

Marc Niggemann

Angewandter Straßenbau

Straßenfertiger im Einsatz

PRAXIS



Springer Vieweg

Angewandter Straßenbau

Marc Niggemann

Angewandter Straßenbau

Straßenfertiger im Einsatz

Dipl.Ing. Marc Niggemann
Hameln, Deutschland

ISBN 978-3-8348-2476-9
DOI 10.1007/978-3-8348-2477-6

ISBN 978-3-8348-2477-6 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Vieweg+Teubner Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden 2012

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Lektorat: Ralf Harms | Annette Prenzer
Einbandentwurf: KünkelLopka GmbH, Heidelberg

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.
www.springer-vieweg.de

Vorwort

Die im Straßenbau eingesetzten Maschinen sind hoch komplexe technische Geräte, die zu erstaunlichen Leistungen fähig sind. Trotz steigender Automatisierung ist der Straßenbau ein sehr aufwendiges und arbeitsintensives Unterfangen. Je besser die technischen Prozesse aller Beteiligten verstanden werden, umso effektiver kann ein Straßenbauprojekt durchgeführt werden, bei gleichzeitiger Verbesserung der Qualität.

In diesem Buch wird die Thematik des praktischen Straßenbaus behandelt. Dabei wird die Lücke zwischen den Büchern, welche sich mit der konstruktiven Seite von Straßenbauwerken beschäftigen, und den Leitfäden zum richtigen Straßenbau geschlossen. Es wird anhand von beispielhaften Baustellen erklärt, wie Straßen praktisch erstellt werden. Der Schwerpunkt dieses Buches wurde dabei auf den Umgang mit Straßenfertigern gelegt.

Dieses Buch richtet sich an diejenigen, die mit der Planung von Bauprojekten, der Durchführung der Bauarbeiten sowie der Wartung und Reparatur der Maschinen zu tun haben. Dem interessierten Leser wird ein spannender Einblick in die praktische Umsetzung des Straßenbaus gewährt. Für Planer und Anwender ist es wichtig, die tatsächlichen Fähigkeiten der eingesetzten Maschinen zu kennen, um diese wirtschaftlich einsetzen zu können.

Ein historischer Rückblick auf den Straßenbau des letzten und vorherigen Jahrhunderts schult das Verständnis für Bauwerke, welche wir nach wie vor benutzen.

Die erwünschte lange Haltbarkeit einer Straße setzt voraus, dass diese richtig und fachgerecht erstellt wurde. Dass dies nicht immer der Fall ist, lässt sich an vielen Beispielen auf den Straßen zeigen. Dieses Buch soll dazu beitragen, dass durch gute Kenntnis der technischen Möglichkeiten stets das bestmögliche Einbauergebnis erreicht wird. Dabei wird auch auf ungewöhnliche Situationen, wie beispielsweise ein Ausfallen des Straßenfertigers oder überraschende Wetterkapriolen während des Einbaus, eingegangen.

Eine Bitte des Autors

Für Hinweise und Anregungen bin ich stets dankbar. Sie sind eine unverzichtbare Voraussetzung und Hilfe für die Verbesserung dieses Buches.

Ein Wort des Dankes...

... an alle, die mich bei diesem Buchprojekt unterstützt haben. Mein besonderer Dank geht zunächst an Andreas W. Fröhlich, dessen Meinung mir stets sehr wichtig ist. Als Nächstes

möchte ich mich bei André Tosch bedanken, der bereitwillig seine jahrzehntelange Erfahrung im Straßenbau mit mir teilte und dadurch erst dieses Buchprojekt ermöglichte. Frank Dörrie, Hartwig Lex und Kilian Nötzold möchte ich für die sehr mühsame Korrekturarbeit danken und für die vielen hilfreichen Gedanken, die sie mit mir teilten. Ein besonderer Dank geht an Cornelia Kappel für ihre endlose Geduld mit mir, während ich an diesem Projekt gearbeitet habe. Außerdem danke ich meinem Arbeitgeber der ABG Allgemeine Baumaschinen-Gesellschaft mbH (Volvo CE) dafür, dass er mich bei diesem herstellerneutralen Buch unterstützt hat.

Ich möchte mich auch bei meinem Kollegen Florian Geske bedanken, der mit seinen witzigen Cartoons das Buch ungemein bereichert hat.

Ein Dank geht an die folgenden Unternehmen, die mich mit Bildmaterial unterstützt haben: Volvo Construction Equipment, Nölle IUT GmbH, Nadler Straßentechnik GmbH, PEBA GmbH, TU Darmstadt - Fachgebiet Straßenwesen, Dornburger Zement GmbH & Co. KG., KUTTER Spezialstraßenbau GmbH & Co. KG. und Powermoon Germany.

Hameln, April 2012

Marc Niggemann

Inhalt

1	Geschichte des Straßenbaus	1
1.1	Meilensteine	4
1.2	Internationaler Straßenbau	11
1.2.1	Nordamerika	11
1.2.2	Entwicklungs- und Schwellenländern am Beispiel von Indien	13
2	Konstruktive Grundlagen des Straßenbaus	17
2.1	Schichtaufbau einer Straße	18
2.2	Einbau in zwei Phasen	19
2.3	Bauklassen	20
2.4	Der Straßenfertiger	20
2.5	Auswahl der Bohle	23
2.5.1	Technisches Prinzip der schwimmenden Bohle	23
2.5.2	Vario-Bohlen	25
2.5.3	Starre Bohle	27
2.5.4	Heizungssysteme	28
2.5.5	Elektroheizung	30
2.5.6	Verdichtungseinheiten	32
3	Einsatzplanung für die Baustelle	35
3.1	Baustellenkipper und Einbaugeschwindigkeit	36
3.1.1	Wie hoch ist die Einbaumenge pro Stunde?	36
3.1.2	Wie viele Kipper werden benötigt?	37
4	Erstellung einer Landstraße (Tragschicht)	43
4.1	Leistungsbeschreibung	44
4.2	Absteckung und Einmessung der Straße	44
4.3	Nivellierung	45
4.3.1	Selbstnivellierung	45
4.4	Unmittelbare Baustellenvorbereitung	46
4.4.1	Vorheizen	46

VIII	Inhalt
4.4.2	Aufheizen von Gasbohlen 47
4.5	Anfahren 48
4.6	Entmischung 50
4.7	Mischgutübergabe und Qualitätskontrolle 52
4.8	Einbaugeschwindigkeit und Maschinenleistung 54
4.8.1	Wie hoch ist die Einbauleistung pro Stunde? 54
4.9	Einstellung des Stampfers 55
4.10	Einstellung der Vibration 57
4.11	Aktive Nivellierung am Draht 57
4.12	Aufgabe der Mannschaft 59
4.13	Tagesabschluss 62
4.14	Wartung der Maschinen am Ende des Tages 62
4.14.1	Reinigen 64
5	Überarbeitung einer Landstraße (Binderschicht) 67
5.1	Planung der Baustelle 68
5.1.1	Einbaurichtung 68
5.1.2	Erstellung einer Baustellenskizze 70
5.2	Übernahme der Baustelle 71
5.2.1	Schichtverbund 71
5.2.2	Erstellen und Behandlung der Längsnaht 74
5.3	Nivellieren zu einer Referenzfläche 77
5.3.1	Neigungssensor 81
5.4	Höhenanpassung der Ausfahrteile 83
5.5	Kontrolle der Verdichtung 84
5.5.1	Marshall-Dichte 85
5.5.2	Messung mit der Strahlensonde 85
5.5.3	Kapazitives Dichtemessverfahren 86
5.6	Grenzwerte und Anforderungen an Verdichtung und Ebenheit 88
5.7	Der Regen kommt 89
6	Autobahnbaustelle (Binderschicht) 91
6.1	Verlängern der Bohle 92
6.1.1	Synchronisation der Verdichtungsaggregate 93
6.1.2	Schnecken und Schneckenkanalverlängerung 94
6.1.3	Trimmen der Bohle 98
6.2	Nivellieren mit einem Schleppbalken 98
6.2.1	Roadscanner 101

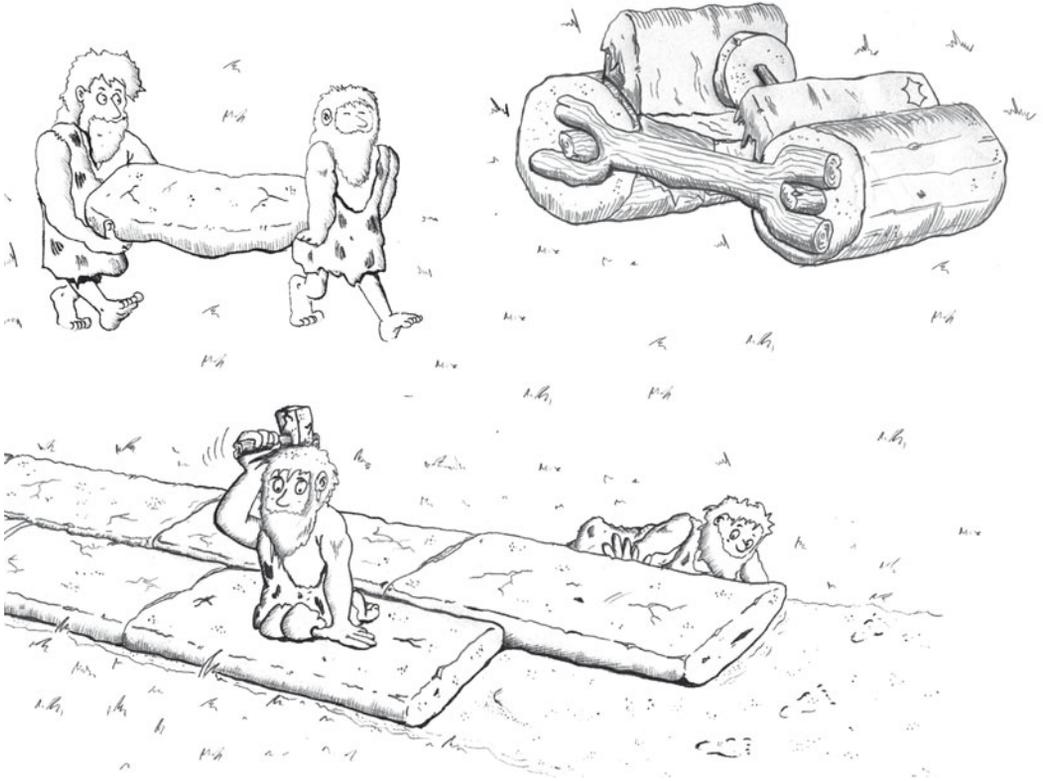
Inhalt	IX
6.2.2	Big-Ski 101
6.3	Materialversorgung mit einem Beschicker 102
6.4	Abböschungen 103
6.5	Ausfall der elektronischen Steuerung 106
7	In der Stadt (Deckschicht) 109
7.1	Nähte und Anschlüsse 113
7.1.1	Anschlüsse 113
7.1.2	Schmelzbänder 114
7.2	Handeinbau 116
7.2.1	Kanaldeckel in der Straße 116
7.2.2	Kontrolle vom Förderband 117
8	Der Feldweg (Tragdeckschicht) 119
8.1	Dachprofil 121
8.2	Hydraulische Bohlenbe- und -entlastung 122
8.3	Einsatz der Seitenbegrenzung 124
8.4	Power Tunnel 125
8.5	Anschluss an bestehende Fahrbahn 126
9	Autobahnbaustelle (Offenporiger Asphalt) 127
9.1	Offenporige Asphaltdeckschichten (OPA) 128
9.1.1	Wirtschaftlichkeit 129
9.1.2	Abdichtung und Schichtverbund (SAMI) 129
9.1.3	Anforderungen an die Verdichtung 130
9.1.4	Heiß-an-Heiß-Einbau 130
9.2	Setzmaß 132
9.3	Griffigkeit 135
9.3.1	Abstreusplitt 136
9.4	Geklebte Fahrbahnmarkierungen 138
10	Herbstbaustelle (Decke) 141
10.1	Niedrigtemperaturasphalte (NTA) 142
10.2	Schnecke und Vorverdichtung 143
10.2.1	Materialvorlage und Vorverdichtung 143
10.3	Baustelle im Spätherbst (Heiß-auf-Warm) 145
11	Nachtbaustelle 147
11.1	Straßenschilder 148

X	Inhalt
11.2	Warnkleidung 149
11.3	Beleuchtung der Baustelle 149
11.3.1	Balloon Lights 151
12	Kompakteinbau 153
12.1	Bau kompakter Asphaltbefestigungen 154
13	Betriebsfläche in PCC 159
13.1	Baustelle im PCC-Verfahren 160
13.1.1	Bohleneinstellung und Vorbereitungen 161
13.1.2	Nivellierung mit dem Rotationslaser 161
13.1.3	Nachbehandlung und Abschluss 162
14	Sonderanwendungen 165
14.1	Damm- und Deichbau 166
14.1.1	Dosierschieber 167
14.2	Spurwege 169
14.3	Gleisschottereinbau 170
14.4	Teststrecken 171
14.5	Sportplätze 172
15	Sonderdecken 175
15.1	Halbstarre Deckschichten (HD) 176
15.2	Wasserdurchlässiger Asphalt (WDA) 177
15.3	Dünnen Asphaltdeckschichten in Heißbauweise (DSH) 178
15.4	Rückformen 179
15.5	Farbasphalt 180
15.5.1	Farbliche Anpassung bei Aufgrabungen und Instandsetzung 182
15.6	Walzbeton 182
15.7	Dünne Asphaltdeckschichten in Kaltbauweise (DSK) 183
16	Umwelt und Gesundheit 185
16.1	Gesundheitsrisiken im Straßenbau 186
16.1.1	Asphalt 186
16.1.2	Dieselmotoren 186
16.1.3	Hydraulikflüssigkeit 186
16.1.4	Kühlflüssigkeit 187
16.1.5	Schmierfett 187
16.1.6	Trennmittel 187

Inhalt		XI
17	Qualitätsprüfung	189
17.1	Übersicht Qualitätsprüfung	190
17.2	Bohrkernuntersuchung	192
17.2.1	Bestimmung der Raumdichte	192
17.2.2	Bestimmung der Rohdichte	192
17.2.3	Extraktion des Bindemittels	192
17.2.4	Nadelpenetration	193
17.2.5	Ermittlung der Korngrößenverteilung	194
17.2.6	Erweichungspunkt Ring und Kugel (EP RuK)	194
18	Einbaufehler	195
18.1	Einbaufehler	196
18.1.1	Unebenheit/Anfahr buckel	196
18.1.2	Lange Wellen	197
18.1.3	Kurze Wellen	197
18.1.4	Oberflächenstrukturfehler	198
18.1.5	Entmischungen	199
18.1.6	Abdrücke	199
18.2	Verjähungsfristen	200
18.2.1	Ebenheit	201
18.2.2	Griffigkeit	201
19	Regelwerke und Normen	203
19.1	Allgemeine Technische Vertragsbedingungen	204
19.2	Arbeitsanleitungen	204
19.3	DIN und ISO	204
19.4	DIN EN	205
19.5	Empfehlungen	206
19.6	Gesetze	206
19.7	Grundsätze	207
19.8	Handbücher	207
19.9	Hinweise	207
19.10	Leitfäden	208
19.11	Merkblätter	208
19.12	Richtlinien	209
19.13	Technische Lieferbedingungen	209
19.14	Technische Prüfvorschriften	210
19.15	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV)	210

XII		Inhalt
20	Glossar	213
21	Anhang	221
21.1	Hersteller	222
21.2	Asphaltmischgutarten	224
21.3	Komponentenbezeichnungen	224
	Literaturverzeichnis	233
	Sachverzeichnis	237

1 Geschichte des Straßenbaus



Der systematische Bau von Straßen in Europa geht auf das römische Reich zurück. Hier wurde aus militärischen Gründen ein europaweites Straßennetz aufgebaut. Mit dem Zerfall des Römischen Reiches im fünften Jahrhundert n. Chr. verfiel aufgrund mangelnder Wartung auch das überregionale Straßennetz. Die Wegeführungen überdauerten jedoch teilweise bis heute. Im Mittelalter (ca. ab 500 n. Chr.) ist das Wissen des Straßenbaus verloren gegangen. Europa war ohne das Römische Reich in viele Länder zerteilt und der überregionale Straßenbau verlor an Bedeutung. Die Handelswege waren meist unbefestigte Wege. Die Landesherrn hatten „von guten Straßen nur wenig Nutzen, um so mehr aber von Schlechten. Verdienten doch die Bauern an der Stellung von Vorspannpferden, die Schmiede und Stellmacher an der Wiederherstellung der zerbrochenen Wagen und die Wirte an der Beherbergung der Reisenden dieser Wagen. So waren alle Voraussetzungen gegeben für einen möglichst schlechten Zustand der Straßen“ [6]. Mitte des 18. Jahrhunderts, als die politische Lage in den deutschen Ländern stabiler wurde als in den Jahrhunderten zuvor, erlangte der Straßenbau erneut an Bedeutung. Die Landesherrn erließen Vorschriften zum Bau von Straßen. Es setzte sich zunächst Holz als Baustoff durch. Im Gegensatz zu Stein war Holz günstig und reichlich vorhanden. 1767 wurde im Herzogtum Schlesien und in der Grafschaft Glatz jegliches Holz im Straßenbau verboten [6]. Die schon 1737 in der schwäbischen Kreisordnung erstmalig eingeführte Packlage in den Straßenbau verbreitet sich zusehens. Dabei werden Steine als Packlage gesetzt und der Rand mit Tiefbordsteinen eingefasst. „Die Packlageschicht wurde sorgfältig mit kleineren Steinen ausgezwickt und mit starken Stößeln abgerammt. Darüber kam eine 6 Zoll (16 cm) starke Schicht kleinerer Steine und als Abschluß darauf eine Kiesschicht...“ [6] Diese Bauweise setzte sich schnell in den verschiedenen deutschen Landesteilen durch.

Erst mit der Gründung der französischen *École Nationale des Ponts et Chaussées* (Nationale Schule für Brücken und Straßen) 1760 wurde in Europa der Straßenbau wieder systematisch weiterentwickelt.

Ein zeitweiser Stillstand in der Entwicklung des Straßenbaus setzte mit dem massiven Ausbau des Eisenbahn-Schienennetzes in der Mitte des 19. Jahrhundert ein. Die Eisenbahn konnte Menschen und Güter um ein Vielfaches schneller transportieren, als es in jener Zeit auf den Straßen möglich gewesen wäre. Straßen für den Überlandverkehr verloren bis zur Verbreitung des Automobils ab den 1920er Jahren vorübergehend an Bedeutung. Mit dem schottischen Straßenbauer John Loudon MacAdam wurde ab 1825 die Konstruktion der Straßen in Großbritannien weiterentwickelt. MacAdam setzte auf einen dreischichtigen Schotteraufbau (zwei Lagen handgebrochener Schotter mit einer Lage Splitt als Deckschicht). Dieser setzte sich jedoch nicht aufgrund seiner Langlebigkeit, sondern vielmehr aufgrund der günstigen Herstellung durch [6]. Thomas Telford (1757–1834) baute zeitgleich in Großbritannien Straßen in der stabileren Packlage, wie es fast 100 Jahre vorher schon in Deutschland eingeführt wurde. Gegenüber der Bauweise von MacAdam sparte die aufwendigere Bauweise merklich Instandhaltungskosten (vgl. [6]).

Mit Napoleon III.¹ wurden erstmalig seit der Römerzeit Fernstraßen in Frankreich gebaut. Diese dienten in erster Linie militärischen Zwecken und verliefen schnurgrade.

Im späten 19. Jahrhundert und Anfang des 20. Jahrhunderts wurden in den Vereinigten Staa-

¹französischer Kaiser 1852–1870

ten die ersten Straßenbaumaschinen entwickelt, mit denen wir die heute bekannten Asphaltstraßen bauen. Der Straßenaufbau hat sich zum heutigen Prinzip kaum verändert, indem mehrere Schichten von gebrochenen Steinen mit einem Bindemittel zusammen gehalten werden. Als Bindemittel wurde überwiegend Teer eingesetzt, welches heute noch zu dem im Volksmund verbreiteten Begriff der Teermaschinen führte. Noch in den 1950er Jahren werden „Schotterstraßen“ für weniger befahrene Straßen als günstige Alternative zu Teer- bzw. Asphaltstraßen gesehen (vgl. [4]). Ab 1984 wurde in Deutschland Teer im Straßenbau wegen seiner toxischen Eigenschaft verboten und durch Bitumen ersetzt.

Die ersten Konzepte für einen Straßenfertiger (kurz: Fertiger), so wie wir ihn heute kennen, wurden 1886 von der Barber Asphalt Paving Company zum Patent angemeldet. Die Barber-Greene-Fertiger wurden durch Lkw beschickt und bauten den Asphalt mit einer Bohle ein. Das Einbaumaterial wurde durch die Maschinen gleichmäßig über die Straßenbreite verteilt und mithilfe der Bohle glatt gezogen.

Erst mit dem Ablauf der von Barber-Greene gehaltenen Patente auf die wichtige Bohlenteknik konnten ab 1955 auch andere Firmen die so genannte schwimmenden Bohlen auf den Markt bringen (vgl. [7]). Die Entwicklung der schwimmenden Bohle war die wichtigste Entwicklung im 20. Jahrhundert für den Straßenfertiger. Bei dieser Technik wird hinter dem Fertiger eine Glättbohle (kurz: Bohle) hergezogen, die den Asphalt verdichtet und glättet. Dabei wird diese lediglich gezogen und nicht in der Höhe geführt. Daraus ergibt sich, dass die eingebaute Lage eine bessere Ebenheit aufweist als die Unterlage.

Die Betondeckenfertiger unterscheiden sich maßgeblich zum Straßenfertiger mit schwimmender Bohle und werden in diesem Buch nur am Rande Erwähnung finden.

Ein wichtiger Entwicklungsschritt war zunächst die elektrisch beheizte Bohle, die in den 1950er Jahren von der Vögele AG entwickelt wurde. Die elektrische Heizung ermöglichte eine gute und gleichmäßige Beheizung der Stampfer und der Bodenplatten. Mitte der 1980er Jahre wurden die voll ausziehbaren Bohlen entwickelt. Die Grundarbeitsbreite konnte nun hydraulisch bis auf die doppelte Grundarbeitsbreite vergrößert werden. Die jeweiligen Führungssysteme wurden von verschiedenen Firmen patentiert. 1981 wurde die Pressleiste als zusätzliches Verdichtungselement von der Vögele AG entwickelt. Bis dahin wurden Bohlen mit Stampfer und Vibrationseinheiten ausgestattet. Die Doppelstampferbohle (ABG, heute Volvo CE) wurde ebenfalls Anfang der 1980er Jahre auf den Markt gebracht. Sie bildet den letzten wichtigen Schritt in der Entwicklung der Hochverdichtungsbohlen. In den 1990er Jahren wurden verstärkt Fortschritte in der Digitalisierung und im Bereich der elektronischen Steuerung und Regelung gemacht. ABG hat als erstes Unternehmen die Straßenfertiger mit einem voll elektronischen Steuerpult ausgerüstet. Ziel der Zukunft wird es sein, weiter zu automatisieren, die Bedienung zu vereinfachen und die Maschinen in die Baustellenkommunikation einzubinden.

1.1 Meilensteine

3200 v. Chr. Erste Berichte über Verwendung von Asphalt als Baumaterial in Mesopotamien (Gebiet des heutigen Irak und Nordost-Syrien). Zunächst wurde Asphalt als Mörtelersatz für die Errichtung von Mauern verwendet (nach Cassius Dio, römischer Geschichtsschreiber) (vgl. [10]).

3000 v. Chr. Verwendung von Naturasphalt in Mesopotamien als Bodenbelag in Badezimmern, Regenrinnenauskleidungen und Auskleidung von Abwasserkanälen mit Bitumenblöcken (vgl. [10]).

2300 v. Chr. Hofbefestigungen aus Asphalt in Indien (vgl. [10]).

800–500 v. Chr. Einsatz von Bitumen als Bindemittel für Brücken über den Euphrat (vgl. [10]).

1610 Erste englische Postkutsche transportiert Postsendungen sowie Fahrgäste (vgl. [1]).

Um 1660 Erste deutsche Postkutsche verkehrt zwischen Leipzig und Hamburg (vgl. [2]).

1721 Auf Grundlage der kartografischen Arbeiten des Pfarrers Adam Friedrich Zürner werden in Sachsen Postmeilensäulen zur genauen Entfernungsangabe entlang der Straßen gesetzt (vgl. [3]).

1737 In der schwäbischen Kreisordnung wird erstmals die Packlage in den Straßenbau eingeführt. Dies ist 30 Jahre früher als durch den Franzosen Pierre Marie Trésaguet (1716–1794) beschrieben, der jahrzehntelang als Erfinder galt [6].

1760 Gründung der französischen École Nationale des Ponts et Chaussées (Nationale Schule für Brücken und Straßen)

1769 James Watt verbessert die Newcomen'sche Dampfmaschine erheblich im Wirkungsgrad. Die Verbesserungen ermöglichen zudem den Einsatz von Schwungrädern.

18. und 19. Jahrhundert Aus unbefestigten Erdbahnen des Mittelalters wird die Schotterstraße. Die künstliche Verdichtung und der Unterbau werden erstmalig erwähnt. Landstraßen und Straßen in Städten werden gepflastert.

Erfindung des Bürgersteiges (Trottoir) [5].

ab 1800 Napoléon Bonaparte ließ aus militärischen Gründen Nationalstraßen bauen.

1815 Der schottische Ingenieur John Loudon McAdam (1756–1836) entwickelte 1815 einen revolutionären und einfachen Straßenbelag. Dieser wird heute noch als „Makadam“ bezeichnet. Im Wesentlichen ging es dabei um eine ausreichende Entwässerung der Straßen sowie den eigentlichen Aufbau aus verschiedenen Schichten. Die erste Straße, die er nach seinen Ideen bauen ließ, war eine Verbindung von der Straße zwischen Alloway und Maybole zu seinem Anwesen.

Die Packlage (eine Unterbauschicht aus hochkant gestellten „Pflastersteinen“, deren Spitzen man abschlug und mit Schotter überdeckte, wurde bis in die 50er Jahre des letzten Jahrhunderts angewandt [12].

1822 Die erste Straße in Makadambauweise wurde zwischen Hagerstown und Boonsboro im Bundesstaat Maryland der Vereinigten Staaten verlegt.



Abb. 1.1 Der Bau einer großen Straße: Vernet, Claude-Joseph; *La construction d'un „grand chemin“*, 1774, Musée du Louvre

1832/38 Beginn des Teerstraßenbaus in Großbritannien. Asphalt wurde erstmals 1835 in Paris als Bürgersteigbelag auf den Pariser Brücken Pont Royal und Pont du Caroussel aufgetragen [5]. In Deutschland wurde 1838 mit dem Jungfernstieg in Hamburg die erste Straße asphaltiert. Im Jahre 1851 wurde ein 78 m langes Stück der Fernstraße von Travers nach Paris mit einem Asphaltbelag versehen. Nur 20 Jahre später war Paris fast vollständig asphaltiert, kurz darauf auch andere europäische Großstädte (vgl. [13]).

1837 Die Eisenbahnstrecke Leipzig – Althen wird eröffnet. In den folgenden 15 Jahren wurde systematisch die Grundlage für das heutige Streckennetz geschaffen.

Die Entwicklung der Eisenbahn führte zu einem vorübergehenden Stillstand in der Entwicklung des Straßenbaus.

„1837 goss man den Gussasphalt in eiserne Formen und streute seine Oberfläche mit verschiedenfarbigem Steinsplitt ab. Diese dadurch gewonnenen Blöcke wurden zu einer Art Mosaikpflaster in Paris auf der Place de la Concorde verwendet.“[6]

1842 Mit der Absicht, eine Alternative zum zähen Asphaltmastix zu erfinden, wurde 1842 in Innsbruck der Gussasphalt für den Straßenbau entwickelt und wenig später auch erfolgreich eingesetzt [14].

1854 Auf der Straße Rue Bergère in Paris wird erstmalig Stampfasphalt eingesetzt (vgl. [5]).



Abb. 1.2 Bau einer Makadamstraße: Rakeman, Carl: Construction of a macadam road at the time of John Loudon McAdam, 1823, Federal government of the United States

Vier Jahre später hat sich der Stampfasphalt durchgesetzt und wird bald in ganz Europa eingesetzt.

1859 Die erste Bohrung nach Erdöl wird von Colonel Drake durchgeführt.

1870/71 Smedt erfand den Walzasphalt, indem er in den USA mit einer Mischung von Sand, Kalksteinpulver und dem in Amerika vorkommenden Naturasphalt experimentierte [6].

1877 Der moderne Straßenaufbau mit mehreren ungebundenen und gebundenen Schichten beginnt.

1885 Das Kleinpflaster wird von F. Gravenhorst entwickelt [5].

1888 In Breslau (Polen) wird die erste Beton-Straße gebaut (vgl. [12]).

1893 Es werden mobile Asphaltmischer für den Baustelleneinsatz entwickelt.

1897 P. Jantzen erfand eine Einbaumaschine, die als erster Fertiger gilt (vgl. [5]).

1900 Unter dem Namen Paving Tool wird der Stampfer für den Asphaltbau zum Patent angemeldet (siehe Abb. 1.5). Diese schienengebundene Konstruktion mit einer Dampfma-

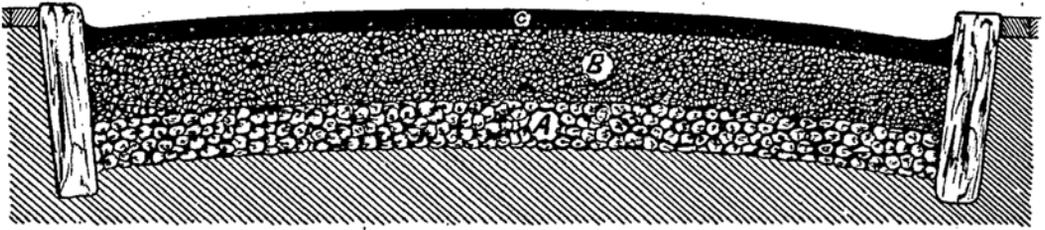


Abb. 1.3 Straßenaufbau aus US-Patent von 1877: Lee, Archibald K.: IMPROVEMENT IN CONCRETE PAVEMENTS, 1877, Patent number: 188645, United States Patent and Trademark Office

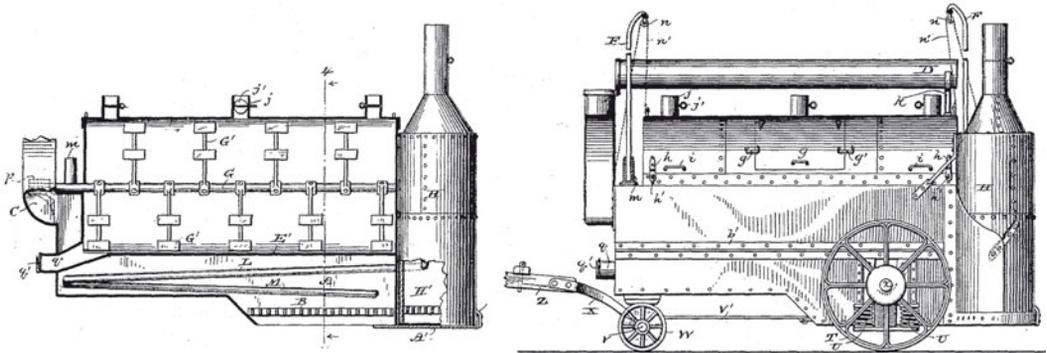


Abb. 1.4 Asphaltmischer aus US-Patent von 1893: Winding, George: ASPHALT-MIXING MACHINE, 1893, Patent number: 490218; United States Patent and Trademark Office

schine dürfte nicht nur nach heutigen Gesichtspunkten aufwendig im Aufbau und mäßig in der Effizienz gewesen sein.

Anfang des 20. Jahrhunderts Auf die ab Anfang des 19. Jahrhunderts gebauten sandgeschlammten Makadam-Schotterlagen wurden warme Teere aufgespritzt, durch die eine Staubbildung verhindert werden sollte. Durch die zunehmende Motorisierung der Fahrzeuge steigt die Fahrgeschwindigkeit. Damit steigt jedoch auch die Belastung durch Staubwolken, welche zunehmend problematischer werden.

1908 Der Long Island Motor Parkway (LIMP) war die erste Straße, die für ausschließliche Benutzung durch Automobile erstellt wurde [15].

1911 Edward N. Hines (1870–1938), Mitglied der Straßenkommission des Wayne County in Michigan, gilt als Erfinder der Fahrbahnmarkierung. Er schlug 1911 vor, auf der River Road nahe Trenton (USA), eine Mittellinie zur Fahrbahntrennung anzubringen.

1913 Es wurde erstmals die aus den USA stammende Walzasphaltbauweise in Europa angewandt.

ab 1920 Konzipierung des deutschen Autobahnnetzes und Umsetzung in der Zeit des Nationalsozialismus. Die Autobahnen wurden überwiegend in Betonbauweise gebaut [5].

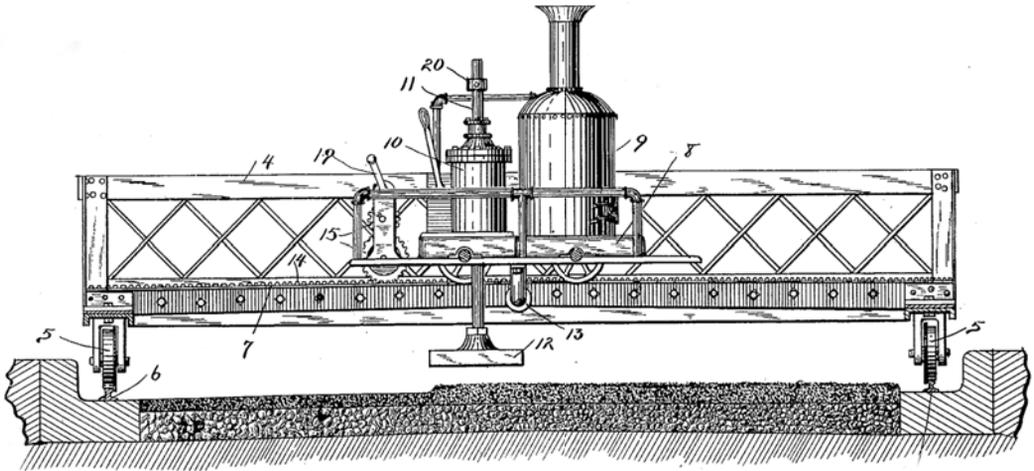


Abb. 1.5 Urstampfer aus US-Patent von 1900: Hetherington, Fredrick A.: PAVING-TOOL, 1900, Patent number: 659867; United States Patent and Trademark Office

ab 1925 Hartgussasphalt konnte auch bei sommerlichen Temperaturen als Straßenbelag eingesetzt werden. Zuvor war er nur als Bürgersteigbelag brauchbar.

1930er Jahre Die ersten Barber-Greene-Fertiger werden in den USA gebaut und eingesetzt. Diese bestehen aus einer Zugmaschine und einer Bohle mit Stampfer. Mit diesem Konzept, in Verbindung mit der schwimmenden Bohle, dominierten die Barber-Greene Fertiger bis zum Auslauf der Patente 1955 den Markt.

1929 Die Firma Vögele bringt einen Schlepp-Verteiler auf den Markt. Das Gerät ist noch nicht selbstfahrend und wird vom beschickenden Lkw gezogen.

1938 In Europa wird durch die Firma Vögele der erste selbstfahrende Fertiger vorgestellt.

nach 1945 Es wird die vollständige bituminöse Befestigung mit maschineller Aufbereitung und maschinellm Einbau von Gussasphalt zum technischen Standard [5].

ab 1950 Die Barber-Greene-Fertiger erhalten aufgrund der auslaufenden Patente Konkurrenz auf dem Markt. Die Firma Vögele entwickelt ihren ersten Schwarzdeckenfertiger, der weitgehend mit modernen Elementen wie Materialkübel, Förderband und Schnecke ausgestattet ist. Dieser Straßenfertiger verfügt als erster über einen Aufnahmebehälter für das Einbaugut sowie Kratzerbänder, die das Mischgut zum Schneckenraum transportieren.

Offenporiger Asphalt (abgekürzt OPA) ist ein Asphaltbeton, der aufgrund seiner Eigenschaften auch als Drainageasphalt oder Flüsterasphalt bekannt ist. Entwickelt wurde er in den 1950er Jahren ursprünglich, um auf großen befestigten Flächen (Flugfeldern) anfallendes Regenwasser möglichst schnell abzuführen. In Deutschland findet er heutzutage hauptsächlich im Zuge einer Lärmschutzmaßnahme Anwendung im Straßenbau.

1955 Das Patent der schwimmenden Einbaubohle läuft ab. Die Firma ABG stellt ihren ersten Straßenfertiger mit gasbeheizter und schwimmender Bohle vor. Ein Jahr später wird

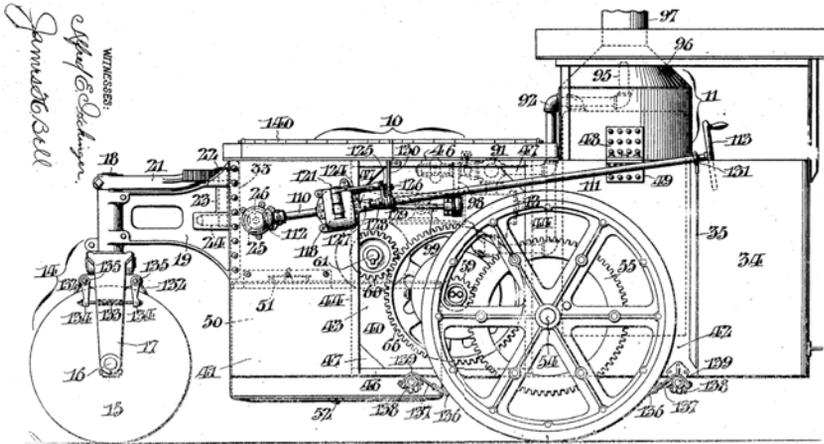


Abb. 1.6 Walze aus US-Patent von 1925 der Barber Asphalt Company: Browne, Frank A.: HROAD ENGINE, 1925, Patent number: 1531250, United States Patent and Trademark Office

von Vögele die erste Bohle dieser Bauart mit elektrischer Beheizung auf den Markt gebracht.

1956 Asphaltdeckenfertiger mit „schwimmender Einbaubohle“ und elektrischer Glättblechheizung werden von der Firma Vögele auf den Markt gebracht. Auf der „schwimmenden Einbaubohle“ basiert die Technologie des modernen Asphaltdeckenbaus.

1958 Erste Vibrationswalze von Hamm.

1965 Erster Radfertiger von Vögele.

1968 Der Splittmastix Asphalt wird unter der Bezeichnung „Kieler Mischgut“ erstmalig in Deutschland eingesetzt. 1984 werden SMA-Beläge in die Norm aufgenommen. [9]

1971 Das Warmfräsen wird als erste effektive Methode entwickelt, um eine Schicht der Straßendecke abzutragen. Dabei muss die Oberfläche der Straße noch erwärmt werden.

Ende der 1970er Jahren wird das Kaltfräsen entwickelt. Die eingesetzten Hartmetall-Meißel werden aus der Bergbautechnik übernommen. Das Warmfräsen wird aufgrund der hohen Energiekosten und der nachteiligen Rauchentwicklungen durch die neue Technik fast vollständig abgelöst. Neben Asphalt können auch Betondecken abgetragen werden.

1973 Während der ersten Ölkrise steigt, aufgrund der Drosselung der Ölförderung um etwa fünf Prozent, der Preis für ein Barrel von drei auf fünf US-Dollar.

1976 ABG bringt die vollständig ausfahrbaren Einbaubohlen auf den Markt. Die Grundarbeitsbreite kann jetzt genau verdoppelt werden.

1979 Zweite Ölkrise

1981 Vögele meldet die Pressleiste zum Patent an. Durch einen nach der Bohle geschalteten Stampfer wird das Einbaumaterial weiter verdichtet.

1983 Von ABG wird der Doppelstampfer entwickelt und patentiert. Durch einen zusätzli-

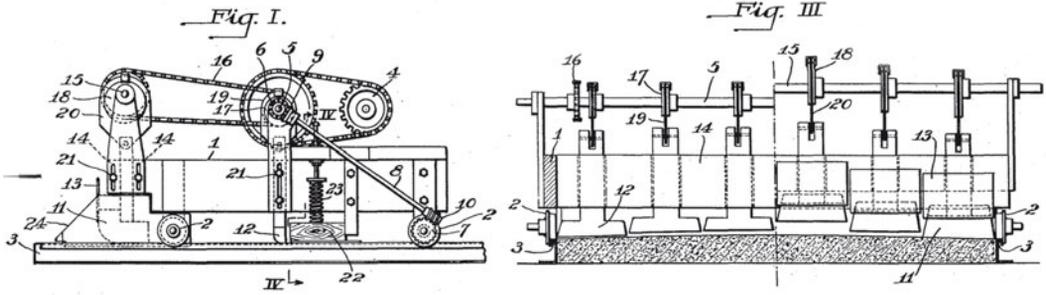


Abb. 1.7 Einbaumaschine von Blaw-Knox aus US-Patent von 1932: Venable, William M.: METHOD OF AND MACHINERY FOR FORMING PAVEMENTS, 1932, Patent number: 1887341, United States Patent and Trademark Office

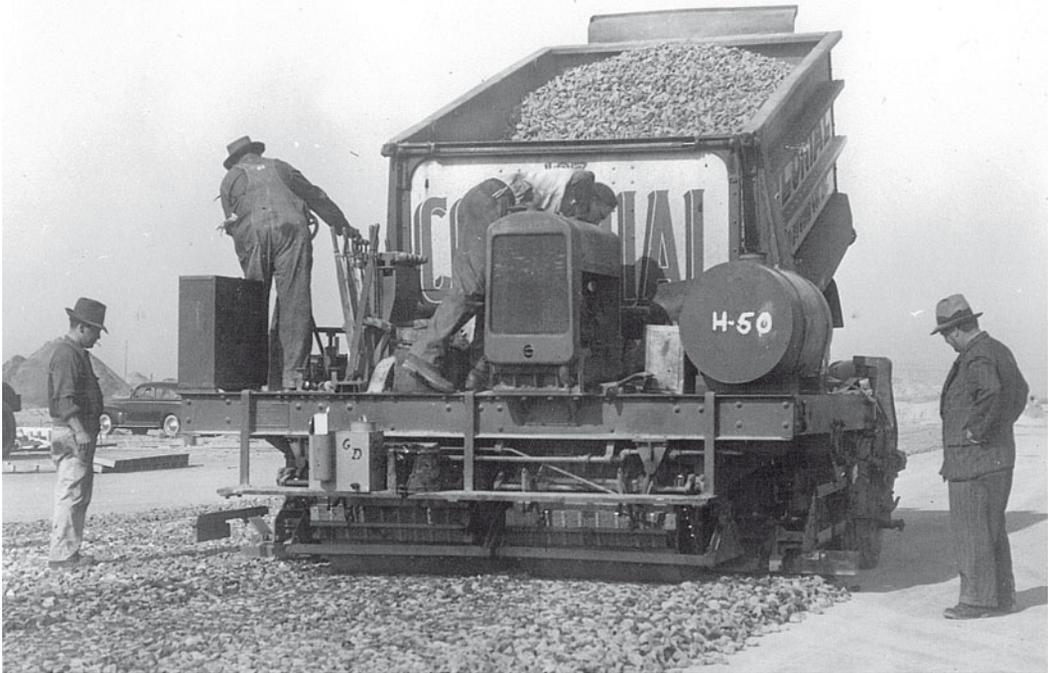


Abb. 1.8 Früher Straßenfertiger im Schottereinbau: Volvo Road Machinery Inc.; Shippensburg, PA, USA

chen Stampfer vor der Bohle wird das Einbaumaterial besser vorverdichtet.

1983 Oszillationstechnologie in einer Tandemwalze von Hamm.

1994 Die maximale Einbaubreite, die in einem einzigen Zug gefertigt werden kann, wird durch Vögele auf 16 m gesteigert.

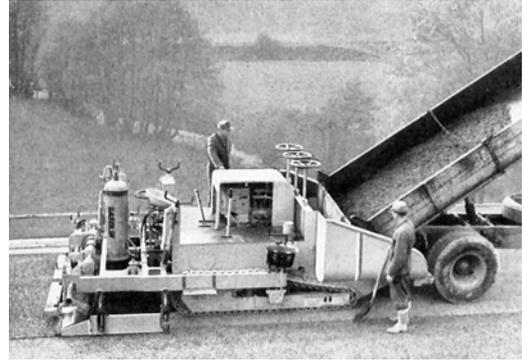


Abb. 1.9

Erster ABG-Fertiger von 1955: ABG Allgemeine Baumaschinen Gesellschaft mbH, Hameln

1999 ABG baut mit dem Titan 525 den bis dahin größten Straßenfertiger auf dem Markt.

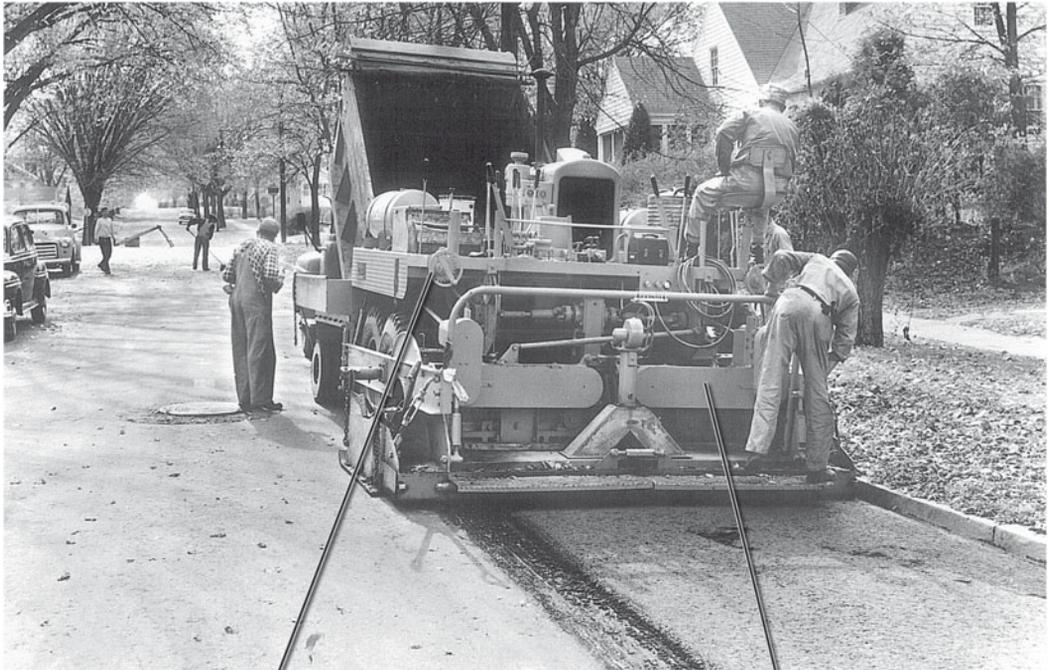
1.2 Internationaler Straßenbau

Straßen werden in jeder Region der Welt nach individuellen Ansprüchen geplant und erstellt. Zum einem sind die vorherrschenden klimatischen Bedingungen für die Straßen maßgebend und zum anderem die Fahrzeuggeschwindigkeiten, auf welche die Straße ausgelegt wird. Dazu kommt, dass kaum ein Wirtschaftszweig so wie der Straßenbau durch Tradition bestimmt ist. Die Gesellschaft eines Landes gibt jeweils vor, wie aufwendig die Infrastruktur schließlich gestaltet wird. Ein Beispiel dafür sind höhenangepasste Kanaldeckel im Bereich der Fahrbahn, die in erster Linie nur den Fahrkomfort und damit den Gebrauchswert einer Straße erhöhen. In Deutschland werden fast ausschließlich Fahrbahnmarkierungen aufgebracht, die erhoben hergestellt werden (Typ-II-Markierungen) und dadurch auch bei Nässe noch gut zu erkennen sind. In vielen Ländern werden jedoch Markierungen aufgesprüht, die deutlich günstiger, aber schlechter zu erkennen sind. Wie der Straßenbau in einer Region ausgeführt wird, ist somit stark von den traditionellen Qualitätsansprüchen und verfügbaren Finanzmitteln abhängig.

1.2.1 Nordamerika

Der nordamerikanische Straßenbau mutet aus europäischer Sicht sehr fremd an. Die behördlichen Vorgaben an die Straßenbauqualität sind im Vergleich zu den meisten europäischen Bauvorschriften eher gering. Es liegt das Verständnis zugrunde, dass ein Straßenbauprojekt möglichst schnell abgeschlossen sein sollte. Es ist durchaus üblich, Boni an alle Arbeiter zu zahlen, wenn die Baustelle besonders schnell umgesetzt wird. Die Qualität der Straße wird dabei zwar auch berücksichtigt, spielt aber eher eine untergeordnete Rolle.

Bis in die 1960er Jahre waren die eingesetzten nordamerikanischen Maschinen den Europäischen sehr ähnlich. Eingebaut wurde mit Stampferbohlen und Zugpunktverstellung. Mit den großen Interstate-Highway-Bauprojekten wurde zwar in großen Breiten eingebaut, aber zugunsten der Einbaugeschwindigkeit zunehmend auf Stampfer in der Bohle verzichtet.



Zugpunktverstellung

Stampferantrieb

Abb. 1.10 Straßenbau um 1950 in den USA: Volvo Road Machinery Inc.; Shippensburg, PA, USA

In den USA wird bis heute bevorzugt mit reinen Vibrationsbohlen eingebaut. Dabei fällt der Bohle die Aufgabe zu, den Asphalt gleichmäßig zu verteilen, während die Walzen die Verdichtung übernehmen. Solange die Asphaltdecke nicht von den Walzen verdichtet wurde, ist ein Betreten der Schicht mit deutlichem Einsinken verbunden und daher möglichst zu vermeiden. Bevorzugt wird in kleinen Arbeitsbreiten eingebaut, wobei nur eine Fahrspur abgedeckt wird.

Auf Highwaybaustellen ist, aufgrund der weit auseinanderliegenden Fahrspuren der jeweiligen Fahrrichtungen, ein Umleiten des Verkehrs auf die Gegenfahrbahn meist nicht möglich. Vollsperrungen von Landstraßen haben bei einem sehr weitläufigen Land, wie im Fall der USA, unvermeidbar weite Umleitungen zur Folge.

Die für reine Vibrationsbohlen mögliche hohe Einbaugeschwindigkeit von 60 bis 120 Ft/min ($18-36 m/min$) setzt unter anderem eine Möglichkeit für eine direkte Verstellung des Bohlenanstellwinkels voraus. Dabei wird der Einstellwinkel mithilfe der sogenannten Depth Crank direkt an der Bohle eingestellt. Notwendig wird diese Verstellung, um bei hoher Einbaugeschwindigkeit USA-typische Wasserabläufe durch ein schnelles, einseitiges Absenken der Bohle direkt in den Asphalt formen zu können. Ebenfalls ist ein schnelles und starkes Verwinden der Bohle notwendig, wenn im Bereich von Kreuzungen die Straße an bestehende Straßenanschlüsse angepasst werden muss. Durch den Widerstand der Depth-Crank-Kurbel



Abb. 1.11 Parkplatzbau mit Vibrationsbohle: Eigenaufnahme, 2010

kann der erfahrene Bediener zudem die neutrale Lage der Bohle feststellen und von dort aus, durch Zählen der Kurbelumdrehungen, den gewünschten Anstellwinkel festlegen.

Als Alternative zum Beschicker werden auch Windrow Machine (auch als Pick Up Machine oder als Material Elevator bezeichnet) eingesetzt. Der Asphalt wird dabei vom Lkw mit einer speziellen Abkippvorrichtung entlang der Straße abgekippt (siehe Abb. 1.12). Die Windrow Machine nimmt das Material auf und befördert es in den Kübel des Fertigers.

1.2.2 Entwicklungs- und Schwellenländern am Beispiel von Indien

Am Beispiel von Indien kann gut gezeigt werden, wie sich der Straßenbau in Schwellenländer verhält. Mit einer zunehmenden Industrialisierung wird vermehrt auch in den Ausbau des Straßennetzes investiert. Im Gegensatz zum gut ausgebauten Europa müssen Überlandverbindungen hier erst noch geschaffen werden. Dabei werden in Indien die großen Straßenbauprojekte mit europäischen Maschinen in vergleichbarer europäischer Qualität hergestellt. Highways werden in großen Arbeitsbreiten und mit strikter Qualitätskontrolle eingebaut. Der wesentliche Unterschied zu europäischen Baustellen liegt im veränderten Schichtaufbau der Straße, in Indien werden beispielsweise mehr Schichten in geringerer Schichtstärke eingebaut.

Die Maschinen sind trotz der geringen Automatisierung nicht besonders zuverlässig, können dafür aber mit handelsüblichen Ersatzteilen repariert werden. Garantieregelungen, wie sie