



EUROPA FACHBUCHREIHE
für Bautechnik

Peschel · Batz · Chiriatti · Dicks · Hinrichsen · Vogel

Straßen- und Tiefbau

Mit lernfeldorientierten Projekten

17., überarbeitete Auflage
Begründet von Dietrich Richter / Manfred Heindel

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsseldorfer Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr. 46710

Autoren:

Batz, Simon	Studiendirektor	Essen
Chiriatti, Nico	Oberstudienrat	Velbert
Dicks, Julian	M.Sc.-Ing.	Gelsenkirchen
Hinrichsen, Heiko	Dipl.-Ing. (FH)	Rendsburg
Peschel, Peter	Oberstudiendirektor a. D.	Göttingen
Vogel, Volker	Oberstudienrat	Kassel

Lektorat:

Peter Peschel Göttingen

Bildbearbeitung:

Verlag Europa-Lehrmittel, Abteilung Bildbearbeitung, Ostfildern

17., überarbeitete Auflage 2026

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

Das vorliegende Werk wurde mit aller gebotenen Sorgfalt erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag für die Richtigkeit von Fakten, Hinweisen und Vorschlägen sowie für eventuelle Satz- und Druckfehler keine Haftung.

ISBN 978-3-7585-4694-5

Bei Fragen zur Produktsicherheit wenden Sie sich bitte an produktsicherheit@europa-lehrmittel.de.

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2026 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG., 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Umschlaggestaltung: Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Umschlagmotiv: © Christophe Fouquin, Adobe Systems Software Ireland Ltd., Adobe Stock, IRL-Dublin

Satz: Punkt für Punkt GmbH · Mediendesign, 40549 Düsseldorf

Druck: Triangl Praha – www.trianglprint.cz

Vorwort zur 17. Auflage

Das Lehrbuch Straßen- und Tiefbau liegt nun in der 17. Auflage vor. Auszubildenden der Tiefbauberufe, Teilnehmern der Polier- und Meisterkurse, Studierenden der Techniker- und Fachhochschulen sowie allen Praktikern steht damit wie gewohnt ein umfassendes Lehrbuch auf aktuellem Stand der Technik zur Verfügung. Die Neuordnung der Tiefbauberufe und der aktuelle Rahmenlehrplan (RLP gültig ab August 2026) für die Berufsausbildung in Tiefbauberufen wurden dabei berücksichtigt.

Allen, die durch ihre Anregungen zur Fortentwicklung des Lehrbuches beigetragen haben, insbesondere den genannten Baufirmen, Institutionen und Verlagen, sei herzlich gedankt. Für die weitere Entwicklung des Lehrbuches können fachkundige Kritiken und Verbesserungsvorschläge zum weiteren Gelingen des Lehrbuches beitragen. Sie können dafür unsere Adresse lektorat@europa-lehrmittel.de nutzen.

Göttingen, im Sommer 2026

Peter Peschel

Vorwort zur 13. Auflage (Auszug)



RENDSBURG Diese Baustelle auf der Fockbeker Chaussee sorgt bei Autofahrern für Verwunderung: Bis Freitag kommender Woche wird zunächst an der **Einmündung in die Büsumer Straße** (Foto) und danach am Abzweig in die Straße Am Wasserwerk gebuddelt. Ungewöhnlich sind die Arbeiten, weil die Fockbeker Chaussee erst vor zwei Jahren aufwändig saniert worden war. Auslöser für die jetzt angelaufene Erneuerung ist keineswegs kaputter Asphalt – große Pfützen sind der Grund. Sie bilden sich, weil die Fahrbahn an den genannten Stellen nicht genügend Neigung aufweist, das Wasser fließt nicht ab. Dieser Mangel müsse behoben werden, wie der Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr mitteilte.

höff

Eine Zeitungsmeldung. Da fragt sich der Verkehrsteilnehmer und/oder Leser: Wie konnte es passieren? War die Planung fehlerhaft? Oder die Ausführung? Hat niemand die Ausführungszeichnungen überprüft? Hat die Bauaufsicht auch nichts bemerkt? Wie ist die Abnahme erfolgt?

Das Lehrbuch „**Straßen- und Tiefbau**“ möchte auch in der 13. Auflage dazu beitragen, dass Auszubildende im Straßenbau und alle am Bau Beteiligten so gut ausgebildet werden, damit solche teuren und nachträglichen Reparaturarbeiten nicht erfolgen müssen.

Der **Inhalt** des Buches umfasst alle Themen des **KMK-Rahmenlehrplans für Tiefbaufacharbeiter, Straßenbauer** und zum großen Teil auch für **Kanalbauer**. Das Buch ist bewusst **nicht streng nach Lernfeldern**, sondern vielmehr nach der **organisatorischen Abfolge der Arbeiten auf der Baustelle** gegliedert. Über die Lernfeldthemen hinaus werden **technische und betriebliche Grundkenntnisse** sowie **Grundzüge der Straßenplanung** vermittelt.

Fachmathematik und Bauzeichnen werden in gesonderten Abschnitten behandelt. Mithilfe von Originalzeichnungen soll das Lesen und Verstehen der, für die Ausführung erforderlichen, Zeichnungen geübt werden. Die weitere Ausstattung umfasst Tabellen, Hinweise auf die VOB und Beispiele aus Leistungsverzeichnissen.

Lernfeldorientierte Projektaufgaben vertiefen die Kenntnisse eines Lernfelds und fassen sie in mehrstündigem oder mehrtägigem Zeitaufwand an einem Praxisbeispiel zusammen. Technologische, mathematische und zeichnerische Einzelaufgaben dienen der Wiederholung und Prüfungsvorbereitung.

Rendsburg, im Sommer 2015

Dietrich Richter und Manfred Heindel

Zunftzeichen der Pflasterer (Steinsetzer)
und Straßenbauer



Hinweise zu Inhalt und Benutzung des Buches

	Wichtige, zusammenfassende Aussagen, Merksätze
	Tabellen
	Aufmaß und Abrechnung nach VOB
	Beispiele aus Leistungsverzeichnissen
	Aufgaben und Projekte
Projekt Nr. ...	Projekt Nr. 1
Projektname	Organisation und Ablauf einer Baustelle
Lernfeld ...	Lernfeld 1: Einrichten einer Baustelle
Lernsituation ...	Sie arbeiten gerade auf einer Baustelle ...

Tabellen, Abbildungen und Fotos werden im jeweiligen Kapitel fortlaufend durchnummeriert. Alle Fotos sind im Quellen- und Bildverzeichnis nochmals aufgeführt. Alle Tabellen, Abbildungen und Fotos sind unter derselben Nummer in den digitalen Materialien enthalten.

Lernfelder für die Berufsausbildung im Tiefbau sind am Schluss des Fachbuches aufgeführt.

Informationen zum Inhalt DIGITAL+

1. Umschlagseite des Fachbuches 2. Inhaltsübersicht in den digitalen Materialien 3. Seiten 1 bis 10, wie im Buch 4. Formelblätter ■ Umwandlung von einfachen Gleichungen ■ Physikalische Größen 5. Übersicht zu den Abbildungen und Tabellen ■ alle Abbildungen und Tabellen der Kapitel zur Auswahl 6. Übersicht zu den Tabellen im Anhang ■ Tabellen aus dem Anhang 7. Übersicht zu den Projekten ■ Übersicht aller Projekte, ■ Aufgabenstellung und Lösungsvorschläge.	8. Aufgaben und Lösungen ■ aus dem Kapitel Vermessungsarbeiten 9. Aufgaben und Lösungen ■ aus dem Kapitel Fachmathematik 10. Projektarbeit im Lernfeld ■ Projektverlauf ■ Projektvorbereitung ■ Projektbearbeitung ■ Projektergebnisse ■ Probleme bei der Projektbearbeitung Kapitel 12 Aktuelles zum Temperaturabgesenkten Asphalt (TA-Asphalt)
---	---

Inhaltsverzeichnis

Hinweise zu Inhalt und Benutzung des Buches, Informationen zum Inhalt DIGITAL+	4
1 Technische und betriebliche Grundkenntnisse	11
1.1 Straßen früher und heute	11
1.2 Straßenbau und Umwelt	15
1.3 Statistik, Klassifizierung, Standardisierung und Hauptbestandteile der Straßen	19
1.4 Technische Regelwerke für den Straßen- und Tiefbau	26
1.5 Ausbildung und Weiterbildung	28
1.6 Organisation eines Straßenbaubetriebs	31
1.7 Vergabe von Bauaufträgen	33
1.8 Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen	35
1.9 Ablauf eines Bauauftrages	42
Aufgaben zu Kapitel 1	45
Projekt Nr. 1: Organisation und Ablauf einer Baustelle	46
2 Grundzüge der Straßenplanung	47
2.1 Straßennetz, Verkehrsplanung und Planungsschritte	47
2.2 Querschnittsgestaltung nach RIN – RAA – RAL – RASt	49
2.2.1 Richtlinien für die Anlage von Autobahnen – RAA, Ausgabe 2008	50
2.2.2 Richtlinien für die Anlage von Landstraßen – RAL, Ausgabe 2012	51
2.2.3 Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen – RASt, Ausgabe 2006	55
2.3 Ausbauquerschnitte	58
2.4 Lagepläne	63
2.4.1 Entwurfselemente des Lageplanes	66
2.4.2 Entwurfselemente des Lageplanes nach RAL	70
2.4.3 Lageplanelemente nach RASt	71
2.5 Höhenpläne	71
2.6 Knotenpunkte	79
Aufgaben zu Kapitel 2	80
Projekt Nr. 2a: Bauen einer Verbindungsstraße Belastungsklasse Bk1,0	82
Projekt Nr. 2b: Bauen einer Erschließungsstraße Belastungsklasse Bk3,2	84
3 Vermessungsarbeiten	87
3.1 Einführung	87
3.2 Vermessungsgeräte und -instrumente	89
3.3 Fluchten, Längenmessen, Loten	92
3.4 Abstecken von rechten Winkeln	95
3.4.1 Abstecken mit Schnur oder Messband	96
3.4.2 Abstecken mit optischen Geräten	96
3.4.3 Abstecken nach dem Verhältnis 3 : 4 : 5	97
3.5 Abstecken von Kreisbögen	98
3.5.1 Berechnung der wesentlichen Längen	100
3.5.2 Abstecken von der Tangente	101
3.5.3 Abstecken von der Sehne	101
3.6 Höhenmessungen	104
3.6.1 Höhenmessungen mit der Wasserwaage	104
3.6.2 Nivellieren	105
3.6.3 Längs- und Querprofile	110
3.7 Vermessungsarbeiten mit dem Baulaser	112
Aufgaben zu Kapitel 3	115
Projekt Nr. 3: Praktische Übung zur Bogenabsteckung am Beispiel einer Kreuzung	117
4 Vorbereitende und begleitende Arbeiten	119
4.1 Vorbereiten und Einrichten der Baustelle	119
4.2 Sicherung von Arbeitsstellen und Gesundheitsschutz	123
4.2.1 Unfallgefahren und Unfallverhütung	123

4.2.2	Sicherung von Arbeitsstellen	126
4.3	Bauberichtswesen	138
4.4	Bodenuntersuchungen	145
4.4.1	Bohrungen/Rammsondierungen	146
4.4.2	Korngrößenverteilung	147
4.4.3	Zustandsformen bindiger Böden	148
4.4.4	Verdichtungs- und Tragfähigkeitsprüfung	150
4.4.5	Chemische Untersuchung	156
	Aufgaben zu Kapitel 4	157
	Projekt Nr. 4: Vorbereiten und Einrichten einer Kanal- und Straßenbau-Baustelle	158
5	Erdarbeiten	159
5.1	Oberbodenarbeiten	159
5.2	Ausheben, Einbauen und Verdichten von Boden	162
5.3	Herstellen des Erdplanums	174
5.4	Bau eines Lärmschutzwalls	177
5.5	Einbau von Geokunststoffen	177
5.6	Leistungsverzeichnis	180
	Aufgaben zu Kapitel 5	182
	Projekt Nr. 5a: Herstellung eines Grabenprofiles	183
	Projekt Nr. 5b: Bau einer Brückenrampe	184
6	Bau von Rohrleitungen	185
6.1	Grundsätzliches	185
6.2	Abwasserleitungen	186
6.3	Planung von Abwasserkanälen	190
6.4	Anforderung an die Rohrleitung und das Material	193
6.5	Tragwerkssystem Rohr/Boden	202
6.6	Schachtbauwerke	205
6.7	Bau von Abwasserkanälen	212
6.7.1	Offene Bauweise – Herstellen von Gräben	212
6.7.2	Verbauarten	218
6.8	Wasserhaltungsarbeiten	226
6.9	Verlegen von Rohrleitungen	227
6.10	Verfüllen und Verdichten von Rohrgräben	232
6.11	Geschlossene Bauweise	234
6.11.1	Rohrvortrieb	234
6.11.2	Stollenbau	236
6.12	Dichtheitsprüfung und optische Inspektion	236
6.13	Sanieren von Rohrleitungen und Schächten	238
6.14	Einbau von Versorgungsleitungen	242
6.14.1	Bau von Rohrleitungen zur Versorgung	242
6.14.2	Bau von Kabeln und Leerrohren	244
6.15	Leistungsverzeichnis	245
	Aufgaben zu Kapitel 6	249
	Projekt Nr. 6a: Fertiggestellter S- und R-Kanal	250
	Projekt Nr. 6b: Bau einer Schmutzwasserleitung	252
7	Bau von Einfassungen	253
7.1	Grundsätzliches	253
7.2	Versetzen von Bordsteinen aus Beton	255
7.3	Versetzen von Naturbordsteinen	264
7.4	Versetzen von Einfassungssteinen und Läuferreihen	267
7.5	Bau einer Verkehrsinsel aus Flachbordsteinen	268
7.6	Leistungsverzeichnis	270
	Aufgaben zu Kapitel 7	271
	Projekt Nr. 7: Bau einer Verkehrsinsel als Überquerungshilfe	273

8	Oberflächenentwässerung	274
8.1	Grundsätzliches	274
8.2	Verlegen von Muldensteinen und Pflastern von Mulden	278
8.3	Bau einer Rinne am Bordstein	281
8.4	Herstellen von Straßengraben und -mulden mit Befestigung	283
8.5	Einbau von Straßenabläufen	286
8.6	Einbau von Kasten- und Schlitzrinnen	294
8.7	Einbau von Sickereinrichtungen	298
8.8	Leistungsverzeichnis	301
	Aufgaben zu Kapitel 8	302
	Projekt Nr. 8a: Oberflächenentwässerung eines Wendekreises	305
	Projekt Nr. 8b: Oberflächenentwässerung über ein Regenwasserklärbecken	306
9	Schichten ohne Bindemittel	307
9.1	Grundlagen und Begriffe	307
9.2	Frostschuttschichten	311
9.3	Einbau einer Frostschuttschicht	314
9.4	Einbau einer Kies- oder Schottertragschicht	316
9.5	Einbau von Schlacken und Recyclingbaustoffen	318
9.6	Deckschichten ohne Bindemittel	319
9.7	Ungebundene Wegedecken in baumnahen Bereichen	321
9.8	Leistungsverzeichnis	323
	Aufgaben zu Kapitel 9	324
	Projekt Nr. 9a: Vergleich frostsicherer Oberbaukonstruktionen	325
	Projekt Nr. 9b: Bau eines Wanderweges	325
10	Pflasterflächen	327
10.1	Pflasterarbeiten	327
10.2	Kräfte und Verbände	329
10.3	Oberbau mit Pflastersteinen	330
10.4	Pflastern einer Fläche mit künstlichen Steinen	333
10.4.1	Baustoffe	333
10.4.2	Verbände und Muster	338
10.4.3	Herstellen von Klinkerpflasterflächen	340
10.4.4	Herstellen von Betonpflasterflächen	341
10.4.5	Verlegen von Gehwegplatten aus Beton	346
10.5	Pflastern einer Fläche mit Naturstein	351
10.5.1	Natürliche Gesteine	351
10.5.2	Pflastersteine aus Naturstein	354
10.5.3	Pflasterverbände für Naturstein	361
10.6	Bau von sickerfähigen Pflasterflächen	370
10.7	Fugenstabilität, Schadensbilder und Prüfansätze bei Pflasterdecken	372
10.7.1	Bedeutung der Fuge für die Gebrauchstauglichkeit von Pflasterdecken	372
10.7.2	Typische Schadensbilder bei mangelhafter Fugenstabilität	372
10.7.3	Ursachen und Einflussgrößen	372
10.7.4	Prüf- und Bewertungsansätze in der Praxis	373
10.7.5	Einordnung	373
10.8	Leistungsverzeichnis	374
	Aufgaben zu Kapitel 10	376
	Projekt Nr. 10a: Bau eines Pkw-Einstellplatzes	379
	Projekt Nr. 10b: Pflasterstreifen im Kreisverkehr	380
	Projekt Nr. 10c: Bau einer sickerfähigen Parkfläche	380
	Projekt Nr. 10d: Gestaltung und Bau eines Bahnhofsvorplatzes	381

11	Betonstraßen	383
11.1	Standardisierte Bauweise	383
11.2	Fahrbahnbeton	384
11.2.1	Beton	384
11.2.2	Zement	384
11.2.3	Wassermenge	386
11.2.4	Gesteinskörnungen	386
11.2.5	Expositionsklassen	388
11.2.6	Betonzusatzmittel	389
11.2.7	Anforderungen an den Beton für Fahrbahndecken	390
11.2.8	Transportbeton	390
11.2.9	Mischungsentwurf für Beton	390
11.3	Vorüberlegungen zur Herstellung der Betondecke	391
11.3.1	Einsatzgebiete	391
11.3.2	Unterbau	391
11.3.3	Mischverfahren	392
11.3.4	Tragschichten aus hydraulischen Bindemitteln	393
11.4	Betondecke	395
11.4.1	Herstellen der Betondecke	395
11.4.2	Fugen	396
11.4.3	Bewehren von Betonplatten	398
11.4.4	Dübel und Anker	399
11.4.5	Oberflächentextur von Betondecken – Entstehung und Wirkung	400
11.5	Bau von Halbstarren Deckschichten	403
11.6	Angebotsaufforderung – Betonflächen	406
	Aufgaben zu Kapitel 11	408
	Projekt Nr. 11a: Bau einer Bushaltestelle mit Betondecke	409
	Projekt Nr. 11b: Bau einer Betonfahrbahndecke	410
12	Asphaltstraßen	411
12.1	Eigenschaften und Einsatzbereiche	411
12.2	Asphaltschichten und Asphaltarten	412
12.2.1	Grundlagen Asphalt	412
12.2.2	Bitumen	415
12.2.3	Bitumenemulsionen	420
12.2.4	Gesteinskörnung	421
12.2.5	Asphalttragschichten	423
12.2.6	Tragdeckschicht	425
12.2.7	Asphaltbinderschicht	426
12.2.8	Asphaltdeckschicht	429
12.3	Arbeiten mit dem Ausbauquerschnitt und dem Querprofil	438
12.4	Ausführung von Asphaltdecken	440
12.5	Abfräsen alter Asphaltdecken	449
12.6	Temperaturabgesenkter Asphalt (TA-Asphalt)	451
12.7	Leistungsverzeichnis	452
	Aufgaben zu Kapitel 12	453
	Projekt Nr. 12a: Bestellung von Asphaltmischgut und Bindemittel aus Bitumen	455
	Projekt Nr. 12b: Schichtenverbund und Randabdichtung	456
13	Sanierung von Verkehrsflächenbefestigungen	457
13.1	Allgemeine Situation	457
13.1.1	Grundbegriffe	457
13.1.2	Richtlinien und Vertragsbedingungen	458
13.2	Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen aus Asphalt	458
13.2.1	Instandhaltung	460
13.2.2	Instandsetzung	460
13.2.3	Erneuerung	460
13.3	Verfahren zur Substanzerhaltung von Asphaltdecken	461
13.4	Leistungsverzeichnis – Deckensanierung	467

13.5	Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen aus Beton	469
13.6	Verfahren zur Substanzerhaltung von Betondecken	470
	Projekt Nr. 13: Instandsetzung einer Decke mit Oberflächenbehandlung (OB)	473
14	Fachmathematik	475
14.1	Längen, Stationen, Höhen	477
	Aufgaben zu Teilkapitel 14.1	478
14.2	Neigungen	479
	Aufgaben zu Teilkapitel 14.2	481
14.3	Winkel, Bogenlängen, Winkelfunktionen	483
	Aufgaben zu Teilkapitel 14.3	488
14.4	Flächen	489
	Aufgaben zu Teilkapitel 14.4	493
14.5	Körper	496
	Aufgaben zu Teilkapitel 14.5	501
14.6	Masse, Dichte, Kraft	503
14.7	Baustoffbedarf	504
	Aufgaben zu Teilkapitel 14.7	510
14.8	Lohnberechnung	512
	Aufgaben zu Teilkapitel 14.8	517
14.9	Kalkulation	518
	Aufgaben zu Teilkapitel 14.9	526
15	Zeichnungen aus dem Straßen- und Tiefbau	527
15.1	Zeichnungsnormen	527
15.2	Normschrift und Schriftfeld	528
15.3	Zeichengeräte und Materialien	530
15.4	Bemaßung	531
15.5	Bauzeichnungen	532
15.6	Originalzeichnungen aus dem Straßen- und Tiefbau	537
1	Informationsplan, im Original Maßstab 1 : 750	537
2	Erschließungsplan, im Original Maßstab 1 : 1 000	538
3	Lageplan als Teil eines B-Plans, im Original Maßstab 1 : 500	540
4	Ausführungsplan Entwässerung, im Original Maßstab 1 : 500	542
5	Entwässerungslageplan, im Original Maßstab 1 : 500	544
6	Übersichtsplan für ein Erschließungsgebiet mit Bohrprofilen, ohne Maßstab	546
7	Längsschnitt Kanalisation, im Original Maßstab MdL 1 : 500, MdH 1 : 50 (Ausschnitt)	548
8	Längsschnitt für den Neubau einer Schmutz- und Regenwasserleitung, im Original Maßstab MdL/MdH 1 : 200/100	550
9	Lageskizze für eine Kanalerneuerung, im Original ohne Maßstab	552
10	Detailzeichnung Draufsicht Schacht, im Original Maßstab 1 : 25	553
11	Bestandszeichnung von Schmutz- und Regenwasserleitungen, im Original Maßstab 1 : 500	554
12	Querschnitt durch ein Regenwasser-Klärbecken, im Original MdL 1 : 250, MdH 1 : 100	555
13	Straßenquerschnitt einer Landstraße nach RAL mit Regelquerschnitt RQ 11, im Original Maßstab 1 : 50	556

14	Ausbauquerschnitt einer Stadtstraße mit Pflasterbefestigung, im Original Maßstab 1 : 50	558
15	Lageplan der Oberflächengestaltung einer Stadtstraße, im Original Maßstab 1 : 500	559
16	Markierungs-/Beschilderungsplan einer Stadtstraße, im Original Maßstab 1 : 250	560
17	Ausführungsplanung einer barrierefreien Querungsstelle mit Mittelinsel, im Original Maßstab 1 : 100	561
18	Ausbauquerschnitte einer Stadtstraße, im Original Maßstab 1 : 50	563
19	Ausbauquerschnitt einer Stadtstraße, im Original Maßstab 1 : 50	565
20	Ausbauquerschnitt einer Bundesstraße an verschiedenen Stationen, im Original Maßstab 1 : 50 (vergleichend RStO 01 zu RStO 12/24)	567
21	Ausbauquerschnitte eines Radwegs an verschiedenen Stationen, im Original Maßstab 1 : 50 ...	569
22	Autobahnquerschnitt im Original Maßstab 1 : 50	570
23	Details zum Autobahnquerschnitt, im Original Maßstab 1 : 10 und 1 : 20	572
24	Detailzeichnung einer Randbefestigung, im Original Maßstab 1 : 10	574
25	Querschnitt einer Haltestelle für einen Niederflrbus, im Original Maßstab 1 : 50	575
26	Höhenplan einer Straße, im Original Maßstab der Länge 1 : 500, Maßstab der Höhe 1 : 50 (verkürzt auch M 1 : 500/50)	576
27	Deckenhöhenplan für eine Wohnstraße mit Wendekreis, im Original Maßstab 1 : 200	578
28	Deckenhöhenplan für eine Einmündung, im Original Maßstab 1 : 250	580
29	Deckenhöhenplan und Fugenplan eines Busbahnhofs mit Betondecke, im Original Maßstab 1 : 250 ..	582
30	Kreisverkehrsplatz, im Original Maßstab 1 : 250	584
31	Ausführungsplanung Gehweg als Bestandteil einer Erschließungsmaßnahme mit Wendehammer, im Original Maßstab 1 : 25	586
32	Verlegeplan als Lageplan für die Einmündung eines Wohnweges, im Original Maßstab 1 : 50 ...	588
Tabellen		589
Vermessung		590
Physikalische Grundlagen		592
Physikalische Grundlagen		593
Bauweisen nach RStO		594
Böden und Mineralstoffe		598
Rohrleitungen		604
Pflaster		609
Beton		614
Anhang		617
Grundsätzlicher Aufbau aller Lernfelder		618
Übersicht der Lernfelder für den Ausbildungsberuf Straßenbauer/-in und Kanalbauer/-in		619
Bild- und Quellenverzeichnis		621
Literaturverzeichnis		624
Internet-Adressen		625
DIN-Normen (Auswahl)		627
DIN EN-Normen (Auswahl)		628
Eurocode (EC) als Ersatz für nationale Normen		629
Richtlinien, Merkblätter, Prüfvorschriften und Technische Lieferbedingungen		629
Abkürzungen		630
Sachwortverzeichnis		633

1 Technische und betriebliche Grundkenntnisse

1.1 Straßen früher und heute

Von allen großen Kulturen in China, Indien, Ägypten, Syrien, Babylonien und Assyrien, Persien und Griechenland, vor allem im römischen Reich, wird von Straßen, Straßenbau und Straßenbauern berichtet. Die Berichte gehen bis in das 4. Jahrtausend v. Chr. (Abb. 1.1) zurück, und so wird vom Straßenbau als einer sehr alten Baukunst und einem sehr alten Handwerk gesprochen.

Anfangs gab es nur den Trampelpfad, der von den ersten menschlichen Siedlungen wegführte und sich bald verlor. Die Verwendung des Rades und die Entwicklung von Wagen verschiedener Art machten eine Befestigung des Untergrundes erforderlich. So entstanden die ersten gepflasterten Straßen.

Bedeutung

Straßen haben für die jeweiligen Kulturen eine große Bedeutung. Entsprechend entstanden in der Vergangenheit große Handelsstraßen (z. B. in China und Syrien), wichtige Verwaltungsstraßen (z. B. in Indien und Persien), Prozessionsstraßen und heilige Straßen (z. B. in Babylonien und Griechenland), notwendige Förderstraßen (z. B. für den Bau der Pyramiden am Nil), Königsstraßen und Demonstrationsstraßen (z. B. in Syrien und Griechenland), wichtige Heerstraßen (z. B. in Makedonien und Rom), Gräberstraßen (z. B. in Rom, Abb. 1.2), Repräsentationsstraßen, Prachtstraßen und Wohnstraßen.

Die Konstruktion und Ausführung der Straßen waren in den Jahrtausenden sehr unterschiedlich und mehr als heute von den Faktoren Boden, Witterung, Baustoffen usw. abhängig. Meist waren es einfache Erdstraßen, dann wiederum Schotterstraßen, häufig Bohlen- oder Knüppelwege oder sogar auf Pfählen gegründete Straßen. Sehr früh spielte aber auch schon das Pflaster in Tempelhöfen, in Prozessionsstraßen und Siedlungskernen eine Rolle. In Babylonien und Assyrien wurden Ziegel in Straßen verlegt und mit „Asfalt“ vergossen.



Abb. 1.1: Die von deutschen Archäologen ausgegrabene gepflasterte Rampe in Troja (Türkei) ist vermutlich zwischen 2500 und 2300 v. Chr. gebaut worden.



Abb. 1.2: Die Via Appia – Königin der Straßen – wurde um 300 v. Chr. gebaut und war mit Steinplatten gepflastert. Von Grabmälern gesäumt, führte sie aus Rom heraus bis nach Brindisi.



Abb. 1.3: Pflaster einer römischen Straße aus dem 3. bis 4. Jahrhundert in der Provinzhauptstadt Colonia (Köln)

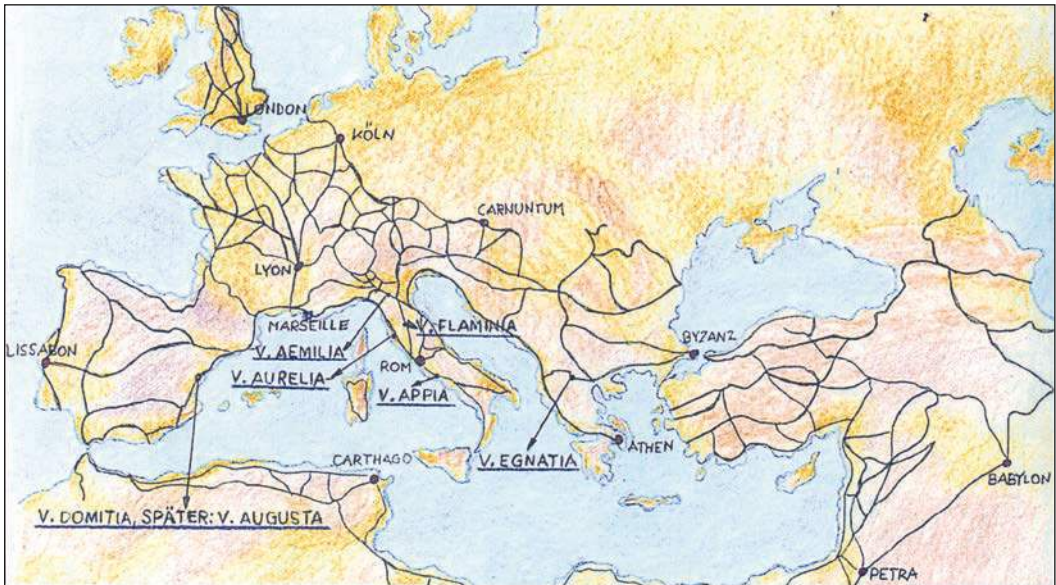


Abb. 1.4: Das Straßennetz des römischen Reiches umfasste etwa 80 000 km bis 100 000 km.

Viele Wege führen nach Rom

Gerade am Beispiel des großen römischen Reiches vor und nach Christi Geburt wird die Bedeutung der Straßen für Verwaltung und Machterhalt, aber auch für die Vielfalt und Ansprüche einer großen Kultur deutlich. Aus Resten und Ausgrabungen römischer Siedlungen im heutigen Deutschland, dem römischen „Germania“ (Trier, Köln, Xanten u. a.), verdichten sich Kenntnisse des römischen Straßenbaus (Abb. 1.5).

Besonders vielfältig waren die Pflaster im römischen Reich: großes Pflaster (Abb. 1.3) und Kleinpflaster, rechteckige und polygonale Steine, Pflaster mit und ohne Unterbau. Neu war die römische Erfindung eines „Betons“ (Opus Caementitium) aus Kalk und hydraulischen Zusätzen (Puzzolan, Tonziegmehl) und den Zuschlägen Sand, Kies, Ziegelsplitt, Natursteinsplitt und Steine. Dieser Römische Beton wurde häufig als obere Schicht wichtiger römischer Straßen verwendet. Ein vielfältiger, vielschichtiger Straßenaufbau mit und ohne solche Betonschichten kennzeichnete die Straßen des riesigen römischen Reiches. Mit dem Zerfall des römischen Reiches bestanden zwar die Straßen weiter, doch wurde die Technik des Straßenbaus nicht weiter entwickelt und es gingen die Kenntnisse verloren. So ist das Mittelalter ohne bedeutenden Straßenbau in Europa geblieben.

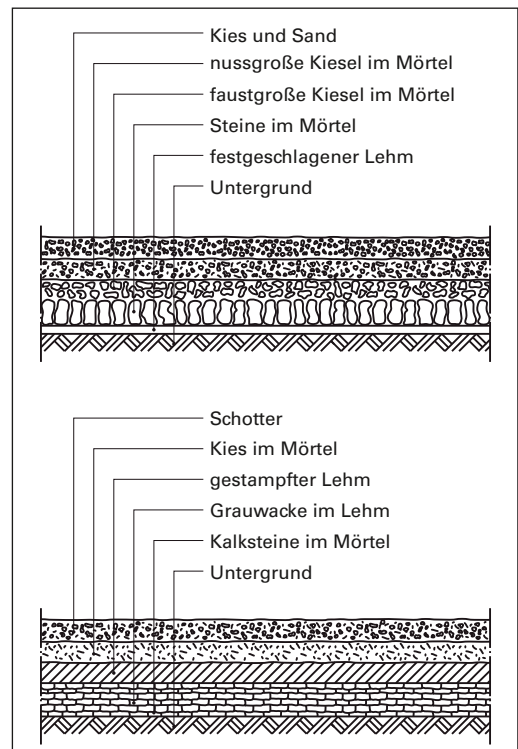


Abb. 1.5: Beispiele für den Aufbau römischer Straßen

18. und 19. Jahrhundert

Erst im 18. Jahrhundert belebte sich der Straßenbau durch neue Überlegungen zur Linienführung, zu Steigungen und Querschnitten. Aus der weitgehend unbefestigten Erdbahn des Mittelalters wird die Schotterstraße, ein Begriff, der auch heute noch im Volksmund üblich ist. Auf eine gute „Planie“ (Planum), auf guten Unterbau und auf künstliche Verdichtung wird erstmals hingewiesen. Aber auch das Pflastern wird auf wichtigen Landstraßen (Abb. 1.6) und in Städten wieder ausgeführt. Mit bogenförmigem Querschnitt und großen Randsteinen als Widerlager entstehen neue Pflasterstraßen besonders im 19. Jahrhundert. Nach einem weiteren Stillstand in der Technikentwicklung, bedingt durch den Bau von Eisenbahnen in der Mitte des Jahrhunderts, waren es besonders die beiden schottischen Straßenbauer *Telford* und *MacAdam*, die neue Techniken propagierten. Die Packlage – eine Unterbauschicht aus hochkant gestellten Pflastersteinen, deren Spitzen man abschlug und mit Schotter überdeckte – setzt sich durch und wird dann bis in die 50er Jahre des 19. Jahrhunderts angewendet.

20. Jahrhundert

Mit der Entwicklung und Verbreitung des schnellen Automobils wurden die Forderungen nach guten Fahrbahnen stärker. Zunächst war es die Staubplage, der versuchsweise mit einer Oberflächeenteerung begegnet wurde.

Die Weiterentwicklung der Teerung, die Innen-teerung der Schotterstraßen (Teermacadam), war der Beginn der Teer- und Asphaltstraßen, wie sie noch heute üblich sind, nun allerdings nur noch mit dem Bindemittel Bitumen. Die Teerstraße wird trotzdem im Sprachgebrauch weiterleben (Abb. 1.7).

So war neben der uralten Pflasterstraße und der häufigen Schotterstraße die Teerstraße wichtig geworden, bis (in Deutschland) Ende der 20er Jahre die Betondecke für anspruchsvolle, dauerhafte und schnelle Straßen gebaut wurde. Damit erlebte der „Römische Beton“ seine Wiedergeburt – allerdings in wesentlich verbesserter Technik (Abb. 1.8).



Abb. 1.6: Historische Handelsstraße mit Pflasterfahrbahn und seitlichem Sommerweg bei Trittau (Schleswig-Holstein)



Abb. 1.7: Bau einer Teerstraße vor etwa 70 Jahren (Straßenpech) im öffentlichen Straßen- und Wegebau ist in Westdeutschland seit 1984 und in Ostdeutschland seit 1990 wegen seiner gesundheitsschädlichen Wirkung verboten.



Abb. 1.8: Autostraße mit Lärmschutzwand

1

Die Entwicklung der Deckenbauweisen auf unseren Fernstraßen zeigt Tabelle 1.9.

Wie Tabelle 1.9 zeigt, hat sich Asphalt im Fernstraßenbau im Laufe der Entwicklung weitgehend durchgesetzt. Heute unterscheiden sich Deckenbauweisen jedoch nicht allein nach ihrem Anteil am Straßennetz, sondern vor allem nach Einsatzbereich, Verkehrsbelastung, gestalterischen Anforderungen und Unterhaltungskonzept. Abb. 1.10 ordnet die wichtigsten Deckenbauweisen nach ihrer heutigen Bedeutung und typischen Einsatzbereichen ein.

Heute hat der Straßenbauer ein weites Betätigungsfeld, in dem zwar die Handarbeit immer weniger wird (und sich Handarbeit besonders auf Pflasterarbeiten beschränkt), dafür aber die Viel-

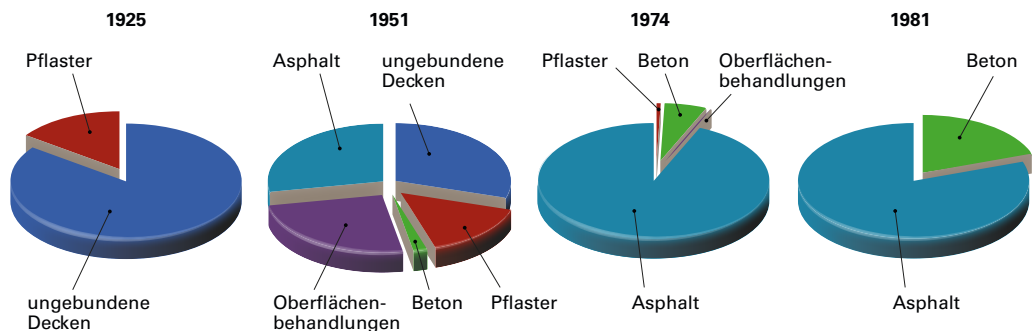
falt moderner, digitaler Maschinen ständig zunimmt.

Moderne Arbeitstechniken und eine Vielzahl von Baustoffen und Fertigteilen erfordern ein fundiertes technisches Wissen und stellen viele Herausforderungen hinsichtlich Vermessung und Organisation. Das Arbeitsgebiet Straßenbau ist, um den Bau von Entwässerungs- und Versorgungseinrichtungen erweitert, zum Tiefbau geworden.

Sehr oft werden vom Straßenbauer auch Kenntnisse und Fertigkeiten im Landschaftsgartenbau, Wasserbau, Kabel- und Leitungsbau erwartet und verlangt, weil die Aufträge entsprechende Arbeiten beinhalten.

Teamarbeit, nachhaltiges Arbeiten und Digitalisierung gehören zum Ausbildungsstandard.

Tabelle 1.9: Entwicklung der Deckenbauweisen auf unseren Fernstraßen (BAB und B) bis 1981



Hinweis: Die Anteile dienen der anschaulichen Darstellung der materialtechnischen Entwicklung. Wobei „Asphalt“ alle bituminösen Decken zusammenfasst und „Oberflächenbehandlungen“ historisch zu verstehen sind.

Asphaltdecken	Betondecken	Pflaster- und Plattenbeläge	Ungebundene /sonstige Befestigungen
 • heutige Bedeutung Regelbauweise im Straßenbau • typische Einsatzbereiche Autobahnen, Bundes-, Landes- und kommunale Straßen • Eigenschaften wirtschaftlich, schnell herstellbar, gut instandsetzbar	 • heutige Bedeutung besondere Bedeutung bei hoher Belastung • typische Einsatzbereiche vor allem Autobahnen und stark belastete Verkehrsflächen • Eigenschaften dauerhaft und tragfähig, aber aufwändiger in Herstellung und Erhaltung	 • heutige Bedeutung kommunaler und gestalterischer Bereich • typische Einsatzbereiche Gehwege, Plätze, Altstädte und verkehrsberuhigte Bereiche • Eigenschaften gestalterisch stark, kleinteilig und handwerklich geprägt	 • heutige Bedeutung Sonder- und Nebenbereiche • typische Einsatzbereiche Wege, Nebenflächen und wasserdurchlässige Befestigungen • Eigenschaften einfach, wasserdurchlässig, aber begrenzt belastbar

Abb. 1.10: Heutige Einsatzschwerpunkte der Deckenbauweisen

1.2 Straßenbau und Umwelt

Unser Straßen- und Wegenetz beansprucht eine große Fläche unseres dicht besiedelten Landes (rund 4 % bis 5 %). Der Verkehr auf befestigten Straßen, Wegen und Plätzen hat vielerlei Auswirkungen auf die umgebende Natur, also auf Boden, Luft, Klima, Tiere und Pflanzen, sowie uns Menschen. Lärm und Luftverschmutzung beeinträchtigen Gesundheit und Wohlbefinden.

Mit der Bevölkerungsdichte und dem Wohlstand steigt auch die Zahl der Straßenfahrzeuge und damit wiederum steigen die Einflüsse und Gefahren. Diese Erkenntnisse haben sich erst in den letzten Jahrzehnten durchgesetzt.

In den ersten Jahrzehnten nach dem 2. Weltkrieg wurde der Straßenbau sehr großzügig, aber auch sehr rücksichtslos gegen die Umwelt betrieben: Wertvolle Biotop sind oft bedenkenlos (auch unwissend) überbaut oder zerstört worden, Vorräte leichtsinnig verbraucht, viel mehr als erforderlich geholt, entwässert, begradigt, geteert und überplant.

Die Erkenntnis, dass alles getan werden muss, um die Natur in ihrer Vielfalt zu erhalten, fordert auch von den Straßenbauern – den Planern wie den Ausführenden – vermehrt Einsicht und Rücksicht. Dies drückt sich heute auch in vielen Planungsvorschriften (z. B. Richtlinie für die landschaftspflegerische Begleitplanung im Straßenbau, RLBP, Ausgabe 2011) und Planungsgesetzen aus.

Das Bundesnaturschutzgesetz legt in seiner Eingriffsregelung bei Planung und Ausführung des Neu- und Ausbaus von Bundesfernstraßen fest, dass zunächst

- die den **Eingriff** in den Naturhaushalt auslösenden Faktoren ermittelt und dargestellt werden;
- dann nach **Vermeidung** und **Verminderung** gefragt wird bzw. unvermeidbare Beeinträchtigungen dargestellt werden;
- dann für ausgleichbare Beeinträchtigungen **Ausgleichsmaßnahmen** bzw. für unvermeidbare Beeinträchtigungen **Ersatzmaßnahmen** ermittelt werden.

Der Naturschutz findet seine Berücksichtigung in der Planung, im Einzelnen

- in der Bedarfsplanung,
- in der Linienfindung,
- in der Entwurfsaufstellung und
- in der Ausführungsplanung.

Der Naturschutz muss aber genauso in der anschließenden Bauausführung, im Betrieb sowie in der Erhaltung und evtl. Sanierung berücksichtigt werden.

Alle Planungsdaten gehen in eine Umweltverträglichkeits-Prüfung (UVP) ein, die nach dem UVP-Gesetz für alle Bundesfernstraßen vorgeschrieben ist, für alle Straßen der Länder, Kreise und Kommunen nach eigenen Vorschriften sinngemäß auch durchgeführt wird. So schreibt z. B. das „Straßen- und Wegegesetz für Schleswig-Holstein“ (wie die Straßen- und Wegegesetze der anderen Bundesländer auch) für den Bau oder die Änderung von Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen eine Planfeststellung oder ein Planfeststellungsverfahren (mit Ausnahmen) vor.

Eine Umweltverträglichkeitsprüfung erstellt eine Umweltverträglichkeitsstudie; diese

- ermittelt,
- beschreibt und
- bewertet die Auswirkungen einer geplanten Straße auf Menschen, Pflanzen, Tiere, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft (Kultur- und Sachgüter).

Die Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege, also die notwendigen Gestaltungs-, Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen, werden in einem Landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP) dargestellt (Abb. 1.11 und Abb. 1.12).

Über den LPB hinaus können Lärmschutzwälle und Lärmschutzwände (Abb. 1.13) sowie geräuscharme Deckenarten (z. B. porenreicher „Flüsterasphalt“, offenerporiger Asphalt) Lärmbelästigungen in angrenzenden Wohngebieten vermindern, Tunnel und Brücken für Frösche, Kröten, Otter und Wild die Auswirkungen zerschnittener Biotop verringern und eine Vielzahl von Entwässerungsmaßnahmen für einen guten Grundwasserhaushalt sorgen.

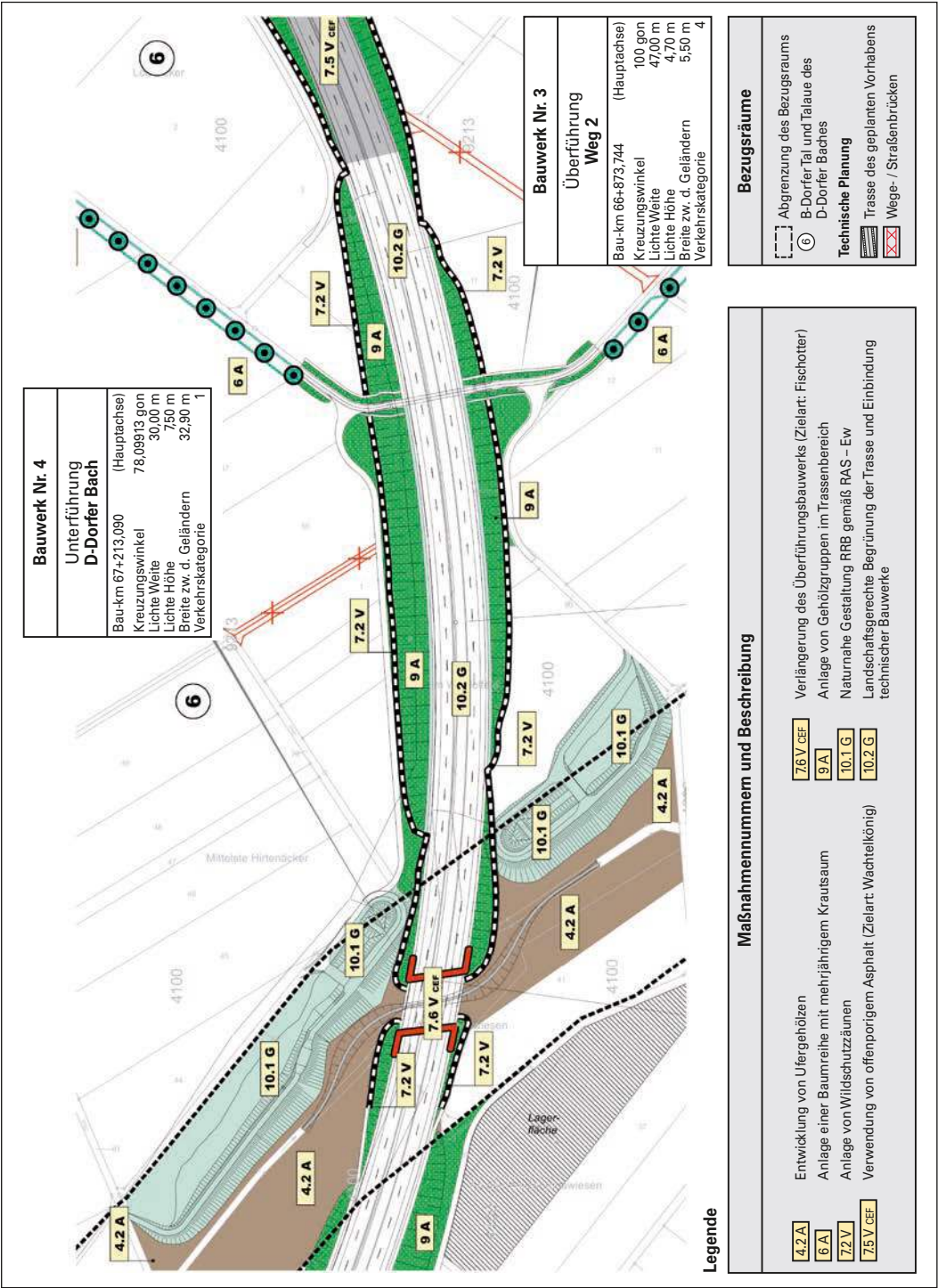


Abb. 1.11: Musterkarte eines Maßnahmenplans im Zuge der Landschaftspflegerischen Begleitplanung

Vermeidungsmaßnahmen

Offenporiger Asphalt

Begrenzung des Baufeldes

Leit- und Sperrereinrichtungen

Amphibien- / Wildschutzzäun

Wildschutzzäun

Überführungshilfe für Fledermäuse

Querungshilfen

Überführungsbauwerk

Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

Anlage

Flächige Gehölzpflanzung

Gruppenweise Gehölzpflanzung

Aufforstung naturnaher Waldrand

Anlage Extensivgrünland

Anlage einer Baumreihe (mit Grunderwerbsdarstellung)

Entwicklung

Entwicklung eines Ufergehölzes

Grünlandextensivierung

Gestaltungsmaßnahmen

naturnahe Gestaltung RRB

Maßnahmen im Trassenbereich (ohne Kompensationswirkung)

Maßnahmenkennung

1.3 A CEF

Index

Maßnahmentyp

Nr. Einzelmaßnahme

Nr. Komplexmaßnahme

Erläuterung Maßnahmentyp

V Vermeidungsmaßnahme

A Ausgleichsmaßnahme

E Erstmaßnahme

G Gestaltungsmaßnahme

Erläuterung Index

CEF Artenschutzrechtliche Maßnahme zur Erhaltung der ökologischen Funktion der Fortpflanzungs- und Ruhestätten (continuous ecological functionality)

FCS Artenschutzrechtliche kompensatorische Maßnahme zur Sicherung eines günstigen Erhaltungszustands (favourable conservation status)

Maßnahmennummer und Beschreibung

Waldentwicklungsmaßnahmen im Wald östlich X-Stadt

1.1 A Entwicklung eines naturnahen Waldrandes

1.2 A Umbau eines jungen Buchenmischwaldes zu lichtem Eichenwald

1.3 E Aufforstung und Entwicklung von lichtem Eichenmischwald

1.4 E Aufforstung und Entwicklung von naturnahem Eichenmischwald

Waldumbaumaßnahmen im östlichen A-Dorfer Wald

2.1 E Entwicklung von naturnahen Buchenwald

2.2 A Umbau von Nadelwald zu naturnahem Eichenmischwald

2.3 A CEF Entwicklung und Erhalt eines Buchen- / Eichenaltholzbestandes (Zielarten: Braunes Langohr, Mittelspecht, Rehfußkauz)

2.4 A FCS Anlage eines Stillgewässers (Zielart: Kammolch)

2.5 A Aufforstung eines naturnahen Waldrandes

2.6 A Entwicklung eines naturnahen Waldrandes

2.7 E Aufforstung und Entwicklung von naturnahem Eichenmischwald

Waldumbaumaßnahmen im südlichen A-Dorfer Wald

3.1 E Entwicklung von naturnahen Eichenwald

3.2 A Umbau von Nadelwald zu naturnahem Eichenmischwald

3.3 A Entwicklung von Extensivgrünland

Grünlandextensivierung am Nasenberg

4.1 A FCS Anlage von Extensivgrünland (Zielart: Dunkler Wiesenknopfbläuling)

4.2 A Entwicklung von Ufergehölzen

4.3 A FCS Extensivierung von bestehendem Grünland (Zielart: Dunkler Wiesenknopfbläuling)

4.4 A Entwicklung von Extensivgrünland

4.5 A CEF Entwicklung von Extensivgrünland (Zielart: Wachtelkönig)

4.6 A CEF Anlage von Extensivgrünland (Zielart: Wachtelkönig)

Grünlandextensivierung bei C-Dorf

5.1 A Entwicklung von Extensivgrünland

5.2 A Anlage von Extensivgrünland

Abb. 1.12: Zeichenerklärung zur Musterkarte des Maßnahmenplans (vgl. Abb. 1.11)

Vermeidungsmaßnahmen

7.1 A Anlage von Schutzzäunen zur Baufeldbegrenzung

7.3 A CEF Anlage einer Überflughilfe (Zielart: Kleine Bartfledermaus)

7.4 A CEF Anlage von Amphibien- / Wildschutzzäunen (Zielart: Kammolch)

Ersatzmaßnahmen im Trassenbereich

8 E Anlage von flächigen Gehölzpflanzungen im Trassenbereich (Offenland)

Biotoptypen

Einzelbaum, Baumgruppen / Baumreihe

6360 – Nadelmischbestand

Ackerland

4100 – Nadelmischbestand

Verkehrsfläche

9213 – Sonstige Straße

Das in den letzten Jahren und Jahrzehnten veränderte und entwickelte Umweltbewusstsein hat nicht nur das Verständnis für die Rücksicht auf Umwelt und Natur (Abb. 1.14) beim Straßenbau erhöht, es hat auch neue Arbeitsgebiete und Aufträge gebracht: einen verstärkten Radwegebau, den Bau von Wanderwegen, Fußgängerzonen und verkehrsberuhigte Straßen.



Abb. 1.13: Lärmschutzwand zwischen Wohngebiet und Bundesstraße



Abb. 1.14: Der Straßenverkehr muss Rücksicht auf die Natur nehmen und sich selbst vor Unfällen schützen.

Die Forderungen nach sauberem Grundwasser und sauberen Gewässern bis hin zu den Meeren hat den Bau von Abwassersystemen bis in die kleinste Gemeinde hinein forciert.

Gerade Bau und Sanierung von Abwasserleitungen machen den Tiefbauer zum aktiven Umweltschützer. Umweltbewusstes Verhalten ist aber auch bei der Ausführung der Baumaßnahmen in vielfältiger Hinsicht möglich und notwendig:

- Schutt und Abfälle dürfen nicht wild entsorgt werden,
- Dieseldienststoff darf nicht in das Erdreich gelangen,
- Oberboden (Mutterboden) muss schonend behandelt werden,
- Bäume und alle Vegetation ist zu schützen (Abb. 1.15),
- Lärm und Gestank sind zu vermeiden oder zu vermindern (Abb. 1.13 und Abb. 1.16). Kraftfahrzeuge und Baumaschinen verursachen Lärm. Dieser wird je nach Höhe als belästigend oder als störend empfunden und kann gesundheitsschädlich sein.
- Soweit technisch und rechtlich zulässig, sind Recyclingbaustoffe einzusetzen. Dazu gehört die Verwendung von Altasphalt in neuem Asphaltmischgut, die Verwendung von Beton- und Mauerwerkabbruch als Recyclingschotter sowie der Einsatz zugelassener mineralischer Ersatzbaustoffe nach den jeweils geltenden umweltrechtlichen Vorgaben.

Nicht zuletzt muss sich der Straßen- und Tiefbauer selbst bei der Nutzung seiner Bauwerke umweltbewusst verhalten: Mit dem Fahrrad kommt man zur nahegelegenen Baustelle, der Mannschaftsbus muss nicht 10 Minuten warmlaufen und eine angepasste Fahrweise trägt ebenfalls zur Reduzierung von Emissionen bei.

Die Dichte des Verkehrs führt aber immer häufiger zu der Notwendigkeit, durch Fahrverbote für Fahrzeuge mit hohen Emissionen die Luftverunreinigung zu vermindern (Abb. 1.17).

Was heute manchmal ein Auftrag ist, war vor 40 oder 50 Jahren auch schon einer: die Renaturierung eines damals begradigten Baches oder der Rückbau einer vormals zu breit gebauten Dorfstraße.



Abb. 1.15: Die Bäume werden während der Bauarbeiten geschützt.



Abb. 1.16: Hier empfiehlt die Baufirma, während der langen Rotphasen den Motor abzustellen.

Zeichen 270.1



Zeichen 270.2



Abb. 1.17: Beginn eines Verkehrsverbots zur Verminderung schädlicher Luftverunreinigungen in einer Zone (links), Ende (rechts)

1.3 Statistik, Klassifizierung, Standardisierung und Hauptbestandteile der Straßen

In Deutschland hat der Fahrzeugbestand über Jahrzehnte deutlich zugenommen (Tab. 1.18). Demgegenüber ist die Länge des überörtlichen Straßennetzes weitgehend konstant geblieben (Tab. 1.19). Die Folge ist eine zunehmende Beanspruchung der vorhandenen Infrastruktur.

Die durchschnittliche Jahresfahrleistung eines Pkw liegt in Deutschland in der Größenordnung von rund 12 000 km pro Jahr (Tab. 1.20). In Verbindung mit dem hohen Fahrzeugbestand ergibt sich daraus eine erhebliche Verkehrsleistung, die sich unmittelbar auf Planung, Bemessung, Betrieb und Erhaltung von Straßen auswirkt.

Die Unfallentwicklung zeigt über längere Zeiträume insgesamt einen rückläufigen Trend bei den schwerwiegenden Unfallfolgen (Abb. 1.21). Dennoch bleiben Verkehrssicherheit sowie die Reduzierung von Unfallhäufigkeit und Unfallfolgen zentrale Aufgaben bei Planung, Bau, Betrieb und Erhaltung von Straßen.

Zur Ermittlung der Verkehrs- und Fahrleistungen werden Dauerzählstellen und Stichprobenzählungen ausgewertet. Im Rahmen der bundesweiten Straßenverkehrszählung (SVZ) werden die Verkehrsmengen turnusmäßig alle fünf Jahre erfasst und anschließend fortgeschrieben. Diese Datengrundlagen bilden eine wesentliche Basis für die verkehrstechnische Planung.

Für den Planer ergeben sich daraus unmittelbar grundlegende Fragestellungen:

Wie viele Pkw nutzen die Straße? Wie hoch ist der Schwerverkehrsanteil? Kann oder muss ein Parkstreifen angeordnet werden? Wie ist der Fußgänger- und Radverkehr zu führen? Besitzt der Straßenraum neben seiner Verkehrsaufgabe auch eine Aufenthaltsfunktion?

Straßenbefestigungen werden für eine langfristige Nutzung ausgelegt. Je nach Aufbau, Verkehrsbeanspruchung, Klimaeinwirkungen und Erhaltungsstrategie sind Nutzungsdauern in der Größenordnung mehrerer Jahrzehnte erreichbar, wobei rechtzeitige Unterhaltungs- und Erhaltungsmaßnahmen eine entscheidende Rolle spielen.

Der Verbrauch von Bodenfläche für Siedlungs- und Verkehrszwecke ist seit Jahrzehnten ein zentrales Umwelt- und Planungsthema. Die Flächen-

inanspruchnahme konnte in den letzten Jahren zwar gebremst werden, bleibt jedoch weiterhin von großer Bedeutung.

Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes wurden Ende 2024 rund 14,6 % der Bodenfläche Deutschlands für Siedlungs- und Verkehrszwecke genutzt, davon rund 5,1 % für Verkehrsflächen. Damit steht der Straßenbau im Spannungsfeld zwischen Mobilitätsanforderungen, Umweltbelangen und begrenzter Flächenverfügbarkeit.

Tabelle 1.18: Fahrzeugbestand in Deutschland, Stand 1.1.2025 nach „Kraftfahrt-Bundesamt“	
Fahrzeugart	Anzahl (in Tsd.)
Pkw	49 339
Krafträder	5 059
Kraftomnibusse	86
Lastkraftwagen	3 828
Zugmaschinen	2 429
Sonstige Kraftfahrzeuge	357
Zugelassene Fahrzeuge gesamt	61 098
Kfz-Anhänger	8 558
Veränderung zum Vorjahr	+ 1,2 %
Fahrzeugdichte	≈ 735 Kfz / 1 000 Ew

Tabelle 1.19: Überörtliches Straßennetz in Deutschland, Stand 1.1.2025, Angaben in km, Quelle: Längens Statistik der Straßen des überörtlichen Verkehrs (BMDV)	
Straßenkategorie	Länge [km]
Bundesautobahnen	13 144
Bundesstraßen	37 778
Landesstraßen	86 887
Kreisstraßen	91 671
Gesamtes überörtliches Netz	229 480
Gemeindestraßen	geschätzt ca. 400 000

Tabelle 1.20: Durchschnittliche Jahresfahrleistung von Pkw nach Antriebsart (Deutschland) Angaben in km/Pkw-a, Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt (KBA), Verkehr in Kilometern	
Antriebsart	Jahresfahrleistung [km]
Pkw mit Benzinantrieb	9 580
Pkw mit Dieselantrieb	17 187
Pkw mit sonstigen/alternativen Antrieben ¹⁾	15 852
Pkw gesamt (Durchschnitt)	12 320
¹⁾ Sonstige/alternative Antriebe umfassen u. a. Elektro-, Hybrid- und Gasantriebe	

Belastungsklassen

Der Ausbau einer Straße wird durch den aufzunehmenden Verkehr und den Baugrund bestimmt. Ob Pkw, Lkw, Bus, Radfahrer oder Fußgänger, ob rollend, haltend, parkend oder spielend: Jeder Verkehrsteilnehmer nutzt den Straßenraum für seine Zwecke. Um hierfür die richtige Funktion zu besitzen, muss jede Straße mit den dazugehörigen Verkehrsflächen in Länge, Breite, Höhe und Aufbaudicke passend geplant werden.

Eine Straße soll gebrauchstauglich und wirtschaftlich sein. Da eine gute Tragfähigkeit zur Vermeidung von Schäden eine zentrale Anforderung ist, wurde für die Dimensionierung der Schichtdicken im Straßenaufbau durch die RStO eine „Dimensionierungsrelevante Beanspruchung = B“ eingeführt. Der Wert B stellt dabei kein reales Verkehrsaufkommen dar, sondern einen auf Grundlage vieler Einzelwerte ermittelten „Vergleichswert“ für die Beanspruchung von Verkehrsflächen in Millionen 10t-Achsübergängen. Erfasste Einzelwerte sind unter anderem: Verkehrsstärke des Schwerverkehrs, Achszahlfaktor, Fahrstreifenbreitenfaktor, Fahrstreifenfaktor, Steigungsfaktor, Nutzungszeitraum (i. d. R. 30 Jahre) oder Zuwachsfaktor. Mit diesem Wert B ist dann die Belastungsklasse = Bk der Straße zu ermitteln. Hieraus wiederum folgen nach RStO standardisierte Schichtfolgen und Schichtdicken.

RStO 12/24 = Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen. Ausgabe 2012/Fassung 2024.

Ziel der RStO ist die Planung und Bemessung eines frostsicheren und tragfähigen Oberbaues (vgl. Tabellen T 5 bis T 10 im Anhang).

Neben der standardisierten Bauweise nach RStO können insbesondere Sonderverkehrsflächen und hoch beanspruchte Verkehrsflächen nach den RDO Asphalt oder RDO Beton bemessen werden.

RDO = Richtlinien zur rechnerischen Dimensionierung des Oberbaues.

Dazu wurden in der Vergangenheit zwei Computerprogramme entwickelt: PaDesTo (Pavement Design Tool) für Asphaltbauweisen und AWD-Stako für Betonbauweisen. Weiterhin gibt es das

Programm ‚BISAR‘ zur Bemessung von Mehrschichtsystemen bzw. vergleichbare aktuelle Bemessungsprogramme.

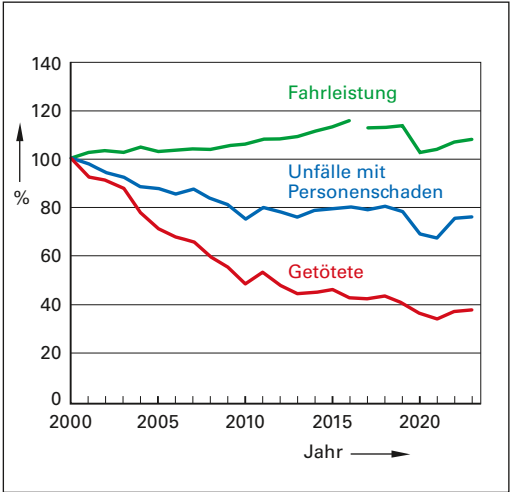


Abb. 1.21: Verkehrs- und Unfalldaten, Kurzzusammenstellung der Entwicklung in Deutschland (Bundesanstalt für Straßenwesen, Februar 2025)

Tabelle 1.22: Klassifizierung der Straßen und Wege		
Überörtliche Straßen	Örtliche (Gemeinde-) Straßen	Ländliche Wege
Bundesfernstraßen a) Bundesautobahnen b) Bundesstraßen	innerorts a) Hauptverkehrsstraßen b) Verkehrsstraßen c) Sammelstraßen d) Anlieger-(Wohn-)Straßen	Landwirtschaftliche Wege a) Hauptwirtschaftswege b) Wirtschaftswege Forstwirtschaftliche Wege a) Hauptwege b) Zubringerwege c) Rückwege
Landesstraßen Staatsstraßen ¹⁾ Landstraßen 1. Ordnung ²⁾	außerorts a) Verbindungsstraßen b) sonstige Außerortsstraßen c) Ortsverbindungsstraßen ⁵⁾	Wege in Reb- anlagen und Sonderkulturen
Kreisstraßen Landstraßen 2. Ordnung ³⁾		
Ortsdurchfahrten ⁴⁾		
¹⁾ Bayern und Sachsen ²⁾ Saarland und Thüringen ³⁾ Saarland ⁴⁾ in Gemeinden, Einwohnerzahl je nach Bundesland von 20000 bis 80000 ⁵⁾ Straßenklasse zwischen überörtlicher Straße und Gemeindestraße		