



Beton

Straßenbau heute

1

Band 1
Betondecken

Schriftenreihe der
Zement- und Betonindustrie

Oesterheld / Peck / Villaret

Straßenbau heute
Band 1 Betondecken

Impressum

Herausgeber:

InformationsZentrum Beton GmbH
Steinhof 39, 40699 Erkrath
www.beton.org

Autoren:

René Oesterheld, InformationsZentrum Beton
Martin Peck, Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton e.V.
Stephan Villaret, VILLARET Ingenieurgesellschaft mbH

Titelbild:

Verlag Bau+Technik GmbH

Gesamtproduktion:

© by Verlag Bau+Technik GmbH,
Steinhof 39, 40699 Erkrath, 2018
www.verlagbt.de

VLB-Meldung

Oesterheld, René / Peck, Martin / Villaret, Stephan:

Straßenbau heute – Band 1 Betondecken

7. überarbeitete Auflage

Erkrath: Verlag Bau+Technik GmbH, 2018

eISBN 978-3-7640-0741-6

Strassenbau heute

Band 1 Betondecken

Vorwort.....	9
1 Entwicklung des Betonstraßenbaus	11
1.1 Die Anfänge in Deutschland	12
1.2 Die Zeit zwischen den beiden Weltkriegen	14
1.3 Betonstraßen ab 1945.....	17
1.4 Das aktuelle Regelwerk.....	21
2 Gebrauchsverhalten und Wirtschaftlichkeit von Betondecken	23
2.1 Merkmale des Betondeckenbaus.....	24
2.2 Gebrauchseigenschaften	26
2.2.1 Tragfähigkeit	26
2.2.2 Verformungsstabilität	26
2.2.3 Griffigkeit.....	27
2.2.4 Helligkeit.....	28
2.2.5 Lärminderung	28
2.3 Wirtschaftlichkeit	30
2.4 Ökobilanz	31
2.5 Wiederverwendbarkeit.....	33
2.6 Dauerhaftigkeit und Substanzbewertung	33
2.7 Schlussfolgerungen	38
3 Bemessung, rechnerische Dimensionierung und Konstruktion	41
3.1 Allgemeines.....	42
3.1.1 Begriffsbestimmungen	42
3.1.2 Querschnitte, Breitenbemessung.....	42
3.2 Einflüsse auf die rechnerischen Dimensionierung.....	48
3.2.1 Belastung infolge Verkehr	49
3.2.1.1 Verkehrsbelastung im öffentlichen Straßennetz	49
3.2.1.2 Sonderlasten.....	51
3.2.2 Belastung infolge von ungleichmäßiger Temperatur- und Feuchteverteilung.....	54

3.2.3	Stoffkennwerte des Deckenbetons.....	59
3.2.4	Fugenanordnung und Plattengeometrie.....	60
3.2.4.1	Regelfälle.....	60
3.2.4.2	Sonderfälle (Beispiel Kreisverkehr).....	62
3.2.5	Querkraftübertragung.....	63
3.2.6	Art und Eigenschaften der Unterlage.....	64
3.2.6.1	Tragschichten ohne Bindemittel.....	65
3.2.6.2	Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln.....	65
3.2.6.3	Asphalttragschichten und Asphaltzwischen-schichten.....	66
3.3	Randbedingungen für die rechnerische Dimensionierung und Standardisierung.....	67
3.3.1	Untergrund/Unterbau.....	67
3.3.2	Entwässerung.....	67
3.3.3	Frostsicherung.....	69
3.3.4	Schichtenfolge.....	70
3.3.5	Fugen.....	70
3.3.5.1	Fugenarten.....	70
3.3.5.2	Anordnung der Fugen.....	72
3.3.5.3	Ausbildung und Anforderungen an Fugen.....	73
3.3.5.4	Scheinfugen.....	73
3.3.5.5	Raumfugen.....	74
3.4	Weitere Baugrundsätze.....	75
3.4.1	Stahleinlagen.....	75
3.4.2	Endbereiche.....	76
3.4.3	Besondere Plattengeometrien.....	78
3.4.4	Trennschicht zur Unterlage.....	80
3.4.5	Dübel und Anker.....	80
3.5	Rechnerische Dimensionierung und Standardisierung.....	82
3.5.1	Nachweisverfahren der Dimensionierung.....	82
3.5.2	Festlegung des Aufbaus in der Standardisierung.....	83
3.6	Nutzungsdauer und Versagenswahrscheinlichkeit.....	91
4	Baustoffe und Betonzusammensetzung	93
4.1	Betonausgangsstoffe.....	94
4.1.1	Zement.....	94
4.1.2	Gesteinskörnungen.....	96
4.1.3	Zugabewasser.....	101
4.1.4	Betonzusatzmittel.....	102
4.1.5	Betonzusatzstoffe.....	104
4.2	Betonzusammensetzung.....	105
4.2.1	Zementgehalt.....	106
4.2.2	Kornzusammensetzung der Gesteinskörnung.....	106
4.2.3	Konsistenz und Wasserzementwert.....	110
4.2.4	Betonfestigkeiten.....	110
4.2.5	Luftgehalt.....	112
4.3	Baustoffe und Nachbehandlungsmittel.....	115

4.3.1	Stahl.....	115
4.3.2	Fugenfüllstoffe und Fugeneinlagen.....	115
4.3.3	Nachbehandlungsmittel und Oberflächenverzögerer.....	118
4.3.4	Vliesstoffe und Unterlagsfolien.....	120
5	Herstellung und Einbau des Betons	123
5.1	Herstellen des Betons.....	127
5.1.1	Zumessen der Ausgangsstoffe.....	127
5.1.2	Mischen des Betons.....	128
5.2	Herstellen der Betondecke.....	128
5.2.1	Allgemeines.....	128
5.2.2	Betontransport.....	129
5.2.3	Schalung und Führung der Einbaugeräte.....	130
5.2.4	Einbringen der Dübel und Anker.....	133
5.2.5	Einbringen des Betons und der Stahleinlagen.....	135
5.2.6	Verdichten des Betons.....	136
5.2.7	Fertigstellen der Oberfläche.....	137
5.2.8	Betonieren bei extremen Temperaturen.....	143
5.2.9	Geräte für den Betoneinbau.....	144
5.3	Herstellen der Fugen.....	148
5.3.1	Scheinfugen.....	148
5.3.2	Raumfugen.....	151
5.3.3	Pressfugen.....	151
5.3.4	Gleitfugen.....	152
5.3.5	Tagesendfugen.....	152
5.3.6	Verschließen der Fugen.....	152
5.4	Schutzmaßnahmen und Nachbehandlung.....	154
5.4.1	Schutzmaßnahmen während und nach der Deckenherstellung.....	154
5.4.2	Nachbehandlung.....	155
5.4.2.1	Nassnachbehandlung.....	157
5.4.2.2	Aufbringen wasserhaltender Abdeckungen.....	158
5.4.2.3	Abdecken mit Folien.....	158
5.4.2.4	Aufbringen von Nachbehandlungsmitteln.....	158
5.4.2.5	Zelte zum Schutz gegen Regenwasser und zur Nachbehandlung.....	159
6	Prüfungen	161
6.1	Erst- und Grundprüfungen.....	167
6.1.1	Prüfungen zur Vermeidung von Schäden infolge Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR).....	168
6.1.2	Prüfungen der Gesteinskörnung.....	168
6.1.3	Prüfungen des Frischbetons.....	168
6.1.4	Prüfungen des Festbetons.....	169
6.2	Werkseigene Produktionskontrolle, Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen.....	171
6.2.1	Prüfungen des Frischbetons.....	174
6.2.2	Prüfungen des Festbetons.....	175

6.2.2.1	Rohdichte und Druckfestigkeit	175
6.2.2.2	Luftporenkennwerte	177
6.2.2.3	Spaltzugfestigkeit.....	179
6.2.3	Weitere Prüfungen an der fertigen Leistung.....	180
6.2.3.1	Dicke der Decke	180
6.2.3.2	Profilgerechte Lage	180
6.2.3.3	Ebenheit.....	180
6.2.3.4	Dübel- und Ankerlage.....	181
6.2.3.5	Griffigkeit.....	181
6.2.3.6	Waschbeton, mittlere Texturtiefe	181
7	Decken aus Beton mit Fließmittel	183
8	Betonflächen außerhalb von Autobahnen.....	187
8.1	Einführung.....	187
8.2	Hinweise für Planung und Ausführung	189
8.2.1	Regelwerke.....	189
8.2.2	Baugrundsätze	191
8.2.3	Dimensionierung und Konstruktion	192
8.2.4	Fugenplan	195
8.2.5	Borde und Bordrinnenanlagen.....	198
8.2.6	Ausführung	199
8.2.7	Beton und Betonfarbe	203
8.2.8	Überwachung	203
8.2.9	Verkehrsfreigabe.....	205
8.2.10	Instandsetzung und Erneuerung	205
8.3	Anwendungen.....	206
8.3.1	Busverkehr	206
8.3.2	Fertigteilsysteme	207
8.3.3	Hochbelastete Knotenpunkte	208
8.3.4	Kreisverkehrsanlagen	209
8.3.5	Siedlungs- und Erschließungsstraßen, Ortsumgehungen.....	215
8.3.6	Parkflächen, Tank- und Rastanlagen	216
8.3.7	Gleisbereiche von Straßenbahnen.....	218
9	Bauliche Erhaltung von Betonstraßen.....	221
9.1	Arten und Ursachen von Schäden.....	223
9.2	Bauliche Maßnahmen	228
9.2.1	Ausbessern und Ersatz von Fugenfüllungen.....	228
9.2.2	Aufweiten und Verfüllen von Rissen.....	229
9.2.3	Nachträgliches Verdübeln und Verankern einzelner Platten	231
9.2.4	Ausbessern von Kantenschäden, Eckabbrüchen und Oberflächenschäden.....	233
9.2.5	Abtragen von Beton.....	234
9.2.6	Heben und Festlegen von Platten	237
9.2.7	Ersatz von Platten und Plattenteilen.....	239

9.2.8 Streifenweiser Ersatz..... 245

9.2.9 Oberflächenbehandlung mit Reaktionsharz (OB-RH)..... 253

9.2.10 Oberflächenbeschichtung mit Reaktionsharzmörtel (OS-RH)..... 253

9.3 Erneuerung 254

9.3.1 Erneuerung im Hocheinbau..... 255

9.3.2 Erneuerung im Tiefeinbau..... 256

9.4 Hitzeschäden 256

9.5 Erhaltungsmaßnahmen bei geschädigten Betonfahrbahnen
infolge einer Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) 258

9.5.1 Entstehung einer AKR und Vorbeugung..... 258

9.5.2 Erhaltungsmaßnahmen 259

10 Wiederverwendung von Betondecken 263

10.1 Herstellung von rezyklierten Gesteinskörnungen..... 265

10.2 Wiederverwendung von rezyklierten Gesteinskörnungen
im Straßenbau 266

11 Neuerungen und Entwicklungen..... 269

11.1 Whitetopping 270

11.2 Dünne Asphaltschicht auf Beton..... 279

11.3 Durchgehend bewehrte Betonfahrbahn (DBBD)..... 283

11.4 Straßenbeton mit fotokatalytischer Wirkung..... 286

11.5 Dränbeton 287

11.6 Offenporiger Beton..... 287

11.7 Grinding 288

12 Anhang..... 291

12.1 Normen, Vorschriften und Richtlinien 291

12.2 Ausgewählte Literaturhinweise..... 297

Vorwort

Die Schriftenreihe „Straßenbau heute“ besteht aus mehreren Broschüren und wurde von der Bauberatung Zement im Bundesverband der Deutschen Zementindustrie begründet und herausgegeben und ist jetzt von der InformationsZentrum Beton GmbH übernommen worden.

Die wesentlichen Ziele dieser Broschüre sind es, sowohl über den Bau von Betondecken zu unterrichten als auch zu einer Steigerung ihrer Qualität und Dauerhaftigkeit beizutragen, damit die vorteilhaften Gebrauchseigenschaften und die Wirtschaftlichkeit der Betondecken erkannt und genutzt werden können.

Seit der 5. Auflage dieser Broschüre (2004) sind zusätzliche Anforderungen an Betondecken und neuere Entwicklungen bei ihrer Planung und Anwendung hinzugekommen. Stellvertretend seien hier die geforderte Ausführung der Betonoberfläche in der „Waschbetonbauweise“ zur Verringerung der Lärmemission und die neuen Abschnitte „Stadtverkehrsflächen“ sowie „Neuerungen und Entwicklungen“ genannt. Gleichzeitig wurde die in den letzten Jahren begonnene Umstellung der Normen, Richtlinien und Merkblätter auf europäische Anforderungen weiter vorangetrieben. Erstmals wurde auch die rechnerische Dimensionierung von Betondecken gemäß RDO Beton berücksichtigt.

Die Inhalte der TL Beton-StB 07, ZTV Beton-StB 07 und TP Beton-StB 10 wurden der Broschüre zugrunde gelegt. Zusätzlich wurden die aktuellen Vorgaben aus der RStO 12 in die Broschüre eingearbeitet. Dies hat zur Folge, dass die alten Bauklassen – wie sie noch in zahlreichen Regelwerken auftauchen – den neuen Belastungsklassen gegenübergestellt werden mussten. Die Regelwerke der Betonbauweise sind zurzeit in einer Überarbeitung.

Um den aktuellen technischen Stand widerzuspiegeln, wurden auch Erkenntnisse aus der Forschung und von noch in der Erarbeitung befindlichen Regelwerken mit entsprechender Kennzeichnung aufgenommen. Eine weitere wesentliche Änderung wurde durch die Herauslösung der Feuchtigkeitsklasse WS aus der Alkalirichtlinie vollzogen. Mit der Veröffentlichung des allgemeinen Rundschreibens Straßenbau des DAfStb (ARS 04/2013) ergeben sich somit neue Festlegungen zur Prüfung der Gesteinskörnungen für Straßenbetone.

Die Broschüre erläutert und begründet die zu berücksichtigenden Anforderungen an Betondecken, vorzugsweise für den klassischen Betonstraßenbau, jedoch nunmehr auch für eine Anzahl weiterer Anwendungsgebiete. Damit liegt den Planern, den Straßenbauverwaltungen und den Ausführenden eine Hilfe für den täglichen Umgang mit Betondecken vor. Sie unterstützt zudem im Sinne eines Lehrbuchs die Lernenden und Lehrenden.

Besonderer Dank gilt unserem verstorbenen Kollegen Dr.-Ing. Norbert Ehrlich. Er war als Hauptautor an der vorherigen Ausgabe wesentlich beteiligt. Viele Textpassagen tragen nach wie vor seine Handschrift und dokumentieren sein persönliches Engagement für die Weiterentwicklung der Betonbauweise.

Bei der Erstellung der Broschüre konnten wir auf das Fachwissen vieler Kollegen zurückgreifen und ihnen allen gehört unser herzlicher Dank. Besonders erwähnen möchten wir Herrn Dr.-Ing. Eberhard Eickschen, Stefan Pichotka, Rupert Schmerbeck und besonders Frau Dr.-Ing. Lissi Pfeifer.

Erkrath, September 2018

Die Verfasser

1 Entwicklung des Betonstraßenbaus

Die Betonstraße ist keine Erfindung unserer Tage. Schon vor mehr als 2000 Jahren haben die Römer häufig ihre Stadt- und Landstraßen mit einer betonartigen Schicht, dem „opus caementitium“, befestigt. Reste dieser Straßen sind heute noch z. B. in Trier und Umgebung zu besichtigen. Die Römer verwendeten für ihren Straßenbeton Kies und/oder klein geschlagenes Gestein, dem sie Mörtel bzw. Kalk untermischten und den sie in Schichten mit Dicken bis zu 50 cm einbauten. Diese hydraulisch gebundenen Schichten konnten direkt befahren werden, wurden aber in der Regel mit Steinplatten oder Schotter abgedeckt (Bild 1.1).



Foto: Ehrlich

Bild 1.1: Straße aus der Zeit der Römer in Pompeji

1.1 1.1 Die Anfänge in Deutschland

Als Geburtsjahr der Betonstraße in Deutschland gilt das Jahr 1888. Damals wurde in Breslau die Westseite des Blücherplatzes mit einer Betondecke befestigt. 1891 folgte die Weißenfelder Straße in Leipzig-Plagwitz.

Im europäischen Ausland gingen einige Versuche in Schottland (Iverness 1856 und Edinburgh 1872) und in Frankreich (Grenoble 1876) voraus. In den USA wurde die erste Betonstraße 1892 hergestellt (Bellefontaine/Ohio).

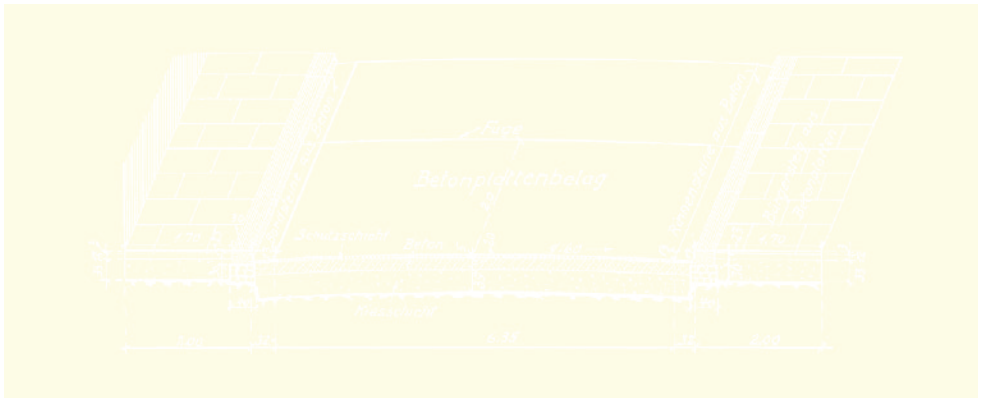


Bild 1.2: Aufbau einer Betonstraße um die Jahrhundertwende



Foto: Kleserling

Bild 1.3: Bau der Poststraße in Bunzlau/Niederschlesien 1906

Die ersten Betonstraßen in Deutschland wurden aufgrund der verwendeten grobkörnigen Zuschläge (heute Gesteinskörnung genannt) als „Zementmakadamstraßen“ bezeichnet. Der Name rührt vom Entwickler dieser Bauart, dem Schotten John Loudon McAdam, der sich zu Beginn des 19. Jahrhunderts in Nordamerika und vor allem später im heimischen Schottland mit der Befestigung der damaligen Verkehrswege beschäftigte. Bei den in Deutschland gebauten „Makadamstraßen“ (Eindeutschung des Namens McAdam) wurde auf einer ebenen Tragschicht eine 15 bis 25 cm dicke Betonschicht (Unterbeton) im Mischungsverhältnis Zement zu Gesteinskörnung 1 zu 7 bis 1 zu 10 mit Kies oder Steinschlag aufgebracht. Nach einigen Tagen der Erhärtung wurde hierauf eine Decklage (Oberbeton), bestehend aus einem Teil Zement und etwa drei Teilen Steinschlag, mit Korngrößen bis 5 cm und einer Dicke von 5 bis 6 cm, aufgestampft (Bild 1.2).

Oberflächenmängel und Risse führten 1899 zur Patentierung einer „Oberflächenschalung“ (P. Jantzen/Elbing) und 1904/1906 zum besonders zukunftsweisenden Patent für „Querfugen im Beton“ (R. Kieserling). Die Oberflächenschalung bestand aus einer Blechplatte, die durch Stahlprofile beschwert wurde. Die Platte reichte über die gesamte Straßenbreite und wurde wie eine Gleitschalung langsam von Hand vorangezogen, während zahlreiche Helfer den Beton unter die Form stampften (Bild 1.3).

Die Kenntnisse über den Kornaufbau der Gesteinskörnung und den Einfluss des Wasserzementwerts steckten damals noch in den Kinderschuhen. Dagegen war eine sorgfältige Nachbehandlung durch eine Abdeckung der frisch hergestellten Betonstraßen mit Sand bereits Praxis. Der Sand blieb etwa vier Wochen (!) auf der Betondecke und wurde feucht gehalten, damit der Zement im Beton hydratisieren konnte.



Bild 1.4: Nordkurve der „Avus“ in Berlin

Unter den deutschen Städten, die Betonstraßen bevorzugt bauten, sei Dresden besonders genannt. Dort wurden ab 1905 bis zum Ersten Weltkrieg rund 50 000 m² Verkehrsflächen mit Betonstraßen befestigt. Die im Mittel 20 cm dicken Betondecken (dachförmiges Querprofil, 16 cm an den Seiten und 22 cm in der Mitte) erhielten bereits Quertugen im Abstand von 6 bis 10 m. Es wurde meist nicht fortlaufend betoniert, sondern man übersprang jeweils ein Feld, um die Schwindverkürzungen des Betons zumindest teilweise zu kompensieren.

Ein besonderer Höhepunkt des Betonstraßenbaus im damaligen Deutschen Reich war 1914, als der Einbau von Betonfahrbahndecken auf der „Avus“ in Berlin begann (Bild 1.4).

1.2 Die Zeit zwischen den beiden Weltkriegen

Nach dem Ersten Weltkrieg stagnierte der Straßenbau in Deutschland zunächst. In einem kaum vorstellbaren Maße entwickelte sich dagegen der Betonstraßenbau in den Vereinigten Staaten von Amerika. Die stürmische Verbreitung des Autos erforderte flächendeckend staubfreie und dauerhafte Straßen. Bis 1925 wurden dort fast 600 Millionen m² Betonstraßen gebaut. Dieses gewaltige Bauprogramm erforderte die Entwicklung von ersten Straßenfertigern. Diese erhielten eine Stampfbohle mit vorgeschaltetem Ebner und nachlaufendem Glätter. Die neuen Straßenbaumaschinen fertigten bis zu 300 m Betonstraße an einem Tag.

Konstruktion und Bau der Betonstraßen in den USA unterlagen einer ständigen Weiterentwicklung. Die 15 cm dicke Betondecke war mit bis zu 6 kg Stahl pro m² bewehrt und hatte Längsfugen mit Nut- und Federausbildung sowie Quertugen im Abstand von 10 bis 15 m durch Einlegen von Asphaltstreifen. Das Mischungsverhältnis von Zement, Sand und grober Gesteinskörnung (Größtkorn 37,5 mm und auch größer) betrug für den Beton in Raumteilen 1 zu 1,5 zu 3.

Der ab 1924 auch in Deutschland rasch zunehmende Kraftfahrzeugbestand führte zu einer Wiederbelebung des Straßenbaus (Bild 1.5). Die ersten maschinell hergestellten Betonstraßen in Deutschland (um 1925) nutzten die amerikanischen Erfahrungen, einschließlich eines eigens herbeigeschafften „Lakewood-Finisher“. Die in Amerika entwickelten Fertiger dienten auch als Muster für die ersten deutschen Betondeckenfertiger.

Allgemeingültige Vorschriften, Richtlinien oder Merkblätter für den Bau von Betonstraßen, nach denen sich die Behörden oder Baufirmen hätten richten können, gab es noch nicht. Dies änderte sich erst 1924 mit der Gründung der „Studiengesellschaft für Automobil-Straßenbau“ (STUFA), in der sich die am Straßenbau beteiligten Fachleute zusammenschlossen. Im Jahre 1934 wurde die STUFA in „Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e.V.“ umbenannt.



Foto: Kieserling

Bild 1.5: Betonstraße in Görlitz 1928

An dieser Stelle sei auf die Verdienste von Baurat a.D. Dr.-Ing. H. P. Riepert, Geschäftsführer des Deutschen Zement-Bundes, verwiesen. Er war Mitinitiator der STUFA und einer der Ersten, der in Deutschland unermüdlich auf die Betonstraßen in den USA aufmerksam machte. Erwähnt werden soll auch Regierungsbaumeister a.D. G. Streit, Leiter der Bauberatungen Zement Berlin und Hannover. Er war Mitbegründer der STUFA und hat den deutschen Betonstraßenbau über 50 Jahre entscheidend geprägt.

Bereits 1925 gab die STUFA ein „Vorläufiges Merkblatt für den Bau von Automobilstraßen aus Beton“ heraus, das 1928 durch das „Merkblatt für den Bau von Betonstraßen“ ersetzt wurde und später weitere Überarbeitungen erfuhr. Mit der Umsetzung des Gesetzes über die Errichtung eines Unternehmens „Reichsautobahnen“ (1933) erschienen fast jährlich neue Arbeitsanweisungen für den Betonstraßenbau, damit die aktuellen theoretischen und praktischen Erkenntnisse sofort auf der Baustelle umgesetzt werden konnten. 1939 erschien eine Neubearbeitung der „Anweisung für den Bau von Betonfahrbahndecken der Reichsautobahn“ (RAB), die formell bis 1972 Gültigkeit besaß. Im gleichen Jahr erschien für den allgemeinen Straßenbau eine neue Ausgabe des „Merkblattes für Betonstraßen“, gleichzeitig auch die „Technischen Vorschriften für die Ausführung von Betondecken auf Landstraßen“ (TV Beton).

Bis 1939 waren in Deutschland rund 63 Millionen m² Betonfahrbahnflächen fertiggestellt. Mit rund 41 Millionen m² erhielten mehr als 90 % der Autobahnen Fahrbahndecken aus Beton. Dies entsprach rund 5 000 km Richtungsfahrbahn bei einer Breite von rund 7,5 m.

Die Betondecken der Reichsautobahnen wurden vorwiegend zweischichtig frisch in frisch in einer Dicke von 20 bis 25 cm auf Papierunterlage ausgeführt. Querrfugen, vorwiegend als Raumfugen ausgebildet, unterteilten die Betondecke in Abständen von 10 bis 37,5 m. Zwischen Raumfugen waren höchstens zwei Querscheinfugen zugelassen. Die Scheinfugenkerbe wurde ab 1938 in den erhärteten Beton geschnitten. Als Längsfugen dienten verankerte Pressfugen. Die Betondecken wurden vorwiegend bewehrt (mindestens $2,5 \text{ kg/m}^2$), der Zementgehalt des Oberbetons entsprach in etwa den heutigen Werten (rund 350 kg/m^3). Dübel und Anker im heutigen funktionalen Sinne kamen etwa ab 1936 in Gebrauch.

Bei der Einbautechnik setzten sich schienengeführte Verteiler und Fertiger durch, anfänglich mit Stampfbohlen als Verdichtungselement, später mit Rüttelplatten oder -bohlen ausgerüstet. Feldbahnen transportierten die Gesteinskörnungen und den Zement vom Materiallagerplatz zum Mischer. Der Beton selbst wurde vorwiegend an der Einbaustelle in Brückenmischern hergestellt (Bild 1.6).

Die Technik des deutschen Betonstraßenbaus hatte bis 1939 dank umfangreicher Forschung, klarer jährlich aktualisierter Vorschriften und gewissenhafter Bauausführung einen hohen Stand erreicht, der auch international anerkannt war. Die Betonfahrbahnen überstanden die Jahre des Kriegs und der Nachkriegszeit ohne nennenswerte Unterhaltung, was bei Verwendung anderer Bauweisen kaum möglich gewesen wäre. Erst mit der erheblichen Steigerung des Verkehrs ab 1950 sowie der Anhebung der zulässigen Achslasten von 8 auf 10 Tonnen traten nennenswerte Schäden auf. Mangelhafter frostempfindlicher Untergrund, ungenügende oder fehlende Entwässerung und natürlich auch manche konstruktive Unzulänglichkeit – wie zu große Querrfugenabstände – trugen das ihre dazu bei.

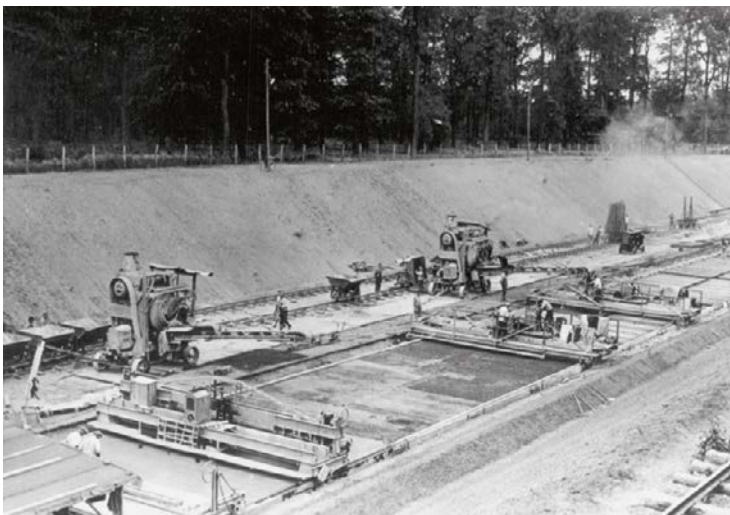


Bild 1.6: Autobahnbaustelle 1939

1.3 Betonstraßen ab 1945

1.3

In den Nachkriegsjahren kam in der Bundesrepublik Deutschland der Betonstraßenbau erst nach 1950 wieder in Schwung. Der langjährige Baustillstand ließ viele Erfahrungen bei den Bauverwaltungen und Baufirmen in Vergessenheit geraten. Kriegsbedingte Verluste an Fachkräften und Geräten zeigten ihre Wirkung. Dies führte anfangs zu Rückschlägen, die durch den Mangel an finanziellen Mitteln verstärkt wurden. Neue Beanspruchungen des Betons ergaben sich aus dem zunehmenden Gebrauch von Tausalzen auf den Straßen und Autobahnen.

Neue Betonstraßen kamen vorwiegend beim Ausbau des Autobahnnetzes, vereinzelt auch im kommunalen Bereich, zum Zuge. Der Betonstraßenbau fand aber auch neue Anwendungen, z. B. im ländlichen Wegebau und später im Radwegebau.

Mit der Zunahme des Verkehrs und der wachsenden Erfahrungslage erhöhten sich auch die Anforderungen an den Straßenbau. Die technische Entwicklung des Betonstraßenbaus brachte zahlreiche Verbesserungen zum Stand von 1939/1940. Diese betrafen sowohl Konstruktion und Betontechnologie als auch die Misch- und Einbautechnik, was sich positiv auf das Gebrauchsverhalten und die Wirtschaftlichkeit der Betondecken auswirkte.

Mit der Belebung des Betonstraßenbaus nach 1950 wurde auch die Bearbeitung der Vorschriften für den Betondeckenbau fortgesetzt. Als Meilenstein gelten die „Technischen Vorschriften und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton“, Ausgabe 1972 (TV Beton 72). Mit ihnen wurde die Bauweise mit kurzen, nunmehr unbewehrten Platten eingeführt, die Verwendung von Luftporenbildnern vorgeschrieben und die Nutzung von Nachbehandlungsmitteln zugelassen. Daneben wurden Verbesserungen der Entwässerung des Untergrunds, die Frostschutzschicht und die unmittelbare Auflagerung der Betondecke auf eine gebundene Tragschicht entwickelt.

Die wesentlichen konstruktiven Veränderungen bis in unsere heutige Zeit sind im Bild 1.7 zusammengestellt. Sie betreffen neben der raumfugenlosen Bauweise den frostsicheren Aufbau der Befestigung, die erosionsbeständige Unterlage der Decke (hydraulisch oder bituminös gebundene Tragschicht) und die Anordnung und Ausführung der Längsfuge zwischen Fahr- und Stand- bzw. Seitenstreifen.

Besonders zu erwähnen sind die ständigen Verbesserungen für eine zielsichere Zusammensetzung und Herstellung eines Betons mit hohem Frost- und Tausalzwiderstand sowie die Entwicklung des Betons mit Fließmittel für den Plattenersatz und die Befestigung kleinerer Verkehrsflächen. Zu nennen sind auch die Verwendung güteüberwachter Betonausgangsstoffe, die verbesserte Kornzusammensetzung der Gesteinskörnung sowie die Herabsetzung und Begrenzung des Mehlkorn- und Feinstsandanteils im Beton.

Die Entwicklungen bei der Betondeckenherstellung bezogen sich auf die Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Qualität für das Bereiten und Einbauen des Betons, auf die Verringerung des Lohnstundenaufwands und die Verbesserungen der Oberflächenei-

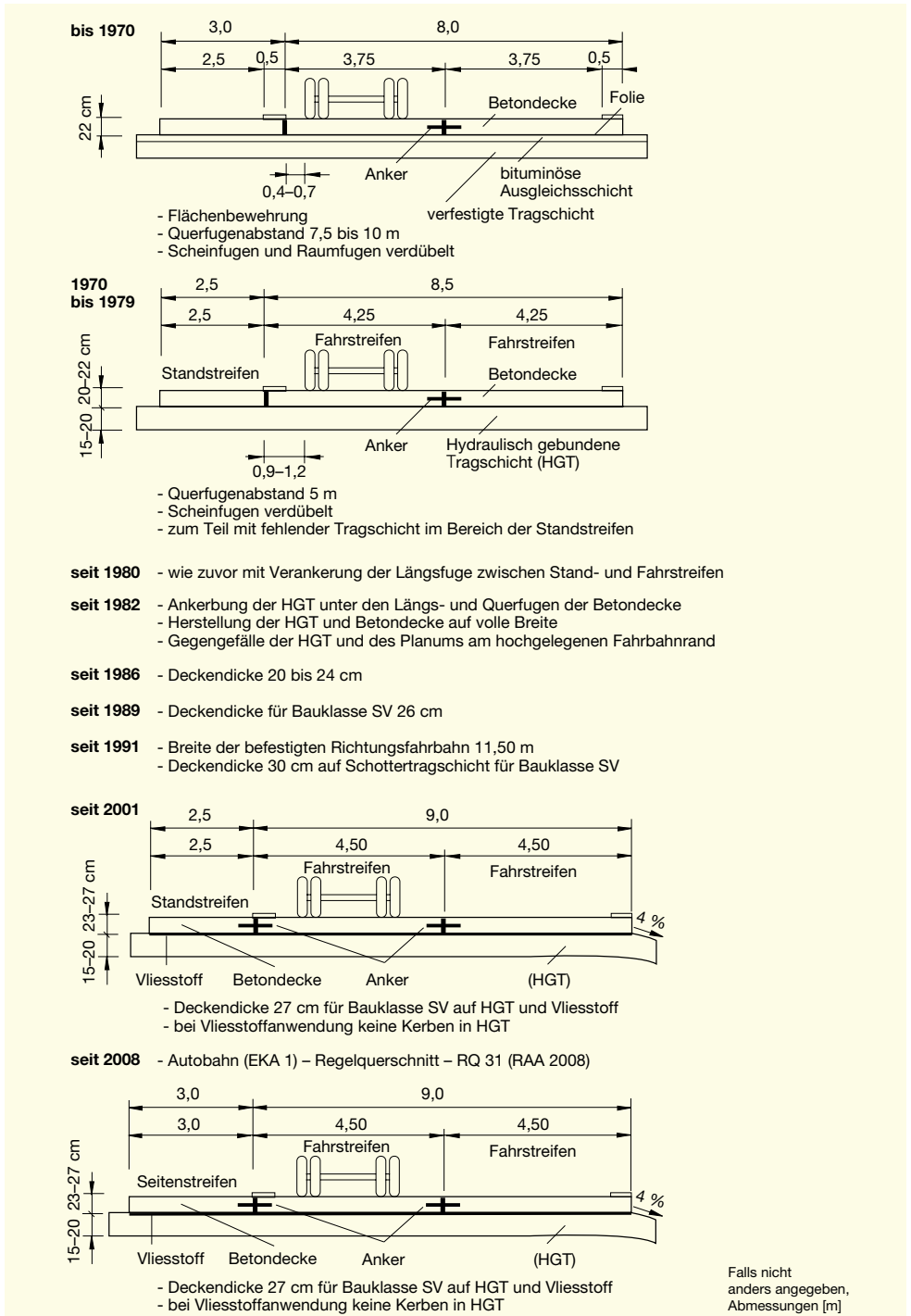


Bild 1.7: Entwicklung des konstruktiven Aufbaus moderner Betondecken am Beispiel des RQ 29 bzw. RQ 31



Foto: Ehrlich

Bild 1.8: Gleitschalungsfertiger zur Herstellung einer zweischichtigen Betonfahrbahndecke mit Waschbetonoberfläche auf der BAB A14, 2008

genschaften der Decke. Die Betonausgangsstoffe wurden nach dem Zweiten Weltkrieg nicht mehr im Gleisbetrieb vom Lagerplatz zur Einbaustelle transportiert und dort in Brückenmischern gemischt. Hierzu wurden mit der Entwicklung der Maschinenteknik zeitgemäße Verfahren geschaffen. Heute bereiten leistungsfähige, automatisch gesteuerte Kompaktanlagen den Beton, und Muldenfahrzeuge transportieren ihn zum Einbauort. Gleitschalungsfertiger haben den geräte- und personalintensiven Einbau zwischen Schalungsschienen mit auf Fahrschienen laufenden Deckenzügen verdrängt. Die Gleitschalungsfertiger sind mit Dübel- und Ankerersatzgeräten ausgestattet und werden an gespannten Gradientendrähten geführt. Die Betonoberfläche erhält so eine gute Ebenheit und Griffigkeit und kann lärmindernd ausgebildet werden (Bild 1.8).

Bis 2006 wurde die frische Betonoberfläche mit einem nachgeschleppten Jutetuch oder Kunstrasen in Längsrichtung texturiert. Danach ist als neue Referenzbauweise bei Bundesfernstraßen für Fahrbahndecken aus Beton die sogenannte „Waschbetonbauweise“ (Entfernung des Oberflächenmörtels bei einer frisch eingebauten Betondecke) eingeführt worden. Mit dieser Bauweise kann sowohl die Forderung nach einer lärmarmen Textur als auch nach einer griffigen Oberfläche dauerhaft erfüllt werden. Stahlbesenstrich und nachgeschleppter Kunstrasen können weiterhin als Oberflächenstrukturierung im geeigneten Fall angewendet werden. Aktuell werden einige Verfahren der nachträglichen Bearbeitung einer ausgehärteten Betondeckenoberfläche zur Herstellung lärmindernder Oberflächentexturen erprobt, wie z. B. die aus den USA stammenden Methoden des Grindings und des Groovings (Schleifen und Fräsen). Daneben werden auch neue Ansätze der Überbauung von Betondecken mit dünnen Asphaltsschichten erprobt.

In der ehemaligen DDR wurde der Bau von Betonstraßen ab 1960 wieder aufgenommen. Ab diesem Zeitpunkt standen ausreichende Mengen an Zement und Gesteinskörnungen sowie die erforderliche Einbautechnik zur Verfügung. 1965 wurden die ersten raumfugenlosen Testabschnitte auf der heutigen A 13 RF Berlin–Dresden gebaut und mit Messtechnik zur Fugen- und Streckenbewegung ausgestattet. Bei den ersten Ergänzungs- und Erneuerungsstrecken wurde auf die Vorkriegserfahrungen zurückgegriffen. Raumfugen, verdübelte Querfugen und ein Luftporenbeton mit möglichst geringem Wasserzementwert kennzeichneten die Bauweise. Der Einbau erfolgte mit schienengeführten Fertigern auf zementgebundenen Tragschichten, teilweise mit bituminöser Zwischenschicht (heute bezeichnet als Asphalt-zwischenschicht). Der erste, zunächst „zur Anwendung empfohlene Entwurf“ der Technischen Güte- und Lieferbedingungen (TGL 16237) „Betonbau, Deckschichten für Straßenverkehrsflächen“ erschien im April 1965. 1969 wurde der erste Gleitschalungsfertiger mit 8,50 m Einbaubreite auf der BAB 72, Richtungsfahrbahn Zwickau–Chemnitz, zur Herstellung einer Betondecke eingesetzt. Dieser Fertiger – aus Belgien importiert – war jedoch noch nicht mit einem Dübelsetzgerät ausgestattet.

Nach 1970 setzte sich auch in der DDR die raumfugenlose Bauweise durch. Die Querfugenabstände verkürzten sich von 6 auf etwa 5 m. Wirtschaftliche Zwänge ließen jedoch generell eine Verdübelung der Querscheinfugen nicht mehr zu. Die unbefriedigenden Lagerungsbedingungen der Betondecken, das Durchschlagen von Rissen aus der zementgebundenen Tragschicht sowie ihre fertigungsbedingten Unebenheiten und der Wunsch nach einem verbesserten Schutz der zementgebundenen Tragschicht vor Frostschäden führten zur durchgängigen Anordnung einer Asphalt-schicht zwischen Deck- und Trag-



Foto: Ehrlich

Bild 1.9: Stadtstraße mit Bushaltestelle in Leipzig-Grünau

schicht. Damit konnte die Beanspruchung der Unterlage, insbesondere im Bereich der nicht verdübelten Querrufe, deutlich vermindert werden.

In dem genannten Zeitraum entstanden in den Großstädten der DDR viele Neubaugebiete. Aus Mangel an Bitumen wurden die neu anzulegenden Stadtstraßen (Haupt- und Erschließungsstraßen) sowie die Parkplätze überwiegend in Betonbauweise hergestellt (Bild 1.9). Das Fugenraster entsprach unseren heutigen Vorstellungen, die Platten waren aber nicht verdübelt und verankert. Als Vorteil für die Betonbauweise erwies sich, dass alle Versorgungsleitungen in diesen Neubaugebieten häufig in Sammelkanälen untergebracht wurden und mit Aufgrabungen nicht zu rechnen war.

Ab 1960 wurden in der DDR außerdem jährlich etwa 800 km landwirtschaftlich genutzte Straßen und Wege gebaut. Diese wurden entweder als Betondecken, als Zementstabilisierung oder auch ungebunden ausgeführt. Die weit verbreitete Verwendung von Betonfertigteilen, als Spurweg oder auf voller Wegebreite, entsprach den wirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten. Bemerkenswert waren Ansätze zur Anwendung von Walzbeton im ländlichen Wegebau, insbesondere durch die Verwendung von Gummigranulat oder Textilschnitzeln mit dem Ziel des Wegfalls der Querrufen.

1.4 Das aktuelle Regelwerk

1.4

Heute gelten für den Betonstraßenbau in Deutschland im Wesentlichen die von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) herausgegebenen:

- RStO12 „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“
- RDO Beton „Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung von Betondecken im Oberbau von Verkehrsflächen“
- TL Beton-StB 07 „Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton“,
- ZTV Beton-StB 07 „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton“ und die
- TP B-StB „Technische Prüfvorschriften für Verkehrsflächenbefestigungen – Betonbauweisen“

Die TL Beton-StB 07 und die ZTV Beton-StB 07 umfassen alle Regelungen für hydraulisch gebundene Bauweisen, also auch die hydraulisch gebundenen Tragschichten (HGT) und Verfestigungen. Vorgänger waren das 1952 erschienene „Merkblatt für den Bau von Betonfahrbahndecken“, die 1972 herausgegebenen TV Beton 72 „Technische Vorschriften und Richtlinien für den Bau von Fahrbahnbefestigungen aus Beton“ und die darauf folgenden ZTV Beton-StB 78, ZTV Beton-StB 91 und ZTV Beton-StB 93 „Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für den Bau von Fahrbahnen aus Beton“. Nach der Wiedervereinigung löste die ZTV Beton-StB 78 in den neuen Bundesländern die vorhandenen TGL 33468, Ausgabe 1989 bzw. 1990 – zuvor TGL 16237 – ab.

Europäische Normen und harmonisierte technische Spezifikationen für den Bau von Betonstraßen sind noch nicht vorhanden. Anders verhält es sich jedoch mit den Normen für die Betonausgangsstoffe. Im Wesentlichen liegen heute entweder europäische Normen, neue nationale Normen, in welche die europäischen Normenansätze eingeflossen sind, oder nationale Restnormen vor. Zurzeit gelten für die Ausgangsstoffe des Straßenbetons folgende Normen und Regelwerke:

- › Zement: DIN EN 197-1
- › Gesteinskörnungen: TL Gestein-StB
- › Zugabewasser: DIN EN 1008
- › Betonzusatzmittel: DIN EN 934-2 und DIN 1045-2
- › Betonzusatzstoffe: gemäß zutreffenden Regelwerken

Grundlage für den Straßenbeton sind die DIN EN 206-1 sowie die DIN 1045-2 in Verbindung mit den TL Beton-StB 07 bzw. ZTV Beton-StB 07.

2 Gebrauchsverhalten und Wirtschaftlichkeit von Betondecken

Betonfahrbahndecken sind seit Jahrzehnten als sehr solide Bauweise bekannt, die hervorragende, konstante Substanz- und Gebrauchseigenschaften besitzt und als besonders langlebig gilt. Diese positiven Eigenschaften der Dauerhaftigkeit führen zu einer sehr guten Kosteneffizienz und Nachhaltigkeit. Bei Letzterem kommt hinzu, dass sich Straßenbeton gut recyceln und wiederverwenden lässt, ohne umweltschädliche Produkte freizusetzen.

Basis dieser erfolgreichen Bauweise ist die Verknüpfung von soliden theoretischen Ansätzen für Dimensionierung und Konstruktion mit der sich ständig weiterentwickelnden Bautechnologie. Die Berechnungsgrundlagen reichen über 90 Jahre zurück (Wesergaard). Die modernen Berechnungsmethoden gehen einher mit der konstruktiven Weiterentwicklung der Betondeckensysteme. Hier sind insbesondere die Arbeiten von Eisenmann und Pfeifer hervorzuheben.

Auch die Entwicklung des Baustoffs Beton sowie verbesserte Prüftechniken und Umweltschutz tragen maßgeblich dazu bei, dass der altbekannte Baustoff Beton modern geblieben ist.

Das Bild 2.1 zeigt die Haupteinflüsse auf das Langzeitverhalten einer Fahrbahndecke in Betonbauweise. Der Grundstein für eine lange Lebensdauer wird also bereits bei der Planung und Bauausführung gelegt, indem der für den Verwendungszweck geeignete

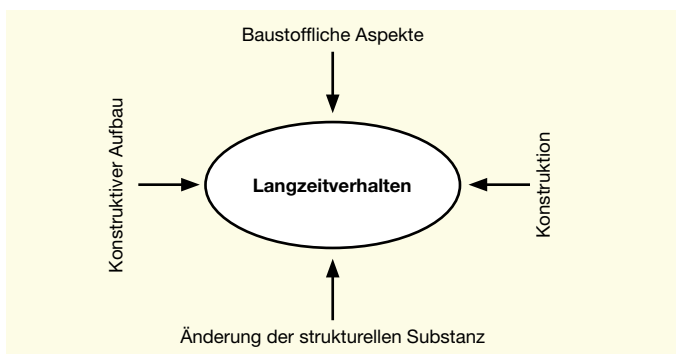


Bild 2.1: Einflüsse auf das Langzeitverhalten dauerhafter Betondecken

konstruktive Aufbau (Schichtenfolge, Dicke und Festigkeit) gewählt wird und die Konstruktion des Plattensystems für die Aufnahme der Belastungen aus Verkehr und Witterung geeignet ist. Letztlich ist die Zusammensetzung des Betons hinsichtlich seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften eine grundlegende Bedingung für die Erreichung einer langen Lebensdauer. Dennoch tritt während der Nutzungszeit eine Änderung der strukturellen Substanz ein, welche die Lebensdauer einer Betondecke endlich macht. Beeinflusst werden kann dieser Prozess durch die Ausführung geeigneter Maßnahmen im Rahmen der Baulichen Erhaltung (siehe auch Kapitel 2.6 und Kapitel 9).

2.1 Merkmale des Betondeckenbaus

Die nachfolgenden Merkmale und Eigenschaften des Betondeckenbaus geben den hohen Entwicklungsstand für eine dauerhafte und wirtschaftliche Fahrbahnkonstruktion am Beispiel des Autobahnbaus wieder, siehe Bild 2.2.

- › Unbewehrte Plattenbauweise
- › Raumbefugte Bauweise mit Ausnahme der Endbereiche und bei Anschlüssen an feste Einbauten
- › Ausbildung der Quersfugen als Querscheinfugen, im Regelfall verdübelt (Abstand 25 cm)
- › Ausbildung der Längsfugen als Längsscheinfugen, im Regelfall verankert (3 bis 5 Anker pro Platte)
- › Typische Plattengeometrien: Plattenbreite im Hauptfahrstreifen 4,0 bis 4,5 m bei einer typischen Plattenlänge für die Belastungsklassen Bk3,2 bis Bk100 von 5,0 m und für Bk0,3 bis Bk1,8 von 4,0 bis 4,5 m. Plattenbreiten im Hauptfahrstreifen von 3,0 bis 4,0 m bei einer typischen Plattenlänge bei allen Belastungsklassen von 4,0 m.
- › Deckendicken standardisiert in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung zwischen 21 und 29 cm gemäß RStO oder rechnerisch dimensioniert gemäß RDO Beton

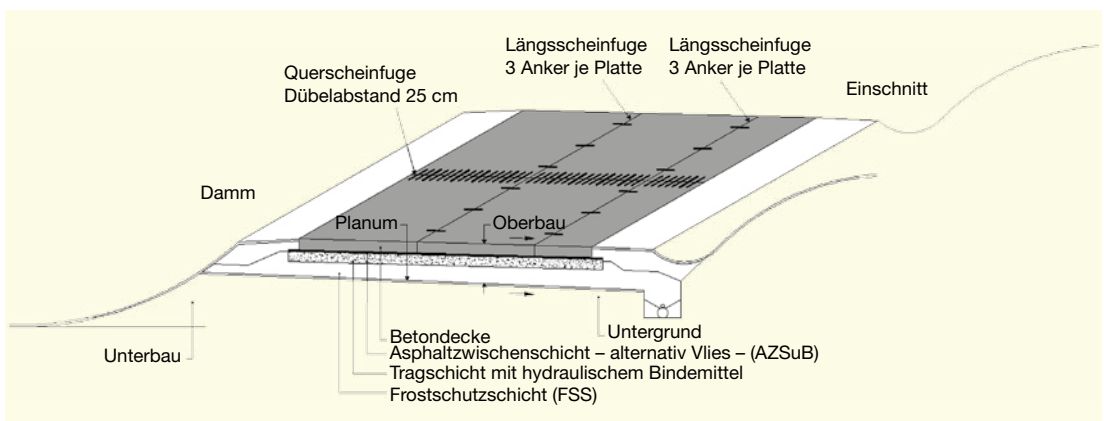


Bild 2.2: Betondecke nach den RStO bzw. RDO Beton

- Dimensionierungsrelevant ist der Hauptfahrstreifen, die ermittelte Deckendicke bleibt über den gesamten Querschnitt konstant
- Der konstruktive Aufbau ist gekennzeichnet durch eine eindeutige Schichtentrennung zwischen Betondecke und Unterlage,
 - a) Betondecke auf Asphaltzwischen- oder Vlies mit darunterliegender hydraulisch gebundener Tragschicht/Verfestigung,
 - b) Betondecke auf Asphalttragschicht oder
 - c) Betondecke auf ungebundener Tragschicht (bei höherer Verkehrsbelastung auf Schottertragschicht STSuB)
- Verfüllen der Fugen: Ein Wasser- und Feststoffeintritt wird vermieden. Das Oberflächenwasser gelangt nicht unter die Decke, und die Funktion der Fuge bleibt erhalten. Mit elastischen Fugenprofilen und heiß oder kalt verarbeitbaren Fugenmassen wird eine sichere und dauerhafte Wirkung erreicht.
- Ungebundene Schottertragschichten, Asphalttragschichten oder Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln: Sie gewähren der Decke dauerhafte Auflagerungsbedingungen. Dazu müssen die Schichten eben, tragfähig, profilgerecht, frost- und erosionsbeständig sowie in bestimmtem Maße anpassungsfähig an die Deckenbewegung sein.
- Hervorragende Auflagerungsbedingungen für die Betondecke liefern Asphaltzwischen-schichten.
- Kerben der Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln: Hydraulisch gebundene Tragschichten und Verfestigungen mit Zement werden für den Ausnahmefall – wenn keine Asphaltzwischen- oder Vliesstoff zwischen Tragschicht und Betondecke angeordnet wird – im Raster der Fugen der Betondecke gekerbt. Dadurch werden Reflexionsrisse in der Decke, die von Rissen in der Tragschicht ausgehen, vermieden.
- Tragfähigkeit der Frostschutzschicht/ungebundenen Tragschicht und des Unterbaus/Untergrunds: Sie wird durch die Prüfung einzuhaltender Mindestverformungsmoduln (E_{v2}) sichergestellt.
- Hohe Betonqualität: Sie wird abgesichert durch die Verwendung von güteüberwachten Ausgangsstoffen mit hohen Anforderungen. Die chemische Eignung wird gemäß ARS Nr. 04/2013 vom 22.01.2013 entweder über WS-Grund- und Bestätigungsprüfungen oder über Performanceprüfungen gewährleistet. Zur Gewährleistung der Verträglichkeit der einzelnen Betonbestandteile miteinander werden zusätzliche Voruntersuchungen durchgeführt. Ein hoher Frost-Tausalz-Widerstand und die damit verbundene Dauerhaftigkeit werden durch Mindestwerte für den Luftporen- und Zementgehalt, für die Druck- und Spaltzugfestigkeit – ggf. Biegezugfestigkeit – durch Begrenzung der feinkörnigen Bestandteile und des Wasserzementwerts sowie eine Abstimmung zwischen Betonherstellung und Einbau erreicht. Die Nachbehandlung des Betons ist vorgeschrieben.
- Leistungsfähige Beton-Mischanlagen: Automatisch gesteuerte Dosiereinrichtungen und Betonmischer mit hoher Mischwirkung bereiten einen gleichmäßigen Frischbeton in ausreichender Menge. Für Straßenbeton wird eine längere Mischzeit als für Normalbeton verlangt.
- Gleitschalungsfertiger: Sie ermöglichen einen exakten Beton-, Dübel- und Ankereinbau. Die Fertiger verdichten den Beton ausreichend und erzeugen eine hohe Betonqualität. Gleitschalungsfertiger können Einbaubreiten bis zu 16 m (in Ausnahmefällen 18 m) abdecken.

2.2 Gebrauchseigenschaften

Die Gebrauchseigenschaften einer Betondecke werden in den TL/ZTV Beton-StB über Mindestvorgaben und über die beanspruchungsabhängigen Deckendicken in den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ (RStO) bzw. bei rechnerischer Dimensionierung mithilfe der „Richtlinie für die Dimensionierung des Oberbaus“ (RDO Beton) geregelt. Die TL Beton-StB und die ZTV Beton-StB geben Mindestwerte für die Betondruck- und -biegezugfestigkeit und für den Luftgehalt des Frischbetons vor, fordern die Einhaltung von Luftporenkennwerten des Festbetons, schränken Abweichungen von der Sollstärke und der profilgerechten Lage und Ebenheit ein und begrenzen die erlaubte Schräglage und Höhenabweichung der Dübel sowie deren Verschiebung senkrecht zur Fuge. Außerdem werden Anforderungen an die Griffigkeit gestellt. Zurzeit werden Anforderungen an die Lärminderung durch eine Waschbetonoberfläche erfüllt.

Bei sachgerechter Herstellung und dauerhaft wirksamer Entwässerung verfügt die Betondecke über vorteilhafte Eigenschaften. Dies betrifft insbesondere ihre hohe Tragfähigkeit und die großen Tragfähigkeitsreserven, ihre Verformungsstabilität, ihre gute Griffigkeit (Waschbeton) und Helligkeit (bei Waschbeton in Abhängigkeit von der Gesteinskörnung) sowie ihre Dauerhaftigkeit mit den damit verbundenen geringen Aufwendungen für die Bauliche Erhaltung.

2.2.1 Tragfähigkeit

Die Betonplatte verteilt Lasten auf ihre Unterlage. Betondecken weisen eine hohe Tragfähigkeit auf, die durch eine Vergrößerung der Deckendicke noch erhöht werden kann. Die Tragfähigkeit ist bei jeder Temperatur vollständig vorhanden. Tragfähigkeitsminderungen im Unterbau während der Tauperiode sowie lokal begrenzte Tragfähigkeitsverluste werden überbrückt.

Die Bauweisen derselben Belastungsklasse nach den RStO werden als technisch gleichwertig angesehen, wenn sie die Verkehrsbelastung im vorgegebenen Nutzungszeitraum von 30 Jahren aufnehmen können, ohne dass strukturelle Schäden, z. B. Ermüdungsrisse, auftreten. Betondecken weisen auch nach dieser Zeitspanne noch erhebliche Tragreserven auf, d. h. sie können weiteren Lastwechseln oder aber höheren Achslasten widerstehen. Bei Betondecken geht man im Verlauf der Nutzungsphase von einem im Vergleich zu Asphaltbauweisen (außer Gussasphalt) deutlich geringeren Erhaltungsaufwand aus. Dies wird seit 1996 berücksichtigt, indem die Angebotskosten für Konstruktionen mit einer Betondecke um zunächst 5,00 DM/m², jetzt 1,80 €/m², über den Kosten für eine Konstruktion mit einer Deckschicht aus Splittmastixasphalt liegen dürfen („Betondecken-Bonus“/ARS 5/2005).

2.2.2 Verformungsstabilität

Betonfahrbahndecken sind bei jeder in der Praxis vorkommenden Temperatur verformungsstabil. Spurrinnen, Verdrückungen und Wellen treten daher bei ihnen nicht auf. Die Befahrbarkeit der Betondecke und der schnelle Abfluss des Oberflächenwassers bleiben erhalten.

Bei Asphaltdecken können die Schubbeanspruchungen bereits aus der heutigen Verkehrsbelastung in den oberen 10 bis 14 cm (also auch in der Binderschicht und bis in die Asphalttragschicht hinein) – besonders bei Erwärmung im Sommer – zu bleibenden Verformungen führen. Neben der Temperatur beeinflussen die Radlast, der Kontaktdruck (Reifen-Fahrbahn) sowie die Häufigkeit und Dauer der Belastungen die Verformungen. Bei großen Achslasten und dem weiter zunehmenden Schwerverkehr weist die Betondecke – insbesondere von Bundesautobahnen – ein sehr dauerhaftes Gebrauchsverhalten auf. Das gilt gleichermaßen für Busverkehrsflächen, Kreuzungen und Kreisverkehre.

2.2.3 Griffigkeit

Die Griffigkeit einer Fahrbahndecke hat eine entscheidende Bedeutung für die Verkehrssicherheit, insbesondere bei Nässe wird die Unfallrate negativ beeinflusst (Bild 2.3). Umfangreiche statistische Erhebungen der Bundesanstalt für Straßenwesen zeigen auf Autobahnen im Vergleich mit Asphalt deutliche Vorteile für Beton (Bild 2.4).

Betondecken weisen unmittelbar nach der Fertigstellung eine hohe Griffigkeit auf. Diese ändert sich im Laufe der Zeit nur unwesentlich, wenn ein stabiler Mörtel, scharfer Sand und polierresistente Gesteinskörnungen verwendet werden. Seit 2002 ist die Griffigkeit von Straßendecken – und damit auch von Betondecken – nach dem Einbau nachzuweisen. Die Messung nach dem Seitenkraftmessverfahren (SKM) erfolgt frühestens vier Wochen nach Verkehrsfreigabe. Bei der Messung sind die „Technische Prüfvorschriften für Griffigkeitsmessungen im Straßenbau“ (TP Griff-StB) zu beachten.

Die Grenzwerte für die Nachweise der Griffigkeit bei der Abnahme der Verkehrsflächen und nach Ablauf der Verjährungsfrist für Mängelansprüche sind in Tafel 2.1 enthalten. Die Grenzwerte gelten für den Einzelwert jedes 100-m-Abschnitts der Fahrbahndecke; sie dürfen um nicht mehr als 0,03 unterschritten werden.

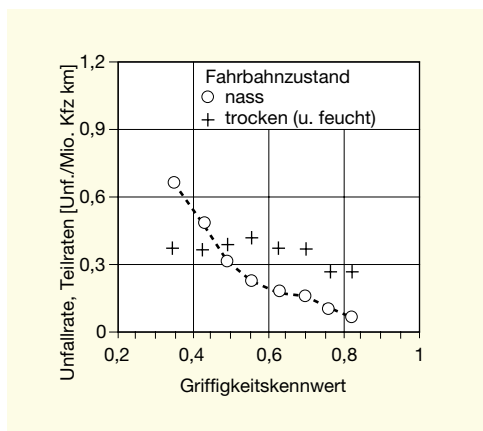


Bild 2.3: Unfallrate auf Bundesautobahnen in Abhängigkeit von der Griffigkeit der Fahrbahn

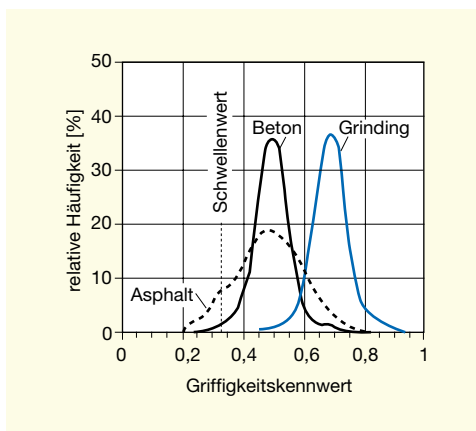


Bild 2.4: Häufigkeitsverteilungen der Griffigkeitskennwerte auf Beton- und Asphaltdecken

Hinweis zu Bild 2.4: die Häufigkeitsverteilung bei Betonoberflächen mit Grinding gibt eine ähnliche Gaußkurve, die jedoch ihren Mittelwert (Erwartungswert) bei 0,7 hat!

Tafel 2.1: Griffigkeitswerte für die Abnahme nach Fertigstellung und nach Ablauf der Verjähungsfrist (nach ZTV Beton-StB)

Messgeschwindigkeit [km/h]	Grenzwerte μ_{SKM}	
	bei Abnahme	bis zum Ablauf der Verjähungsfrist für Mängelansprüche
40	0,56	0,49
60	0,51	0,45
80	0,46	0,40

2.2.4 Helligkeit

Die Helligkeit der Fahrbahnoberfläche trägt – insbesondere bei Dunkelheit und Nässe – zur Verkehrssicherheit bei. Betondecken sind hell, sie gewähren daher bessere Sicht – Personen, Markierungen und Hindernisse werden eher erkannt. Dadurch wird das Unfallrisiko für alle Verkehrsteilnehmer herabgesetzt.

Aufgrund der hellen Oberfläche werden für die Straßenbeleuchtung bei gleichem Helligkeitsniveau auf der Fahrbahn erhebliche Investitionskosten eingespart. Wegen des verringerten Energiebedarfs wird auch eine Senkung der Betriebskosten erreicht. Dies wirkt sich ebenfalls, z. B. bei der Beleuchtung im Tunnel, aus.

Bei Waschbetonoberflächen hängt die Helligkeit der Betondecke entscheidend von den verwendeten Gesteinskörnungen des Oberbetons ab und ist somit beeinflussbar.

2.2.5 Lärminderung

Auf sehr alten, entmörtelten Betondecken sowie auf unebenen und sehr rauen Betonoberflächen ist das Reifen-Fahrbahn-Geräusch hoch.

Die mit dem Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau ARS 5/2006 eingeführte Waschbetonbauweise für Bundesautobahnen löste die Fertigungstechnik „Längsglätter und Strukturierung der frischen Betonoberfläche mit nachgeschlepptem Jutetuch“ ab. Waschbetonoberflächen haben einen vergleichbaren D_{Stro} -Wert von -2,0 dB(A) wie Asphaltbetone $\leq 0/11$ sowie Splittmastixasphalte 0/8 und 0/11 ohne Absplittung (Tafel 2.2).

Bei einer qualitätsgerechten Ausführung der Waschbetonoberfläche unter Beachtung bestimmter Eigenschaften der Gesteinskörnung, z. B. der Kornform der groben Gesteinskörnung, werden lärmarme Oberflächen erreicht. Dabei wird versucht, der idealen, ebenen Oberfläche eines „Plateaus mit Schluchten“ möglichst nahe zu kommen (Bild 2.5). Ein gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen Reifen-Fahrbahn-Geräusch und Rauheit der Oberfläche besteht nicht. Weitere geräuschmindernde Oberflächenausführungen, wie z. B. das Strukturieren der Betonoberfläche durch Schleifen (Grinding), werden derzeit untersucht und sollen als zusätzlich Maßnahmen in das neue Straßenbauregelwerk aufgenommen werden.

Tafel 2.2: Korrekturwert D_{strO} für unterschiedliche Straßenoberflächen nach RLS-90

Straßenoberfläche	D_{strO} [dB(A)] bei Höchstgeschwindigkeiten von	
	≥ 50 km/h	> 60 km/h außerorts
Betonbauweisen		
Stahlbesenstrich quer mit Längsglätter	+2,0	+1,0
Waschbetonoberfläche (Größtkorn 8 mm)		-2,0
Asphaltbauweisen		
geriffelte Gussasphalte	+2,0	
nicht geriffelter Gussasphalt, Asphaltbetone oder Splittmastixasphalte	0	(0)
Asphaltbetone ≤ 0/11 und Splittmastixasphalte 0/8 und 0/11 ohne Absplittung	0	-2,0
offenporige Asphaltdeckschichten der 2. Generation, die im Neuzustand einen Hohlraumgehalt ≥ 22 % aufweisen (Größtkorn 0/11, Dauer 4 bis 6 Jahre)	-	-4,0
offenporige Asphaltdeckschichten der 3. Generation, die im Neuzustand einen Hohlraumgehalt ≥ 22 % aufweisen (Größtkorn 0/8, Dauer 8 Jahre)	-	-5,0

(0) Referenzdecke

Im Bereich von Bundesfernstraßen, Stadt- und Landstraßen sind Waschbetonoberflächen bei Lärmanforderungen einzusetzen. Eine Strukturierung mittels Besenstrich und/oder nachgeschlepptem Kunstrasen anstatt eines Jutetuchs ist bei geringeren Fahrgeschwindigkeiten (z. B. Busverkehrsflächen) und in Bereichen ohne Anforderung an die Lärmbegrenzung weiterhin möglich.

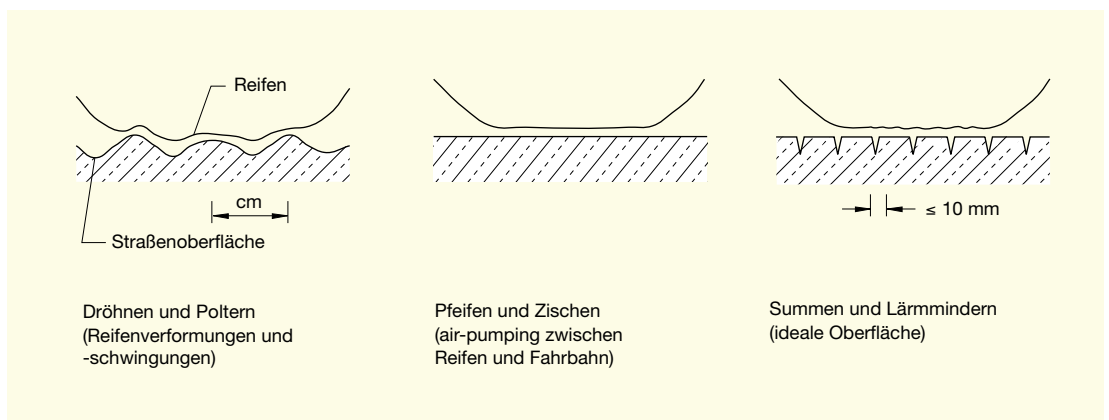


Bild 2.5: Oberflächentextur und Reifen-Fahrbahn-Geräusche