51 Abbildungen im Text und auf 8 Tafeln. VIII, 356 Seiten. 1930.
RM 28.50; gebunden RM 29.50*

So lang und umständlich der Titel, so klar und wertvoll der Inhalt. Der vorliegende Band enthält eine bemerkenswerte vollständige Darstellung des Einflusses der amerikanischen Kraftfahrt auf die amerikanische Kultur und Volkswirtschaft, insbesondere auch auf den Eisenbahnverkehr. Die Darstellung erfolgt mit dem begrifflichen Werkzeug des Volkswirtes, ist vortrefflich klar und zugleich jeweils gut mit Tatsachen unterbaut. Obwohl Amerika anders ist, kann man von Amerika viel lernen, und die Darstellung des Nationalökonomien macht die Beurteilung für deutsche Verhältnisse leichter. Im einzelnen gliedert sich das Buch in 7 Kapitel, welche die Grundlagen der Kraftwagenentwicklung, die Ökonomik des Kraftwagenverkehrs, die wirtschaftlichen Wettbewerbsgrenzen des Kraftwagen- und Eisenbahnverkehrs, die Verwaltung des zwischenörtlichen Kraftwagenverkehrs, die Fahrbahn der Kraftfahrzeuge, die Finanzierung der Landstraßen und Beziehungen zwischen Kraftwagenverkehr und wirtschaftlichem, kulturellem und sozialem Leben zum Gegenstande haben. Ein Anhang bringt Ziffern und Tatsachen, ein Bilderanhang einige charakteristische Einzelheiten. Ein Sachverzeichnis erleichtert die Benutzung des Werkes . . . Für die Diskussion auf dem Gebiete Kraftwagen — Reichsbahn, in der ja die amerikanischen Verhältnisse regelmäßig herangezogen zu werden pflegen, liefert das vorliegende Buch von Merkert vortreffliche und belegte Angaben.

„Automobiltechnische Zeitschrift“

Der Lastkraftwagenverkehr seit dem Kriege, insbesondere sein Wettbewerb und seine Zusammenarbeit mit den Schienenbahnen. Von Diplom-Kaufmann Dr. rer. pol. Emil Merkert, Feuerbach-Stuttgart. Mit 2 Textabbildungen. VIII, 112 Seiten. 1926. RM 6.60*

Roter Imperialismus. Eine Studie über die Verkehrsprobleme der Sowjetunion. Von Georg Cleinow, Geh. Regierungsrat. Mit 25 Kartenskizzen und 76 Abbildungen. XVI, 224 Seiten. 1931. RM 14.—*

* Auf die Preise der vor dem 1. Juli 1931 erschienenen Bücher wird ein Nachlaß von 10% gewährt.

Verlag von Julius Springer / Berlin

Der neuzeitliche Straßenbau

Aufgaben und Technik

Von

Professor Dr.-Ing. E. Neumann, Stuttgart

Zweite, umgearbeitete und verbesserte Auflage. („Handbibliothek für Bauingenieure“, Teil II, Band 10)

Mit 274 Textabbildungen. XII, 474 Seiten. 1932

Gebunden RM 35.50

Aus seinem tiefgründigen Wissen und aus seiner praktischen Kenntnis des Straßenbaues heraus hat der Verfasser ein Werk geschaffen, das man ruhig als das Standardwerk des Straßenbaues und der Straßenbaumethoden bezeichnen kann. Das Werk ist gegenüber der ersten Auflage vollkommen umgearbeitet und berücksichtigt alle bis jetzt gemachten Fortschritte auf dem Gebiete der Teer- und Asphaltforschung, des Betonstraßenbaues und aller neuzeitlichen Straßenbaumethoden Deutschlands und des Auslandes, die Einwirkungen der verschiedenen Verkehrsmittel auf die Straße, auch enthält es die neuesten Vorschriften für die Prüfung der Straßenbaustoffe und den Aufbau der Straßendecken. Gut gewählte Abbildungen ergänzen und erläutern den Text.

„Deutsches Bauwesen“

Asphaltstraßen und Teerstraßen. (Bituminöse Straßenanlagen).

Von Direktor B. J. Kerkhof, Utrecht. Übersetzt von Direktor E. Ilse.

Dritte, erweiterte Auflage. Mit 10 Abbildungen auf Tafeln und 2 Kurvenbildern im Text. VII, 96 Seiten. 1929.

RM 7.50; gebunden RM 8.60 (abzögl. 10% Notnachlaß)

Es werden in 12 Kapiteln die Asphaltstraßen besprochen, und zwar die Unterbettung, Einfassung, Straßen-Querschnitte, Kurven, Gefälle, Stampfasphalt, Plattenasphalt, Gußasphalt, Asphalt-Tränkmakadam, Steinschlagasphalt, Asphaltbeton, Sandasphalt. Dann folgen Abschnitte über Teerstraßen, Emulsionen, Oberflächenbehandlungen und über die Unterhaltung von Asphaltwegen, und zum Schluß Angaben über die Prüfung und Zusammenstellung der bituminösen Materialien. Das Buch zeichnet sich dadurch aus, daß es in einer kurzen, aber außerordentlich prägnanten Darstellung alle Angaben macht, die der moderne Straßenbauer heute nötig hat. Es ist dem Verfasser hoch anzurechnen, daß er auf alle langwierigen Auseinandersetzungen verzichtet hat und sich auf reine Tatsachen beschränkt. . . Jeder, der Asphalt- und Teerstraßen baut, sollte sich das Buch anschaffen. Es ist ein unübertroffenes Nachschlagewerk und kann für diesen Zweck ziemlich als unentbehrlich bezeichnet werden.

„Asphalt- und Teerstraßenbautechnik“

Handbuch der neuen Straßenbauweisen mit Bitumen, Teer

und Portlandzement als Bindemittel. Von Oberbaurat a. D. W. Reiner,

Beratender Ingenieur. Mit 216 Textabbildungen. XII, 400 Seiten. 1929.

Gebunden RM 30.50 (abzögl. 10% Notnachlaß)

Das Werk gibt einleitend einen Überblick über den Kraftwagenverkehr, das Landstraßennetz, besondere Autostraßen, die Planung, sowie die Gründung und den Ausbau der Straßen. Anschließend hat Verfasser es unternommen, zwei große, für alle behandelten Bauweisen des Straßenbaues gültigen Konstruktionsgrundsätze — nämlich das Makadamprinzip und das Betonprinzip — aufzustellen, um dadurch zur klaren Erfassung, Kennzeichnung und Unterscheidung der einzelnen Bauweisen beizutragen und eine systematische Anordnung auf breiter Grundlage zu ermöglichen. . . Die überzeugende Darstellungsweise ermöglicht dem Fachmann schnelle Beurteilung der Wirkungsweise jeglicher neuartigen Straßenbefestigung und ihrer Bewährung. Es folgen Angaben über die Prüfung der Baustoffe, die Feststellung der statischen und dynamischen Einwirkungen der Fahrzeuge mit Angabe der bekannten Versuchsstraßen. Der zweite Teil behandelt die neuen Asphaltstraßen-Bauweisen; der dritte Teil die neuen Betonstraßen-Bauweisen, und der vierte Teil, der letzte, die neuen Teerstraßen-Bauweisen. Bei allen ist ihre Eignung zur Mechanisierung des Bauvorganges hervorgehoben; es sind die bezüglichen Straßenbaumaschinen, insbesondere Trocknungs-, Entstaubungs- und Mischanlagen, Steinbrecher, Bitumenkocher, Straßenwalzen, Straßenfertiger, Straßenschneidmaschinen und Maschinen für die Oberflächenbehandlung zur Verteilung von Asphalt und Teer in heißer und kalter Form eingehend beschrieben. Das Werk bringt eine überreiche Fülle wissenschaftlichen und praktischen Materials. Für den Fachmann ein lückenloses Nachschlagewerk und für den Studierenden ein vollkommenes Lehrbuch. Die Anschaffung kann wärmstens empfohlen werden.

„Zentralblatt der Bauverwaltung“

Druckfehlerberichtigung.

Seite 48, Anm. 1 lies richtig: (city) statt (citie).

Seite 134, Anm. 2 lies richtig: Also für die Zeit vom 1. I. 1932 zum 1. I. 1933.