



EUROPA FACHBUCHREIHE  
für Bautechnik

# **Straßen- und Tiefbau**

**Mit lernfeldorientierten Projekten**

12. Auflage

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

**Europa-Nr. 46710**

**Autoren:**

Heindel, Manfred  
Richter, Dietrich

Dipl.-Ing. (FH), Oberstudienrat  
Dipl.-Ing. (FH), Studiendirektor

Rendsburg  
Rendsburg

**Bildbearbeitung:**

Verlag Europa-Lehrmittel, Abteilung Bildbearbeitung, Ostfildern

Das vorliegende Buch wurde auf der **Grundlage der aktuellen amtlichen Rechtschreibung** erstellt.

12. Auflage 2012

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

Autoren und Verlag können Fehler im Text oder in den Abbildungen im vorliegenden Buch nicht haftbar gemacht werden.

ISBN 978-3-8085-4672-7

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

Umschlaggestaltung: Idee: Bernd Schiemann, Stuttgart; Umsetzung: Atelier PmbH, 35088 Battenberg, unter Verwendung eines Motives von silke klauser/pixelio.de

© 2012 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG., 42781 Haan-Gruiten  
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Umschlaggestaltung: mediacreativ, 40724 Hilden  
Satz: Meis satz&more, 59469 Ense  
Druck: B.O.S.S Druck und Medien GmbH, 47574 Goch

# Vorwort



Straßenbauer bei der praktischen Gesellenprüfung

Unser Lehrbuch „**Straßen- und Tiefbau**“ möchte auch in der **12. Auflage** dazu beitragen, dass Auszubildende das erforderliche Rüstzeug erhalten, um neben den praktischen auch die theoretischen Prüfungen erfolgreich zu bestehen.

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. Der Zusammenhang zwischen den Lernfeldern und den Abschnitten wird jedoch vielseitig dargestellt. Über die Lernfeldthemen hinaus werden **technische und betriebliche Grundkenntnisse** sowie **Grundzüge der Straßenplanung** vermittelt.

**Fachmathematik** und **Zeichnen** 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 einen Tabellenteil, Hinweise auf die VOB und Beispiele aus Leistungsverzeichnissen. Die **beigefügte CD** enthält alle Tabellen, Zeichnungen und Bilder.

**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. Die **Zielgruppe** umfasst deshalb nicht nur Auszubildende der Tiefbauberufe, sondern auch Teilnehmer an Polier- und Meisterkursen sowie Studierende an Techniker- und Fachhochschulen.

Diese **Neuaufgabe** wurde durch zusätzliche lernfeldorientierte Projektaufgaben erheblich erweitert. Lösungsvorschläge zu den Projektaufgaben sind als kostenfreier Download unter [www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de) verfügbar. Außerdem wurden zahlreiche Abbildungen aktualisiert und qualitativ verbessert.

**Anregungen und Kritik** an die Autoren und den Verlag sind sehr willkommen ([lektorat@europa-lehrmittel.de](mailto:lektorat@europa-lehrmittel.de)), verbessern sie doch das Lehrbuch von Auflage zu Auflage. Bedanken möchten wir uns bei allen Berufskollegen, Ämtern und Firmen für die fachliche Unterstützung und manche sinnvolle Anregung.

Rendsburg, im Herbst 2012

Dietrich Richter & Manfred Heindel




Zunftzeichen der Pflasterer (Steinsetzer) und Straßenbauer



Werbung mit Naturstein (gesehen in Würzburg)

## Hinweise zu Inhalt und Benutzung des Buches

Groborientierung: siehe Inhaltsverzeichnis	Seite 5
Feinorientierung: siehe Sachwortverzeichnis	Seite 619
<b>Wichtige, zusammenfassende Aussagen (Merksätze)</b>	im Text
<b>Tabellen</b>	im Text
<b>Aufmaß und Abrechnung nach VOB</b>	jeweils am Ende der Abschnitte 4.1 bis 4.10
<b>Beispiele aus Leistungsverzeichnissen</b>	am Ende der Abschnitte 4.1 bis 4.10
<b>Wichtige Hinweise, Makierungen usw. in Zeichnungen, Fotos und Tabellen</b>	im ganzen Buch
<b>P Nr. ...</b>	Projektaufgaben am Ende der Abschnitte 1, 2, 3, 4.1 bis 4.10
<b>Oberflächenentw...</b>	
<b>Lernfeld...</b>	
<b>Einzel-Übungsaufgaben zu den Abschnitten und Lernfeldern</b>	jeweils am Ende der Abschnitte 1 bis 6
 <b>CD mit Fotos, Tabellen und Zeichnungen</b>	am Ende des Buches

# Inhaltsverzeichnis

Zuordnung der Lernfelder für den Ausbildungsberuf Straßenbauer/-in		Die Projektaufgaben befinden sich jeweils am Ende der Kapitel
1	Einrichten einer Baustelle	
2	Erschließen und Gründen eines Bauwerks	
7	Bauen einer Erschließungsstraße	
8	Herstellen eines Erddammes	
9	Einbauen einer Rohrleitung	
10	Pflastern einer Fläche mit künstlichen Steinen	
11	Bauen einer Asphaltstraße	
12	Pflastern einer Fläche mit Naturstein	
13	Einbauen einer Fahrbahndecke aus Beton	
14	Instandsetzen einer Straße	

[illegible][illegible]

### 3 Vorbereitende und begleitende Arbeiten

#### 4 Auszuführende Arbeiten

<b>4.1</b>	<b>Erdarbeiten</b>	<b>131</b>
4.1.1	Oberbodenarbeiten	131
4.1.2	Ausheben, Einbauen und Verdichten von Boden	134
4.1.3	Herstellen des Erdplanums	146
4.1.4	Bau eines Lärmschutzwalls	156
4.1.5	Einbau von Geokunststoffen	156
P Nr. 7	„Grabenprofil“	176
P Nr. 8	„Brückenrampe“	177

<b>4.2</b>	<b>Bau von Rohrleitungen</b>	<b>164</b>
4.2.1	Grundsätzliches	164
4.2.2	Herstellen geböschter und verbauter Rohrgräben	172
4.2.3	Rohrvortrieb	183
4.2.4	Wasserhaltungsarbeiten	184
4.2.5	Auswählen der Rohre	185
4.2.6	Verlegen der Rohre	193
4.2.7	Verfüllen und Verdichten der Rohrgräben, Prüfen der Rohrleitungen	198
4.2.8	Bau von Kontrollschächten	202
4.2.9	Sanieren von Rohrleitungen und Schächten	212
P Nr. 9	„Fertigsteller R- und S-Kanal“	237
P Nr. 10	„Bau Schmutzwasserleitung“	238

<b>4.3</b>	<b>Bau von Einfassungen</b>	225
4.3.1	Versetzen von Betonbordsteinen	227
4.3.2	Versetzen von Naturbordsteinen	236
4.3.3	Versetzen von Einfassungssteinen und Läuferreihen	239
4.3.4	Bau einer Verkehrsinsel aus Flachbordsteinen	240
P Nr. 11	„Überquerungshilfe“	260
P Nr. 12	„Inselfläche“	261

[illegible]







Hinweise auf DIN-Normen in diesem Werk entsprechen dem Stand der Normung bei Abschluss des Manuskriptes. Maßgebend sind die jeweils neuesten Ausgaben der Normblätter des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. im Format A4, die durch die Beuth-Verlag GmbH, Burggrafentr. 6, 10787 Berlin, zu beziehen sind. – Sinngemäß gilt das gleiche für alle in diesem Buch angezogenen amtlichen Richtlinien, Bestimmungen, Verordnungen usw.

1

Tabelle 1.24 Zuordnung der Bauklassen nach Nutzung der Verkehrsflächen:

Nutzungsart der Verkehrsfläche	Bauklasse <sup>1)</sup>
Schnellverkehrsstraße, Industriesammelstraße	SV, I oder II
Hauptverkehrsstraße, Industriestraße, Straße in Gewerbegebiet, Busfahrstreifen, Busbucht, Busparkplatz	II <sup>2)</sup> oder III
Schwerverkehrsfläche in Neben- und Rastanlagen	III
Wohnsammelstraße, Fußgängerzone mit Ladeverkehr, ständig genutzte Parkfläche für Schwerverkehr	III oder IV
Verkehrsflächen in Neben- und Rastanlagen für Pkw mit geringem Schwerverkehrsanteil, gelegentlich genutzte Parkflächen für Schwerverkehr	IV oder V
Ständig genutzte Parkflächen für Pkw mit geringem Schwerverkehrsanteil	V
Anliegerstraße, befahrbarer Wohnweg, Fußgängerzone ohne Busverkehr, Park- und Nebenflächen für Pkw-Verkehr mit geringem Schwerverkehrsanteil	V oder VI
Pkw-Verkehr in Neben- und Rastanlagen	VI

<sup>1)</sup> Bei Verkehrsflächen kann es vorteilhaft sein, die gleiche Befestigung wie in den Fahrbahnen zu wählen. Kreisverkehrsflächen sollten eine Bauklasse höher als der höchstbelastete Fahrstreifen ausgebaut werden.

<sup>2)</sup> Bei hohen Belastungen (z. B. > 150 Busse/Tag) sollte die höhere Bauklasse gewählt werden.

**Der Oberbau** einer Straße muss aber neben der Tragfähigkeit auch die Frostsicherheit gewährleisten. Daher müssen alle Schichten in Material und Dicke so aufeinander abgestimmt sein, dass sowohl die Verkehrslasten aufgenommen und nach unten zum Planum hin abgetragen werden als auch die Verformungen durch Frost aus Richtung des Planums nach

oben hin keinen Schaden anrichten können. Abhängig ist die Dicke des Oberbaues dadurch von der Verkehrsbelastung und den vorhandenen Böden unterhalb des Planums. Die Gesamtdicke, Schichten- und Materialfolge des standardisierten Oberbaues nach RStO sollen beide Anforderungen erfüllen (Tabelle 1.25).

**Ziel der RStO ist die Planung und Bemessung eines frostsicheren und tragfähigen Oberbaues.** (Tabellen im Anhang 7.5)

Hinweis: Die RStO befindet sich derzeit in der Überarbeitung.

Neben der standardisierten Bauweise nach RStO können insbesondere Sonderverkehrsflächen frei bemessen werden. Dazu wurden zwei Computerprogramme entwickelt: PaDesTo (Pavement Design Tool) für Asphaltbauweisen und AWDStako für Betonbauweisen.

Beispiel standardisierte Bauweise:

Tabelle 1.25 Grundwerte für den frostsicheren Oberbau:

Bei gering bis mittel frostempfindlichen Böden  
= Frostempfindlichkeitsklasse F2:  
Bauklassen SV/II/III = 55 cm Gesamtdicke  
Bauklassen III/IV = 50 cm Gesamtdicke  
Bauklassen V/VI = 40 cm Gesamtdicke

Bei sehr frostempfindlichen Böden  
= Frostempfindlichkeitsklasse F3:  
Bauklassen SV/II/III = 65 cm Gesamtdicke  
Bauklassen III/IV = 60 cm Gesamtdicke  
Bauklassen V/VI = 50 cm Gesamtdicke  
Zu diesen Grundwerten werden noch Mehr-  
oder Minderdicken angerechnet (hierzu Ab-  
schnitt 2.2)

Unter Berücksichtigung aller Einflussgrößen bei der Bemessung des Oberbaues können verschiedene Varianten der gleichen Bauklasse möglich werden:

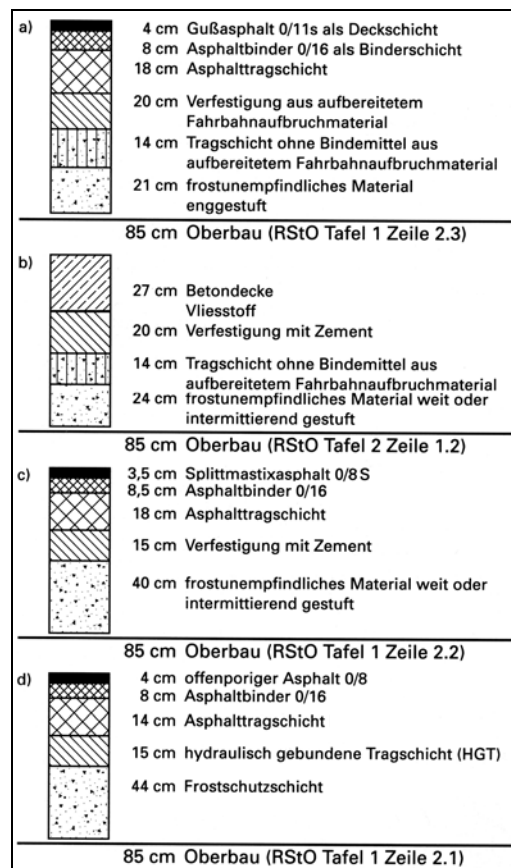
Eine Bundesautobahn soll in der Bauklasse SV ausgebaut werden. Sie befindet sich auf Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3. Aus Tabelle 1.25 ergibt sich ein Grundwert 65 cm für den frostsicheren Oberbau. Wegen der Lage und der Wasserverhältnisse kommt (an dieser Stelle angenommen und nicht nachgewiesen!) eine Mehrdicke von 20 cm hinzu. Die Oberbaudicke beträgt dann auf F3 Böden 85 cm.

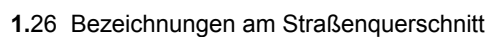
Nach RStO wären die Aufbauten a) bis d) möglich. Zusätzlich werden hier die Möglichkeiten der RStO genutzt, Abweichungen vom Standard vorzunehmen:

Bei a) und b) ist die Verarbeitung von Fahrbahnaufbruch wirtschaftlich. Oberbau b) könnte bei örtlicher Bewährung auch ohne Vlies mit 26 cm Betondecke ausgeführt werden.

Bei c) kann die Deckschicht statt in 4 cm mit 3,5 cm ausgeführt und die Binderschicht statt mit 8 cm in 8,5 cm Dicke eingebaut werden. Damit bleibt die gesamte Fahrbahndecke = Deck- + Binderschicht 12 cm dick.

Variante d) bietet einen lärmindernden Belag als Deckschicht an.



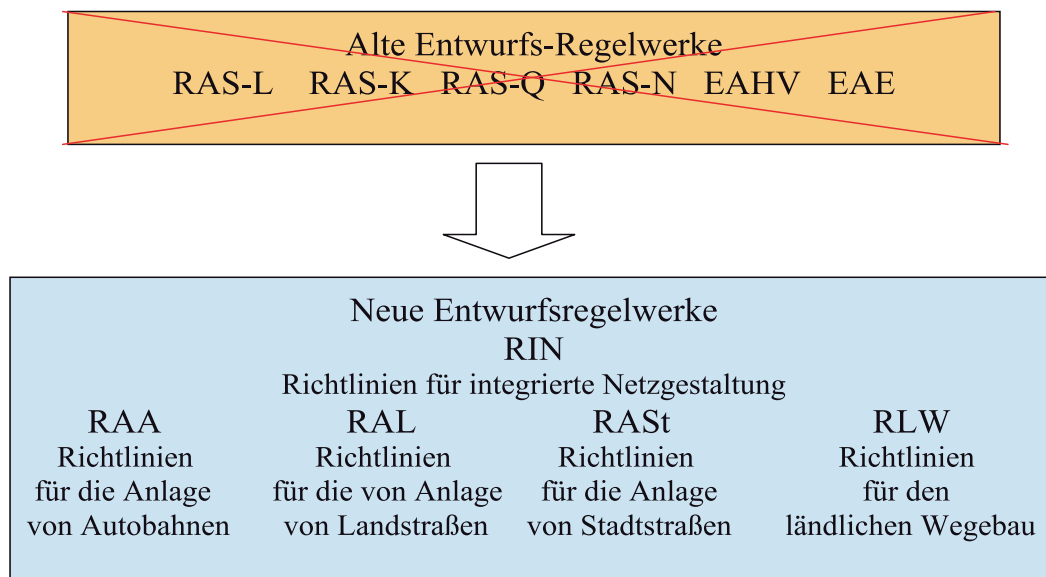


- Die Bankette setzt beidseitig 3 cm unter Fahrbahnoberfläche an, um die Entwässerung zu verbessern bzw. den Bewuchs durch Rasenfz zu verhindern
- Die linke Bankette erhält 12 %, da über diese entwässert wird
- Unter den Banketten wird Schotterrasen oder grobkörniges Kies-Sandgemisch empfohlen, um die Unfallursache „weiche Baukette“ zu beseitigen
- Die Frostschutzschicht entwässert beidseitig auf dem Planum als 20 cm dicke Flächendrainage
- Die Frostschutzschicht ist wegen besserer Verdichtung 20 cm breiter als die Asphalttragschicht

**Straßenraum:** Der Ausbau einer Straße muss zur Aufnahme des Verkehrs nicht nur die Tragfähigkeit und Frostsicherheit gewährleisten, sondern auch sichere Verkehrsräume für alle Verkehrsteilnehmer anbieten und alle Nutzungsansprüche angemessen befriedigen sowie die Interaktion zwischen Straßenraum und Seitenraum herstellen.

Die neuen Entwurfs-Regelwerke folgen der EU-Forderung nach stärkerer Standardisierung durch selbsterklärende Straßentypen, die durch Verkehrsteilnehmer so angenommen werden sollen, wie es der Planer erwartet.

Folgt daraus eine leichtere Widererkennbarkeit von Verkehrssituationen mit größerer Verhaltenskonstanz und damit eine höhere Verkehrssicherheit.



Jeder **Verkehrsraum** ist mit Sicherheitszuschlägen in Breiten und Höhen zu planen, die es ermöglichen, dass z. B. Lkw, Pkw, Fahrradfahrer, Fußgänger, fließender oder ruhender Verkehr genügend Lichtraum zur sicheren Teilnahme am Verkehr haben. Randstreifen mit Markierungen oder Randbefestigungen mit Entwässerungsrinnen und Bordsteinen sollen bauliche Befestigungen der Fahrstreifen bewirken und gleichzeitig die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer fördern.

Nach Möglichkeit sollen für jede Art von Verkehr getrennte Verkehrsräume geschaffen werden, die durch Sicherheitsräume gegeneinander abgesichert sind.

Nach der Straßenverkehrszulassungsordnung dürfen Kraftfahrzeuge maximale Abmessungen von 2,55 m Breite und 4,00 m Höhe haben (Kühlfahrzeuge 2,60 mal 4,00 m) bei bis zu 18,75 m Lastzuglänge. Hinzu kommen als

oberer Bewegungsspielraum 0,25 m und als seitlicher Bewegungsspielraum 1,20 m bei Autobahnen, sonst 0,95 m (bei regelmäßigem Schwerverkehr) bzw. 0,70 m bei nicht regelmäßigem Schwerverkehr.

In der Breite zugerechnet werden die befahrbaren Räume über Entwässerungsrinnen und den Randstreifen.

In gleicher Weise setzt sich der Verkehrsraum für Rad- und Fußgängerverkehr zusammen, die Höhe beträgt hier 2,25 m.

Für die Regelquerschnitte ist ein Fahrstreifen mit regelmäßigem Schwerverkehr bei Autobahnen (äußere Fahrstreifen) 3,75 m, sonst 3,50 m bzw. 3,25 m (auch Überholfahrstreifen) breit.

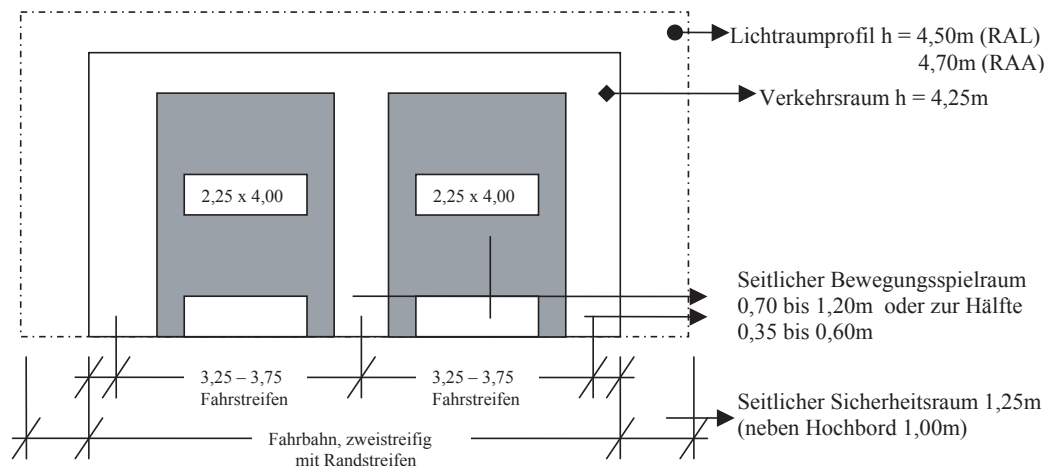
Die befestigten Randstreifen sind 50 cm breit, in einstreifigen Abschnitten von sonst dreistreifigen Straßen und bei Autobahnen 75 cm breit.

1

Bankette sind mit 1,50 m auszuführen, in Einschnitten neben Mulden können sie auf 1,00 m verringert werden.

Seitenstreifen/Standstreifen an Autobahnen sind 2,50 m und bei Stadtautobahnen 2,00 m breit herzustellen.

Genaue Regelungen siehe Abschnitt 2.2



### 1.27 Lichtraumprofil und Verkehrsraum

Tabelle 1.28 Vorgeschriebene oder empfohlene (Regel-)Querschnitte

	Merkmale	Funktion/Bezeichnung	(Regel)Querschnitte	
<b>RAA Ausgabe 2008</b> (Autobahnen)	anbaufrei zweibahnig Planfreie Knoten außerhalb und innerhalb bebauter Gebiete	Fernautobahn Überregionalautobahn Autobahnähnliche Straße Stadtautobahn	RQ 43,5 RQ 36 RQ 31	RQ 38,5 RQ 31,5 RQ 25 RQ 28
<b>RAL (Landstraßen)</b> Entwurf 1.3.2008	kurze zweibahnige Ab- schnitte möglich  anbaufrei einbahnig  planfrei oder plangleich außerhalb bebauter Gebie- te	Großräumig (z. B. Bundesstraßen) überregional (z. B. Landes- bzw. Staatsstraßen) regional (z. B. Kreisstraßen) nahräumig (z. B. Gemeindestraßen)	RQ 21 (bei sehr hohen Belastungen, zweibahnig mit Mittelstreifen) RQ 15,5 (einbahnig, drei- streifig, wechselseitiger Überholfahrstreifen) RQ 11,5+ (einbahnig zwei- streifig, abschnittsweise dreistreifig) RQ 11 RQ 9	
<b>RASt 06</b> (Stadtstraßen)	anbaufrei angebaut Erschließungsstraßen	Hauptverkehrsstraßen (z. B. Verbindungsstraße) Hauptverkehrsstraßen (z. B. Geschäftsstraße, Gewerbe- straße) Erschließungsstraßen (z. B. Wohnweg, Sammelstraße)	Von 4,00 m breiten Fahr- gassen für Begegnung Rad/Pkw ohne ÖPNV über zweistreifige 6,50 m für Linienbusverkehr bis 7,00 m Fahrbahnen, zweistreifig, Linienbus und 70 km/h $v_{zul}$ .	

Die in den RAA – RAL – RASSt festgelegten Querschnitte sollen neben ausreichender Verbindungsqualität und Qualität des Verkehrsablaufes die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer und die Funktionalität der jeweiligen Straßenräume herstellen und sowohl ökologisch als auch ökonomisch vertretbare Angebote darstellen.

## 4.2 Bau von Rohrleitungen

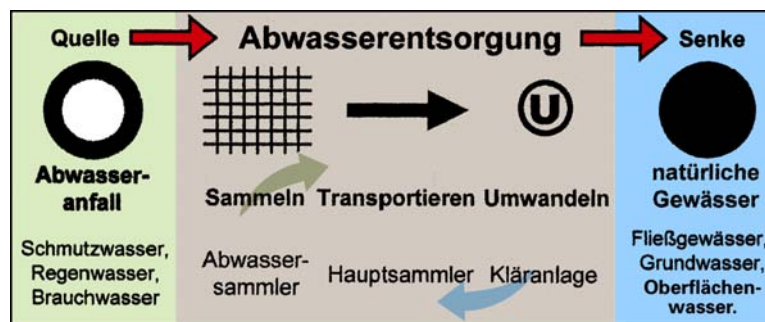
### 4.2.1 Grundsätzliches

**Abwasserentsorgung.** Es geht um die Entsorgung von Abwasser, das sind häusliche, gewerbliche und industrielle Schmutzwasser, Niederschlagswasser (meist Regenwasser genannt), Mischwasser (aus häuslichem Schmutzwasser und Regenwasser) und Fremd-wasser (z. B. Zufluss aus dem Grundwasser). Das manchmal zitierte Brauchwasser ist im Haushalt verunreinigtes Trinkwasser, also Schmutzwasser. Die Entsorgung umfasst den Weg von der Entstehung, der „Quelle“ bis zur Einleitung in natürliche Gewässer („Senke“ in 4.2.1). Zu den Abwasserbeseitigungsanlagen gehören alle Einrichtungen zum Sammeln, Fortleiten, Behandeln, Einleiten, Versickern, Verregnen und Verrieseln des Wassers.

Das öffentliche Entwässerungsnetz besteht aus den Komponenten:

- Fallrohre und Gebäudeleitungen;
- Grundleitungen (DN 100 bis DN 200) ab Hauswand bis Kontrollschacht an der Grundstücksgrenze;
- Hausanschlussleitungen bis zum öffentlichen Hauptkanal;
- öffentliche Sammelkanalisation;
- Transportsammler bis zur Kläranlage.

Zum **Bau von Rohrleitungen** gehört eine Reihe zusammenhängender Arbeiten, die in vielen Normen sowie in VOB Teil C beschrieben sind und in den folgenden Abschnitten besprochen werden:



4.2.1  
Systemkomponenten  
des Systems Abwas-  
serentsorgung

Tabelle 4.2.2 Bau von Rohrleitungen

Arbeit	DIN / EN	Abschnitt
Die Rohrleitung wird geplant und genehmigt	1986	4.2.1
Der Rohrgraben wird ausgehoben und verbaut	18 300, 4124, 18 303, 1610	4.2.2
Das Grundwasser der Baugrube wird abgeleitet oder abgesenkt	18 305	4.2.4
Das Planum bzw. die Sohle wird hergestellt	18 300, 1610	4.2.6
Die Rohre werden ausgewählt	div.	4.2.5
Die Rohre werden verlegt	18 306, 1610	4.2.6
Die Rohre werden im Rohrvortrieb eingebracht		4.2.3
Die zugehörigen Schächte werden gebaut	18 306	4.2.8
Die Rohrleitung wird geprüft	1230, 4032	4.2.7
Der Rohrgraben wird verfüllt	18 300, 1610	4.2.7
Der Verbau wird beseitigt	18 303	4.2.7
Der Straßenoberbau wird wieder hergestellt	div.	

Die Arbeiten laufen überwiegend nacheinander ab, so wie es der Bauzeitenplan zeigt (4.2.3).

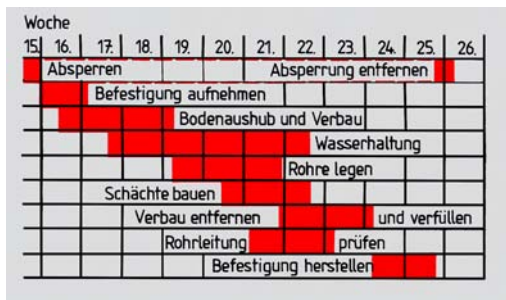
**Begriffe.** Rohrleitungen für Schmutz- oder Abwasser, Regen- oder Oberflächenwasser bzw. Mischwasser werden landschaftlich-traditionell



auch als Siele oder Kanäle bezeichnet. Entsprechend sind manchmal auch die (uneinheitlich) verwendeten Abkürzungen (z. B. in DIN 1998 aber: KS für Schmutzwasserkanal).

Im Sinne der DWA-Normen (DWA = Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft Abwasser und Abfall e.V.) sollte zwischen Leitungen im privaten Bereich und Kanälen im öffentlichen Bereich unterschieden werden, was im Sprachgebrauch, in Zeichnungen und in Ausschreibungen wenig geschieht.

**Zu den Entwässerungskanalarbeiten**, die üblicherweise von Straßen- und Tiefbauunternehmen ausgeführt werden, zählen der Bau von Schmutzwasserleitungen (SW oder S), Regen-



#### 4.2.3 Zeitliche Reihenfolge beim Bau von Rohrleitungen (Bauzeitenplan)

wasserleitungen (RW oder R) und Dränrohrleitungen. Dagegen werden Trinkwasser-, Gas- und Fernheizungsleitungen (also Druckrohrleitungen) meist von Rohrleitungsfirmen gebaut. Statt in getrennten Schmutz- und Regenwasserleitungen (Trennsystem, -verfahren) werden häusliche und gewerbliche Abwasser sehr oft auch zusammen mit Regenwasser als Mischwasser (Mischsystem, MW) abgeleitet (4.2.4).

**Gefälleleitungen**, die das Wasser durch ein angemessenes Gefälle leiten, mit dem die Rohrleitung verlegt worden ist, sind die für Abwasser, Oberflächenwasser und Mischwasser üblichen Leitungen.

**Druckleitungen** transportieren (üblicherweise) Schmutzwasser durch einen von Pumpen erzeugten Druck über größere Entfernungen, z. B. von einem Pumpwerk zu einem Druckrohrauslauf in einem Schacht.

Statistische Größe MS: Mischsystem TS; Trennsystem	
Einwohner	82.501.000
Anschlussgrad an die öffentliche Kanalisation	95,5 %
Mischwasserkanäle, MS	238.201 km
Schmutzwasserkanäle, TS	170.651 km
Regenwasserkanäle, TS	106.032 km
Kanäle insgesamt	514.884 km
Kanallänge pro Kopf der Bevölkerung, MS + TS	6,24 m/E
Anteil Mischwasserkanalisation	58,3 %

#### 4.2.4 Ausschnitt aus der Statistik des deutschen Kanalisationsnetzes (Stand 2004)

Druckleitungen werden gebaut, wenn

- größere Entfernungen zu überwinden sind;
- Gefälleleitungen wegen eines fehlenden Geländegefälles nicht möglich sind;
- ein ungünstiger Baugrund vorliegt (Druckrohrleitungen liegen flach aber frostfrei);
- ein hoher Grundwasserstand hohe Kosten verursachen würde;
- an ein höher gelegenes Gebiet angeschlossen werden soll.

Die Darstellung von Druckrohrleitungen in Lageplänen und Längsschnitten zeigt Bild 4.2.9.

**Bei der Planung** von Rohrleitungen und Entwässerungsnetzen müssen bekannt sein oder angenommen (geschätzt) werden:

##### für Schmutzwasserleitungen

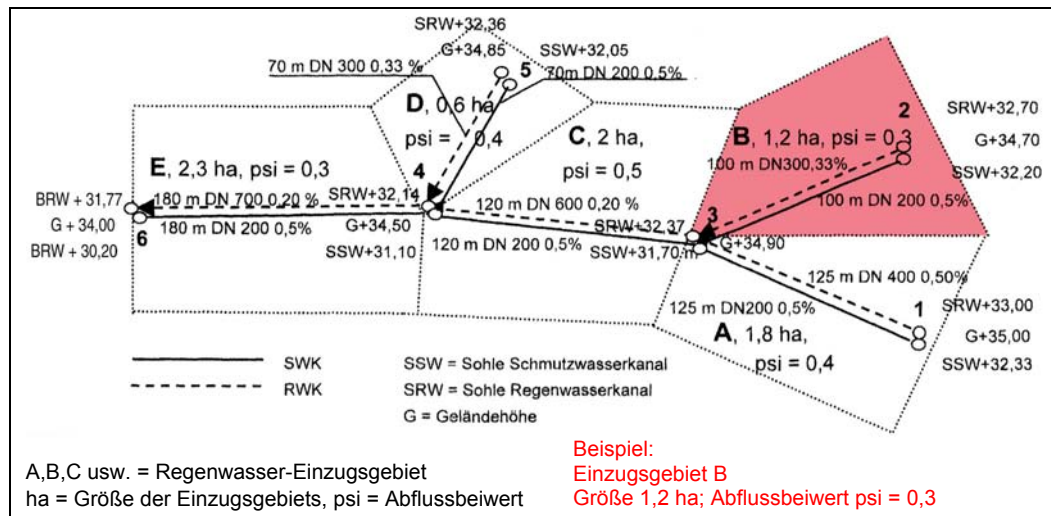
- der Wasserverbrauch je Einwohner und Tag ( $w = 150 \text{ l/Einw./Tag}$ )
- die Besiedlungsdichte ( $E/\text{ha}$ )
- der höchste Stundenabfluss
- die Einwohnergleichwerte für Gewerbe, Industrie und öffentliche Einrichtungen

##### für Regenwasserleitungen

- die Regenspende (in  $\text{l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$ ) aus Regenhöhe und Regendauer)
- der Zeitbeiwert (für die Regenverhältnisse)
- der Abflussbeiwert (weil ein Teil des Regens je nach örtlichen Verhältnissen verdunstet und versickert =  $\psi$ )
- das Einzugsgebiet (in  $\text{ha}$ ) (4.2.5)

##### für beide Systeme

- die Höhen der Straßen bzw. des Geländes mit den Neigungsverhältnissen



#### 4.2.5 Kanalnetz für Schmutzwasser und Regenwasser mit Einzugsgebieten

- der anstehende Boden und die Grundwasserhöhen
- Lage und Kapazität der Klärwerke, Vorfluter usw.
- technische Vorschriften, Verordnungen und Gesetze
- die zur Verfügung stehenden Finanzmittel und Wünsche der Gemeinde, der Anlieger und Auftraggeber.

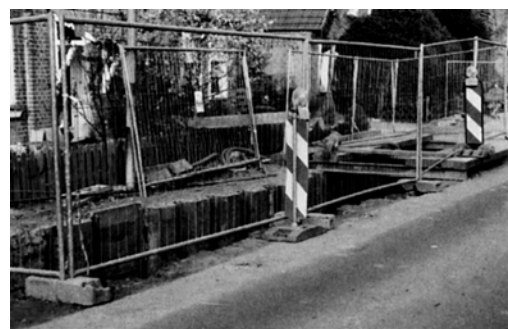
**Unfallgefahren.** Mehr als jede andere Baustelle im Tiefbau bergen Kanalisationsbaustellen viele Gefahren, die oft unterschätzt und verdrängt werden. Die entsprechenden Unfallverhütungsvorschriften und Normen werden missachtet und nachlässig gehandhabt, so dass schwere Unfälle passieren und diese Zeitungsmeldungen veranlassen:

Von abrutschendem Verbaugerät verletzt  
Im ungesicherten Kanalgraben verschüttet  
Zwölfjähriger von  
Betonring begraben

In besonderer Weise besteht bei diesen Baustellen auch eine Unfallgefahr für Verkehrsteilnehmer und Anlieger. Bei Kindern sind die „abenteuerlichen“ Baustellen besonders beliebt. Eine sorgfältige Absperrung der Baustel-

le, vollständige Sicherung der Baugruben (4.2.6), sichere Lagerung der schweren Bauteile und das ungefährliche Abstellen der Maschinen sind daher unerlässlich.

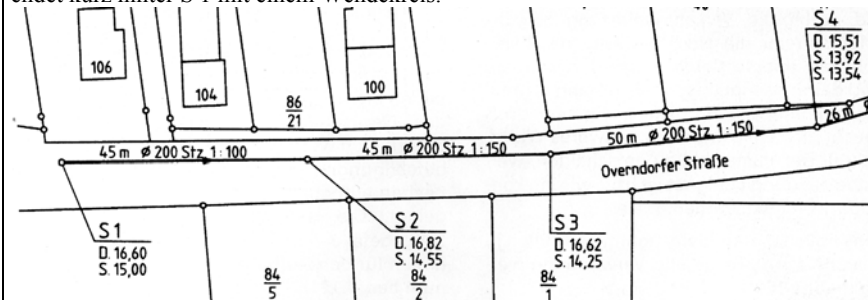
**Anforderungen** an die Rohre und Dichtungen – je nachdem, ob das Wasser nur abgeleitet und/oder auch gesammelt (gefiltert) oder versickert werden soll: druckfest, dicht, glatt, durchlässig, leicht, chemisch beständig. Dem Planer stehen Rohre verschiedenen Materials zur Verfügung: Steinzeug (Ton), unbewehrter oder bewehrter Beton, Spannbeton, Grobton (Filterbeton), Polymerbeton, Faserzement und Kunststoffe.



4.2.6 Durch „Einzäunung“ verhindert man, dass die Baustelle in Wohngebieten zum Abenteuerspielplatz wird

**P Nr. 10****Bau einer Schmutzwasserleitung****Lernfeld 9: Einbauen einer Rohrleitung****Die Situation:**

Eine Tiefbaufirma hat den Auftrag erhalten, die vorhandene Schmutzwasserleitung in der Overndorfer Straße im letzten Bauabschnitt um die 3 Haltungen von S 4 bis S 1 zu verlängern. Die Overndorfer Straße endet kurz hinter S 1 mit einem Wendekreis.

**Die zu lösenden Aufgaben:**

- Wie viele m Rohrleitung sind insgesamt zu verlegen? Was für Rohre sind vorgesehen und müssen bestellt werden?
- Überprüfen Sie anhand der Haltungsängen und angegebenen Gefälle die Sohlhöhen an den Schächten.
- Welche Baugrubentiefen (bis zur Rohrsohle) liegen an den Schächten und in der jeweiligen Haltungsmitte bei Bettung Typ 2 vor?
- Der in Haltung S1 - S2 plötzlich auftretende Boden der Bodenklasse 5 veranlasst die Bauleitung für diese Haltung eine Bettung Typ 1 mit einer 10 cm dicken Kiessandbettung anzuordnen.
  - Wie viel Boden ist zusätzlich auszuheben?
  - Wie viel Kiessand wird benötigt?
- Wie muss der Rohrgraben auf Grund der errechneten Baugrubentiefe nach DIN 4124 verbaut werden bzw. wie müsste der Rohrgrabenquerschnitt ohne Verbau bei Bodenklasse 4 und 5 aussehen? Erstellen Sie maßstäbliche Skizzen.
- Welche Baugrubenbreiten müssen nach DIN 4124 eingehalten werden?
- Berechnen Sie den Bodenaushub für die 3 Haltungen. An den Schächten werden vom Bauherrn Baugruben von 2,0 x 2,0 m bezahlt.
- Welche Verbauart würden Sie für den Rohrgraben vorschlagen. Begründen Sie Ihren Vorschlag.
- Wo würden Sie mit den Arbeiten beginnen?
- Welches Gefälle ist am Rohrlaser (in %) für die einzelnen Haltungen einzustellen?
- Bei S 4 sind 2 Sohlhöhen angegeben. Was für eine Situation liegt hier vor? Erklären Sie an einer senkrechten Schnittskizze.
- Wo müssten Ihrer Meinung nach Abzweige aufgrund der Grundstücksgrenzen und einem Anschlusszwang der Kommune vorgesehen und eingebaut werden? Erstellen Sie eine Skizze.
- Berechnen Sie den Bedarf an Steinzeugrohren, Abzweigen, Gelenkstücken und Verschlussstellern für die 3 Haltungen.
- Zeichnen Sie einen Längsschnitt der 3 Haltungen in den Maßstäben MdL 1 : 500 und MdH 1 : 50 auf DIN A 3.
- Der Anliegerverkehr soll während der Bauzeit erhalten bleiben. Wie muss die Overndorfer Straße an ihrer Einmündung abgesperrt werden?
- Welche Kunststoffrohre hätten alternativ (statt der Steinzeugrohre) verwendet werden können?
- Wie hätte dann die Bezeichnung für die Haltungen im Lageplan lauten müssen?

**Hinweise auf entsprechende Abschnitte im Buch:**

Für die Berechnung der Kurvensteine nach m oder Stückzahl müssen die Winkel  $\alpha$  zu ermitteln oder bekannt sein (4.3.17 und 4.3.18). Der Radius ist immer bekannt, sonst kann ein Straßenbauer den Bogen weder abstecken (Kapitel 3.4.3), noch den Materialbedarf ermitteln.

Für die Bestellung einer größeren Menge von Kurvensteinen mit unterschiedlichen Radien, Bogenlängen und Krümmungen (konvex – konkav) empfiehlt sich das Anlegen einer Liste für die Bestellung, Abnahme und Verwendung, sonst drohen falsches Abladen und mühselige Suche. Kurvensteine haben an der Fahrbahnseite gemessen meist eine Länge von 78 cm, zusammen mit 0,5 cm Fuge also eine Länge von 0,785 m ( $\pi/4$ ).

Daraus folgt eine vereinfachte Bedarfsermittlung für alle durch  $45^\circ$  teilbaren Winkel:

Je  $45^\circ$  für Winkel  $\alpha$  werden so viele Stück Kurvensteine mit 0,785 m Länge benötigt wie der Radius in m groß ist.

Dabei ist  $\rightarrow$  der Mittelpunktswinkel des Bogens (der Winkel im „Leierpunkt“)

Beispiel für Radius 2 m:

$\alpha = 45^\circ \rightarrow$  bei Radius 2 m  $\rightarrow$  2 Stück

$\alpha = 90^\circ \rightarrow$  bei Radius 2 m  $\rightarrow$  4 Stück

$\alpha = 135^\circ \rightarrow$  bei Radius 2 m  $\rightarrow$  6 Stück usw.

Beispiel für Radius 6 m.

$\alpha = 45^\circ \rightarrow$  bei Radius 6 m  $\rightarrow$  6 Stück

$\alpha = 90^\circ \rightarrow$  bei Radius 6 m  $\rightarrow$  12 Stück

$\alpha = 135^\circ \rightarrow$  bei Radius 6 m  $\rightarrow$  18 Stück usw.

Alle Bögen müssen sehr sorgfältig vom Anfang bei BA bis zum Bogenende BE mit passendem Radius gesetzt werden, sonst ergeben sich geknickte Linien (4.3.29). Vorzugsradien sind 0,5 – 1,0 – 2,0 – 3,0 – 4,0 – 5,0 – 6,0 und 8,0 m, R 10 – 12 – 15 m sind aber auch möglich, Zwischenradien wie 0,75 – 1,5 – 7,5 m ebenso. Ist ein fehlender Radius erwünscht, sollte ein Kurvenstein mit dem nächst größeren Radius gesetzt werden. Nach DIN 18318 sind Bögen bis Radius 12 m mit Kurvensteinen zu fertigen, ab R 12 m können 500 mm lange gerade und ab R 20 m gerade Borde mit 1000 mm Länge verwendet werden.

Radien für Bögen werden immer am Fahrbahnrand = Ansichtsseite der Borde angegeben.



4.3.19 Zwei Arten von Bordsteinzangen



4.3.20 Handwerkliches Versetzen mit Ramme und Klop Holz in einer Abschlussprüfung



4.3.21 Kontrolle bei einer Prüfung, ob die Trittfläche des Bordes leicht nach vorne geneigt ist.





4.3.22 Einschalung für eine Rückenstütze

**Die Ausführung** beginnt mit dem Aushub des Bordsteingrabens. Die Tiefe ergibt sich aus der Bordsteinhöhe und der 20 cm Fundamentbeton, die nach ATV DIN 18 318 VOB/C gefordert werden. Die darunter befindliche Unterlage muss gut verdichtet sein. Es erfolgt dann das Abstecken nach Flucht und Höhe (4.3.23) sowie das Verteilen der Borde auf der Schnur abgewandten Seite.

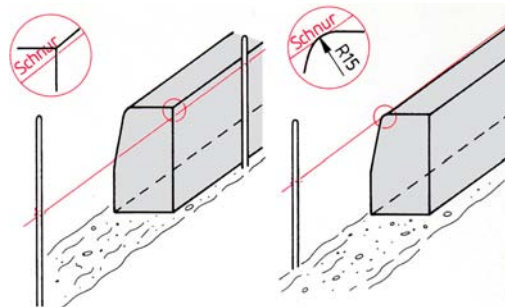
Das Fundament (die Bettung) ist mit 20 cm Beton einer Zusammensetzung nach C 20/25 (DIN 18 318 April 2010) zu schütten. Bei Überführung der Einfassung und für die Entwässerungsrinnen ist C 25/30 erforderlich, um die 15 N/mm<sup>2</sup> Festigkeit nach DIN zu erreichen.

Empfehlung: Zur Vermeidung von Verwechslungen und Folgeschäden durchweg C 25/30 oder C 30/37 verwenden.

Es empfiehlt sich das Bestellen von Transportbeton der Konsistenz C1/F1 (steif) mit Verzögerer. „Frisch auf frisch“ sollte entsprechend DIN 18 318 mit gleichem Beton die Rinne auf 20 cm Beton gepflastert und die nach DIN 18 318  $\geq 15$  cm dicke Rückenstütze in Schalung geschüttet und verdichtet werden (4.3.22).

Stets sollten beim Setzen der Borde und Pflastern der Rinne alle Betonsteine vor Beschädigungen geschützt werden. Dazu Bordzangen und Klopfhölzer z. B. aus Kunststoff (4.3.19 und 4.3.20) benutzen. Die Bordzangen schonen den Rücken, maschinelles Versetzen entlastet beim Setzen der bis zu 125 kg schweren Borde (HB 180 × 300 × 1000) noch mehr (4.3.24)!

Alle Borde sind mit 5 mm breiten unverfugten aber gedichteten Fugen und leicht zu Ansichtsseite gekippt zu setzen. Damit werden Kantenabplatzungen vermieden. Von der zur Straßenseite gekippten Auftrittsfläche kann Oberflächenwasser besser ablaufen, und es entstehen am Fahrbahnrand keine rutschigen oder glatten Flächen auf dem Bord.



**4.3.23 Vorderkante oder Hinterkante?** Günstig ist es, beim Versetzen von Betonbordsteinen die Hinterkante als Schnurkante zu nehmen. Sie ist eindeutig, weil sie keine Rundung hat. Außerdem lassen sich die Bordsteine an den lotrecht eingeschlagenen Schnurnägeln vorbeisetzen. Die im Fahrbahnbereich abgeladenen Bordsteine müssen auch nicht über die Schnur hinweggehoben werden

#### Regeln für das Setzen von Bordsteinen

- Steine rammfest setzen – sie werden sonst durch den Verkehr leicht verdrückt. Die Bettung wird nicht ausreichend verdichtet.
- Steine höhen- und fluchtgerecht setzen – im weiteren Bauablauf orientieren sich die Straßenbauer im Wesentlichen nach dem Bordstein (4.3.2).
- Steine lotrecht versetzen oder leicht nach vorne neigen. Ein Quergefälle, das sich im Gehweg anpasst, ist nur bei früheren Formaten bereits in den Stein eingearbeitet (4.3.21).
- Steine mit 5 mm breiten Fugen versetzen – bei der Wärmeausdehnung des Betons platzen die Kanten an den Stößen sonst ab.



4.3.24 Maschinelles Versetzen von Betonbordsteinen

Häufig wird das Dichten der Bordsteinfugen verlangt, um ein Absacken des Gehwegbelages durch Wegfließen der Bettung zu verhindern (4.3.25), wodurch Folgeschäden entstehen (Stolperkanten, gebrochene Platten). Dichtungsbänder sind selbstklebend und können auch Wärmedehnungen aufnehmen. Starrer Zementmörtel würde reißen und ausbrechen. Zudem sind nach DIN 18 318 unverfugte Fugen vorgesehen. Bitumpappe hinter den Fugen wäre eng am Bord anliegend auch denkbar.

Das Zusammenführen von mehreren Bordsteinen muss mit Überlegung (vergleiche Bild 4.3.26) oder Formsteinen/Ecksteinen erfolgen (4.3.27). Schmiegen/schräge Anschlussflächen können handwerklich geschlagen (4.3.28) oder nass mit Trennscheibe geschnitten werden.



4.3.25 Schäden am Fahrbahnrand, möglicherweise auch durch starkes Schlagen auf die Platten vorprogrammiert



4.3.26 Nicht passende Bordecken





4

4.3.27 Sauberer Anschluss mit (geschnittenen) Ecksteinen



4.3.28 Handwerkliches Schlagen der Schmiegen mit Fäustel, Meißel und Setzeisen



4.3.29 Falsche Borge ergeben einen geknickten Bogen mit keilförmigen Fugen

**Entwässerungsrinnen** aus Pflastersteinen, Platten, Bordrinnensteinen oder Muldensteinen sind nach DIN 18 318 - April 2010 auf 20 cm Beton mit Druckfestigkeit  $\geq 15 \text{ N/mm}^2$  zu setzen. Dazu wird Beton C 25/30 oder besser C 30/37 empfohlen.

Bewegungsfugen in befahrbaren Rinnen sind  $\geq 8 \text{ mm}$  bis  $\leq 15 \text{ mm}$  breit im Abstand von 4 m

bis 6 m (bei C 30/37 bis 9 m) herzustellen und mit Fugeneinlage oder  $\geq 30 \text{ mm}$  tiefem Fugenschluss mit Pflasterfugenmasse zu dichten.

Dennoch könnte in der Ausschreibung eine 5 mm breite Fuge und Verfüllung mit fließfähigem Fugenmörtel gefordert werden. Dann passt die Rinnenbreite zu den bekannten Rinnensteinen (2-reihig) und zum Rechteckaufsatz der Straßenabläufe.



4.3.30 Selbstklebendes Dichtungsband für Bordsteinfugen

Ist die Rinne Teil der Randeinfassung, z. B. als Bordrinne, ist die Bewegungsfuge durchgehend durch die Bettung und Rückenstütze anzuordnen.

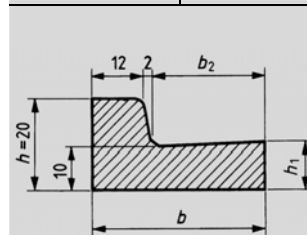
Stellt die Entwässerungsrinne selbst eine Randeinfassung dar, z. B. von Stellplatzflächen, so muss sie eine Rückenstütze  $\geq 15$  cm in C 25/30 oder C 30/37 erhalten.

4



Tabelle 4.3.32 Formen und Maße von Bordrinnensteinen aus Beton

Größe	Länge in cm	Breite		Höhe	
		$b$ in cm	$b_2$ in cm	$h$ in cm	$h_1$ in cm
1	33	40	26	20	11,0
2	und	45	31		11,2
3	50	50	36		11,4



Gewicht: 43 bis 53 kg bei  $l = 33$  cm,  
65 bis 80 kg bei  $l = 50$  cm  
Übergangssteine und Einfahrtssteine  
haben die Höhe  $h = 12,5$  cm

#### 4.3.31 Eingebaute Bordrinnensteine

**Bordrinnensteine.** Eine Kombination von Hochbord mit Rinne als Fertigteil bilden Bordrinnensteine. Sie rationalisieren den Bauablauf, sind jedoch schwierig rammenfest zu versetzen. Da die Auftrittshöhe gleichbleibend etwa 9 cm beträgt (4.3.31), kann in ebenem Gelände nicht allein die Rinne pendeln – auch der Hochbordteil des Bordrinnensteins pendelt und beeinflusst das optische Bild der Straßenführung. Formen, Maße und Bezeichnungen zeigt Tabelle 4.3.32.

#### 4.3.2 Versetzen von Naturbordsteinen

**Baustoffe.** Naturbordsteine sind entsprechend Tabelle 4.3.33 als Hochbordsteine der Form A oder Tiefbordsteine der Form B in 7 Größen nach DIN 482 genormt. Die DIN EN 1343 legt Qualitäten, zulässige Abweichungen (Tabelle 4.3.34) und Kennzeichnungen fest. Beide Normen verhalten sich zueinander wie die entsprechenden Normen 483 und 1340 für Betonbordsteine.

Neben den klassischen Formaten der DIN 482 lässt die DIN EN alle Maße zu, wie breite Bord-schwellen (z. B. Hamburger Kante), Brückensteine mit geringer Höhe, schmale Tiefbordsteine und Rasenbordsteine aus Naturstein.

Da die Längen der Natursteinborde sehr unterschiedlich sein können (Bild 4.3.35) enthält eine normgerechte Bestellung nach DIN 482 für 20 m Naturbordstein ohne Anlauf der Größe 7 mm und 140 bis 150 mm Breite keine Stückzahl und lautet dann:

**20 m Bordstein B7 – 140–150 nach DIN 482**

Unter Einbeziehung der DIN EN 1343 wird daraus

**Bordstein aus Naturstein nach DIN EN 1343 Gesteinsart Granit, Farbe dunkelgrau, Struktur feinkörnig, Sichtflächen grob bearbeitet**

**Form B7 140-150 nach DIN 482, H2, F1, Druckfestigkeit nach Frostbeständigkeitsprüfung mind. 80 MPa, Biegefestigkeit mind. 8 MPa, Abrieb max. 15 cm<sup>3</sup>/50 cm<sup>2</sup>**



## 4.5 Einbau von Schichten ohne Bindemittel

**Geschichtliches.** Bei „Schichten ohne Bindemittel“ denken Straßenbauer sofort an die gute alte Schotterstraße, wie der Volksmund jede Straße nennt, die weder als Asphalt-, Beton- oder Pflasterstraße zu erkennen ist. Schotterstraßen, wie sie besonders von den beiden schottischen Straßenbauern Thomas Telford und John L. MacAdam (beide etwa 1755 bis 1835) konstruiert, propagiert und gebaut wurden, haben heute noch in vielen Ländern ihre Verbreitung und Berechtigung. Während Telford noch die Packlage, abgedeckt mit Schichten von zunehmend feinerem Schotter und Splitt, vorzog, konstruierte MacAdam Schotterstraßen aus mehreren Schotter- und Splittschichten. (4.5.1).

**Begriffe.** Die „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau“ (ZTV SoB-StB, Aug. 2004) definieren Schichten ohne Bindemittel als Deckschichten (DoB) oder Tragschichten (ToB) (4.5.2).



4.5.1 Aufbau einer Schotterstraße nach MacAdam (aus: Zirkler – Straßengeschichte)

Während die Deckschicht als oberste Schicht für ländliche Wege, Wander-, Park- und Radwege infrage kommt, sind Tragschichten ohne Bindemittel als Frostschutzschichten, Kies- oder Schotterschichten für jede Art von Oberbau geeignet.

Tragschichten mit Bindemittel werden in der ZTV T-StB beschrieben und behandelt.

Tabelle 4.5.2 Schichten ohne Bindemittel

Schichten ohne Bindemittel nach <b>ZTV SoB-StB</b>				
Deckschicht ( <b>DoB</b> )	Tragschichten ( <b>ToB</b> )			
	Frostschutzschicht ( <b>FSS</b> )	Schottertragschicht ( <b>STS</b> )	Kiestragschicht ( <b>KTS</b> )	Schicht aus frostunempfindlichem Material ( <b>SfM</b> )

Nach den ZTV E-StB 94/97 gehören die Tragschichten zum Oberbau (4.5.3). Bodenverfestigungen von Untergrund, Unterbau oder Frostschutzschicht erfüllen ebenfalls alle Funktionen einer Tragschicht und werden in diesem Abschnitt behandelt.

Neben den in den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau“ (ZTV T-StB) und den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau“

(ZTV SoB-StB) genannten „üblichen“ und in Tabelle 4.5.4 zusammengestellten Tragschichten werden die folgenden Materialien immer häufiger als Tragschichten eingebaut:

- Tragschichten aus Recyclingschotter (gebrochene Splitt-Schotter-Gemische aus Beton und Mauerwerk, evtl. auch Asphalt),
- Tragschichten mit Walzbeton (ein erdfeuchter Beton, der nach dem Einbau durch Walzen verdichtet wird),
- hydraulisch gebundene Tragschichten aus Alt- oder Ausbauasphalt.

## 5 Fachrechnen

Dieser Abschnitt baut auf der Grundstufe auf, wiederholt nur wenig Grundsätzliches, führt vielmehr mit kurzen Erläuterungen, Formeln

usw. zu Aufgaben, wie sie im Straßen- und Tiefbau üblich sind.

### 5.1 Längen, Stationierung, NN-Höhen

**Längen.** Im Straßen- und Tiefbau werden die üblichen Längeneinheiten verwendet:

- km für die Länge von Straßen, Baulosen usw.,
- m für die Länge von Wegen, Breite von Straßen, Tiefe von Baugruben, Maße von größeren Bauteilen usw.,
- dm bei der Teilung von Nivellierlatten,
- cm für die Bemessung von Bauteilen (auf der Baustelle üblich, allerdings in Abweichung zu mm-Angaben in den DIN-Normen),
- mm für Rohrdurchmesser, Wanddicken von Rohren, Fugendicken usw.

In der Praxis wiederholen sich zwei Gruppen von Aufgaben:

- Eine Längeneinheit muss in eine andere umgerechnet werden;
- unterschiedliche Längeneinheiten sind zu addieren/subtrahieren.

**Für die Umrechnung gilt:**

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ km} & = & 1000 \text{ m} \\ & & 1 \text{ m} = 10 \text{ dm} \\ & & & 1 \text{ dm} = 10 \text{ cm} \\ & & & & 1 \text{ cm} = 10 \text{ mm} \\ \hline \text{Umrechnungszahl} & & \text{Umrechnungszahl} \\ = 1000 & & = 10 \end{array}$$

#### Beispiele

Straßenlänge von 3,567 km = ( $\cdot 1000$ ) **3567 m**  
Nivellierablesung 14,66 dm = ( $\cdot 10$ ) **1,466 m**  
Rohrdurchmesser 200 mm = ( $\cdot 10$ ) **20 cm**  
Bordsteinlänge 1250 mm = ( $\cdot 10$ ;  $\cdot 10$ ;  $\cdot 10$ ) **1,25 m**

Zum Addieren oder Subtrahieren unterschiedlicher Längeneinheiten müssen erst alle Werte in die gleiche Einheit umgewandelt werden.

#### Beispiel

Welche Konstruktionshöhe in m hat ein Kontrollschacht, der aus 20 cm Betonsohle, 0,75 m Schachtunterteil, 1 Schachtring 50 cm, 1 Konus 60 cm, 1 Auflagering 0,8 dm, 1 Rahmen von 18 cm und 2 Mörtelfugen je 20 mm besteht?

#### Lösung

Betonsohle 20 cm = ( $\cdot 10$ ;  $\cdot 10$ ) 0,20 m  
Schachtunterteil 0,75 m = 0,75 m  
Schachtring 50 cm = ( $\cdot 10$ ;  $\cdot 10$ ) 0,50 m  
Konus 60 cm = ( $\cdot 10$ ;  $\cdot 10$ ) 0,60 m  
Auflagering 0,8 dm = ( $\cdot 10$ ) 0,08 m  
Rahmen 18 cm = ( $\cdot 10$ ;  $\cdot 10$ ) 0,18 m  
Mörtelfugen 40 mm = ( $\cdot 1$ ;  $\cdot 10$ ;  $\cdot 10$ ;  $\cdot 10$ ) 0,04 m  
2,35 m

**Nur Längen der gleichen Längeneinheit addieren/subtrahieren!**

**Die Stationierung** von Straßen und Bauabschnitten unterteilt die Straße in regelmäßige Abschnitte (um z. B. Kilometersteine zu setzen = Kilometrierung) bzw. bezeichnet wichtige Stellen, an denen ein Bogen beginnt oder endet, ein Durchlass kreuzt oder eine Nebenstraße einmündet. Üblich ist diese Art der Angabe (beginnend bei 0 + 000):

Stat. 3 + 165,75

d. h. 3 km und 165,75 m (also 165 m und 75 cm) oder 3165,75 m von Beginn der Stationierung.

Bei kürzeren Baustellen (z. B. in der Stadt) wird ohne die Kilometerangabe stationiert. Immer häufiger gibt man drei Stellen hinter dem Komma (also auch mm) an; dies hängt mit der sehr genauen Messung elektronischer Messgeräte zusammen. Die Angabe lautet dann z. B. 158,739.

Zu bestimmten Stationen müssen Längen addiert bzw. davon subtrahiert werden.

**Beispiel**

$$\begin{aligned}
 &\text{Stat. } 1 + 055,50 + 25,3 \text{ m} \\
 &= \text{Stat. } 1 + \quad 055,50 \\
 &\quad + \quad 025,30 \text{ m} \\
 &= \text{Stat. } 1 + \quad 080,80
 \end{aligned}$$

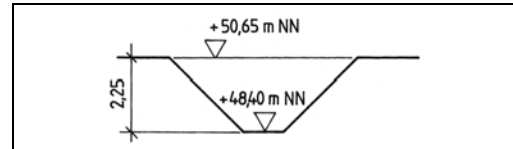
Nicht die Begriffe Station und Länge verwechseln! Sie sind an „Stat.“ und „m“ zu erkennen.

Bei NN-Höhen wird in ähnlicher Weise addiert/subtrahiert. Dabei darf das + der Höhenangabe über NN nicht mit dem Additionszeichen verwechselt werden. Gleiches gilt für – (unter NN) und das Subtraktionszeichen.

**Beispiel**

Die Geländehöhe liegt auf NN + 50,65 m, die Grabentiefe ist 2,25 m. Welche NN-Höhe hat die Grabensohle? (5.1.1)

$$\begin{aligned}
 &50,65 \text{ m über NN} && (\text{Höhenangabe für Gelände}) \\
 &- 2,25 \text{ m} && (\text{Längenmaß für Grabentiefe}) \\
 &\hline
 &48,40 \text{ m über NN} && (\text{Höhenangabe für Grabensohle})
 \end{aligned}$$



5.1.1

Die Zeichen + und – haben beim Berechnen von NN-Höhen unterschiedliche Bedeutungen. Besser ist die Schreibweise „über“ bzw. „unter“ NN.

**Aufgaben zu Abschnitt 5.1**

1. Ergänzen Sie die Tabelle.

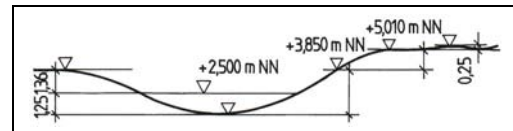
	km	m	dm	cm	mm
a)		1,25			
b)				1050	
c)	0,07				
d)					5355

2. Welche Breite hat eine Fahrbahn, die aus 10 cm Tiefbord, 5,57 m Asphalt, 2 Reihen Betonsteinen 16/16 und 2 Fugen von je 5 mm besteht?
3. a) Wie viel m (und dm) beträgt ein Rohrdurchmesser DN 300?  
 b) Wie viel m (und cm) ist eine Ablesung an der Nivellierlatte von 15,36?  
 c) Wie viel km ist die Weglänge von 1625,50 m?  
 d) Wie viel m (und cm) beträgt eine Fugendicke von 5 mm?  
 e) Welche Maße in mm hat ein Bordstein H 15 × 30?  
 f) Wie viel m (und cm) ist die Station 6 + 533 vom Anfang entfernt?
4. Addieren/subtrahieren Sie. a) Stat. 0 + 650 + 25 m, b) Stat. 3 + 075,5 + 2,25 m, c) Stat. 1 + 945-65 m

5. Berechnen Sie die neuen NN-Höhen.

- a) NN + 9,565 + Ablesung 1,46 m  
 b) Ziellinie + 165,654 m NN-Ablesung 16,53 dm  
 c) – 0,605 m NN + 2,355 m

6. Ergänzen Sie die fehlenden Werte in Bild 5.1.2



5.1.2

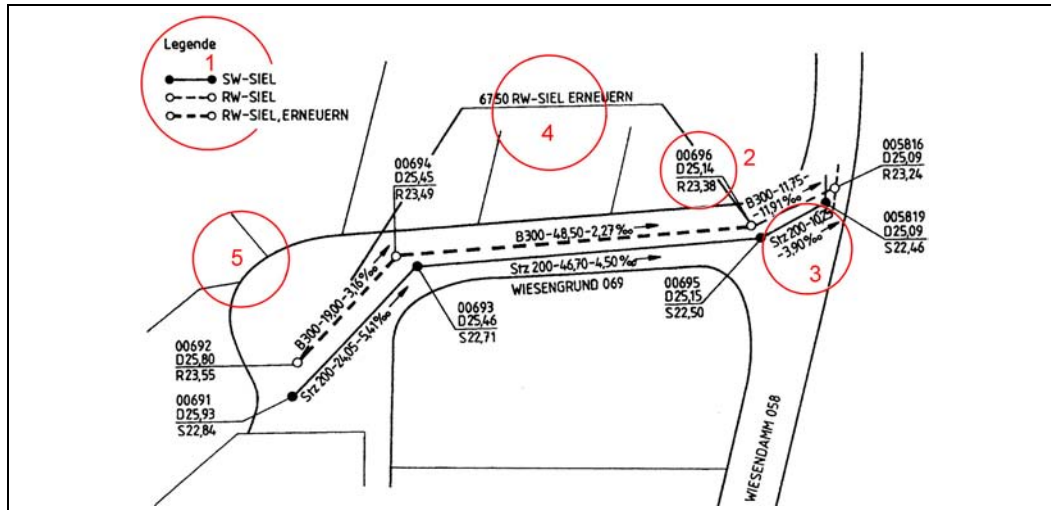
7. Bei einer Kanalisation im norddeutschen Küstenland liegt die Rohrsohle unter NN. Berechnen Sie die fehlenden Tabellenwerte.

	Schacht				
	Nr.8	Nr.9	Nr.10	Nr.11	Nr.12
Gelände NN	+1,36	+1,40	+1,53	+1,53	
Baugrubentiefe in m	2,25	2,21			2,01
Rohrsohle NN			–0,65	–0,52	–0,32

8. Was bedeuten die Längen- und Höhenangaben auf den Bildern 5.1.3?

Weitere Aufgaben am Ende der Abschn. 4.1 bis 4.9

## 6.8 Lageskizze für eine Sielerneuerung, im Original ohne Maßstab



6.10

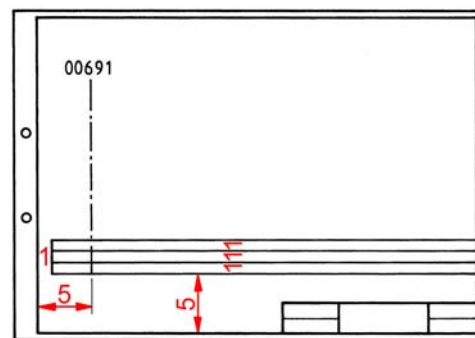
Die Zeichnung 6.10 enthält:

- ① Die Zeichenerklärung (= Legende) der einzelnen Leitungen
- ② Die Schachtnummern mit Deckelhöhe (D) und Rohrsohle (R) als NN-Höhe (z. B. 069 für Wiesengrund, gerade Zahl 6 für Regenwasser)
- ③ Die Daten der einzelnen Haltungen (Material und DN des Rohres, Haltungslänge, Gefälle in ‰)
- ④ Hinweis auf den Bereich der Sielsanierung (-erneuerung)
- ⑤ Grundstücksgrenzen

### Aufgaben

1. Wie viel m Schmutzwasserleitung liegen insgesamt in der Straße „Wiesengrund“?
2. Welche durchschnittliche Baugrubentiefe liegt in den einzelnen Haltungen vor?
3. Welche Gefälleangabe ist in der Originalzeichnung falsch?
4. Überprüfen Sie die Sohlhöhen anhand der Gefälleangaben und der Haltungslängen.
5. Wie groß ist der Höhenunterschied in der Rohrsohle des RW-Siels zwischen dem Anschlussschacht (005816) und dem Endschacht (00692)?
6. Wie groß ist der Bodenaushub (in m<sup>3</sup>) für die Sielerneuerung (für die Schächte wird meist eine Baugrube von 2,0 × 2,0 m ausgehoben und abgerechnet)?
7. Skizzieren Sie etwa im Maßstab 1:20 eine Draufsicht auf das Schachtunterteil des Schachtes 00694 (mit dem Gerinne).
8. Zeichnen Sie einen Längsschnitt beider Leitungen für jeweils alle 3 Haltungen im Maßstab MdL 1:250 und MdH 1:25 (Bild 6.11). Vgl. dazu Beispiel 6.5 (Längsschnitt Kanalisation).

Z



6.11