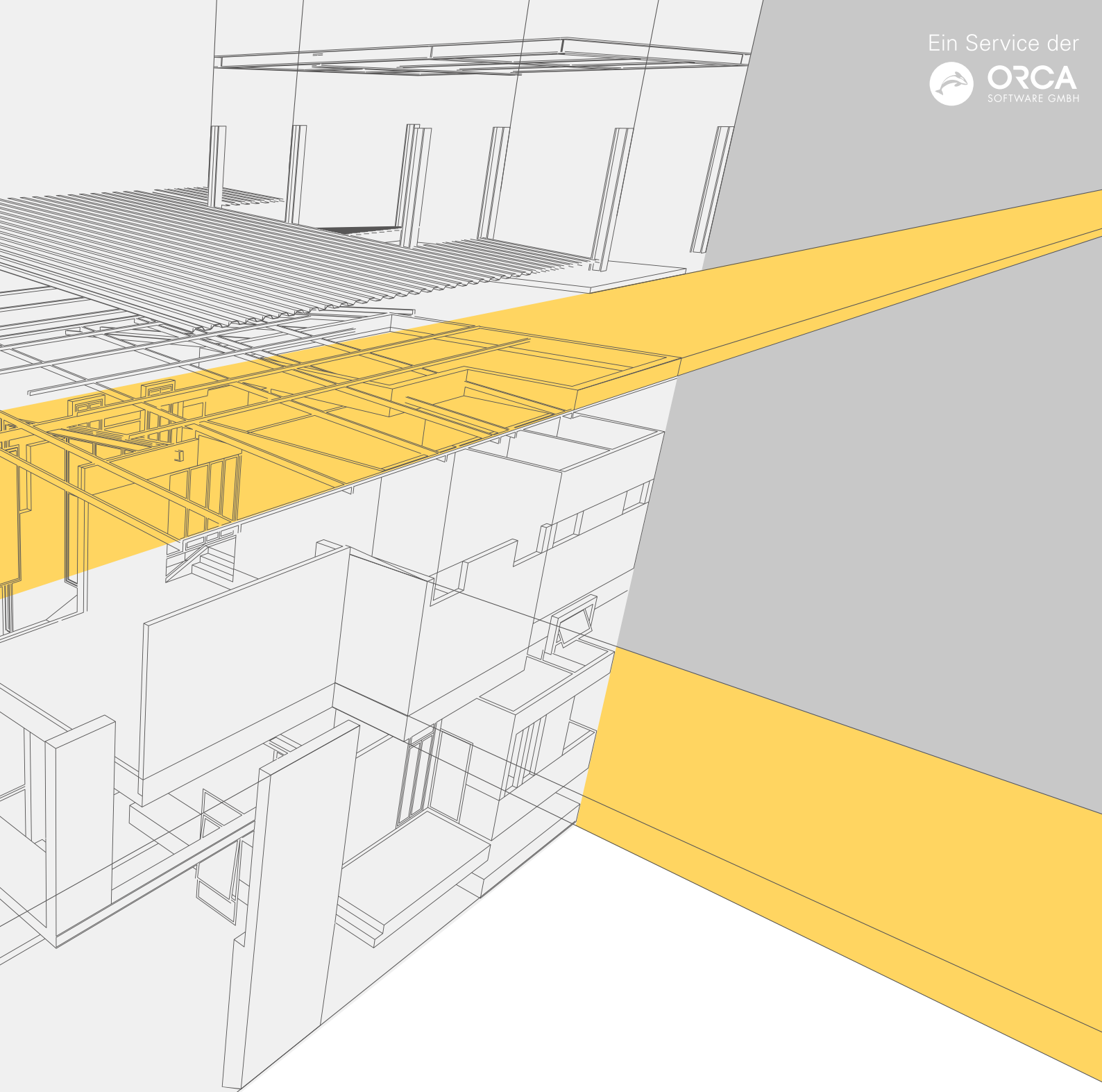
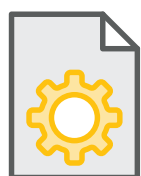


Ein Service der



Stand 12/2023



WHITEPAPER TECHNIK

Tiefbau



ÜBER DIESE WHITEPAPER-SERIE

Die Serie ORCA Whitepaper Technik bietet in jedem Whitepaper einen kurzgefassten Überblick über ein spezifisches Feld der Bau- und Gebäudetechnik. Jedes Whitepaper dient als erstes Nachschlagemedium, als technische Referenz oder als Kurz-Leitfaden für Planung und Ausschreibung.

Die inhaltliche Ausrichtung liegt weniger auf den Planungsgrundlagen, sondern auf dem aktuellen

Regelwerk, einschließlich der ATV-Normen, und auf den für die korrekte Ausschreibung benötigten Begriffen, Techniken und Hintergründen.

ÜBER DEN AUTOR

Mag.Ing. Franz Dam ist seit über 25 Jahren auf dem Gebiet der Bauausschreibung tätig. Mit seinem Expertenwissen berät er Unternehmen zur LPH 6 der HOAI. Seit 2016 ist er Partner der ORCA Software GmbH.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
1.1. Wichtige Themenbereiche des Tiefbaus	5
1.2. Geotechnische Kategorien	5
1.2.1. GK1 bis GK3	6
2. Hinweise zur Planung	6
2.1. Geotechnische Untersuchungen	6
2.1.1. Arten geotechnischer Untersuchungen	7
2.1.2. Erkundung des Baugrunds	7
2.2. Klassifizierung von Boden nach DIN EN ISO 14688	7
2.2.1. Haupt- und Nebenanteile von Böden	8
2.2.2. Benennung grob- und gemischtkörniger Böden	8
2.2.3. Benennung von feinkörnigen Böden	9
2.2.4. Organische Böden	9
2.3. Benennung von Boden nach DIN 18196	9
2.3.1. Körnungslinien	9
2.3.2. Die Bodengruppen nach DIN 18196	10
2.4. Klassifizierung von Fels	10
2.4.1. Klassifizierung von Fels nach DIN EN ISO 14689	10
2.5. Kenngrößen	11
2.5.1. Kenngrößen von Böden	11
2.5.2. Kenngrößen von Fels	11
2.5.3. Kenngrößen nach den ATV-Normen	11
2.5.4. Beispiel für Kennwerte Fels	12
2.6. Homogenbereiche	12
2.6.1. Beispiel: Unterschied Bodenklassen zu Homogenbereichen	13
Definition Homogenbereiche	13
2.6.2. Beschreibung der Homogenbereiche	13
2.7. Baugruben	14
2.7.1. Baugrubenverbau	14
2.7.2. Wasserhaltung	15
2.7.3. Bodenverbesserung und Bodenbewehrung	15



3.	Vorschriften, Normen und Regelwerke	16
3.1.	Richtlinien und technische Vertragsbedingungen	16
3.2.	Eurocode 7	17
3.3.	ATV-Normen	17
3.4.	Nationale und internationale Normen	18
3.4.1.	Boden, Baugrund, Geotechnik	18
3.4.2.	Tiefbauarbeiten	19
3.4.3.	Straßenbau	20
3.4.4.	Dränung und Kanalbau	20
3.4.5.	Weitere Regelwerke, Lieferbedingungen	21
4.	Klassifizierungen und Bezeichnungen	22
4.1.	Bodenarten und Bodengruppen nach europäischer und nationaler Normung	22
4.1.1.	Bezeichnungsbeispiele DIN EN ISO 14688-1	24
4.2.	Kennwerte und Eigenschaften für die Beschreibung von Boden- und Felsschichten	25
4.3.	Straßenbauweisen	26
4.3.1.	Aufbau von Verkehrsflächen	26
4.3.2.	Aufbau von Rad- und Gehwegen	28
4.3.3.	Mischgutarten Asphalt	29
4.3.4.	Asphaltmischgutarten auf Verkehrsflächen	29
4.3.5.	Bindemittel Asphalt	30
4.3.6.	Anforderungen an Asphaltsschichten: Schichteigenschaften	30
5.	Planung und Ausführung	31
5.1.	Gründungen	31
5.1.1.	Eignung der Böden als Baugrund	31
5.1.2.	Faktoren für die Bemessung einer Gründung	32
5.1.3.	Gründungen	32
5.2.	Aufbau von Verkehrsflächen	33
5.2.1.	Begriffe Straßenaufbau	33
5.2.2.	Tragschichten	35
5.2.3.	Frostschuttschichten	35
5.2.4.	Tragdeckschichten	35
5.2.5.	Deckschichten	36
5.3.	Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues	37
5.3.1.	Frostempfindlichkeit von Böden	37
5.3.2.	Bestimmung der Höhe des frostsicheren Straßenaufbaus	37
	Faktoren für die Dicke der frostsicheren Schicht	38
5.4.	Straßenbauweisen	38
5.4.1.	Bauklassen und Verkehrsbelastung	38
5.5.	Aufbau Verkehrsflächen	38
5.5.1.	Untergrund von Straßen	38
5.5.2.	Belastungsklassen für Verkehrsflächen	39
5.5.3.	Beanspruchung und Belastungsklassen für Verkehrsflächen	39
5.5.4.	Straßenbeanspruchung und zugeordnete Belastungsklasse	39
5.5.5.	Aufbau von Straßen und anderen Verkehrsflächen	40
5.5.6.	Mischgutarten und Schichteigenschaften von Asphalt	40
5.5.7.	Erneuerung von Fahrbahnen	40
5.6.	Pflaster und Einfassungen	40
5.6.1.	Pflaster und Plattenbeläge	40
5.6.2.	Bord- und Einfassungssteine	41



5.7.	Kanalbau	41
5.7.1.	Rohrmaterialien	41
5.7.2.	Schächte	42
5.7.3.	Kanalbauweisen	42
5.7.4.	Straßenabläufe	42
5.8.	Leitungstiefbau	43
5.9.	Ausgewählte Angaben aus den ATV-Normen Tiefbau	43
5.9.1.	DIN 18300: Erdarbeiten	43
5.9.2.	DIN 18301: Bohrarbeiten	43
5.9.3.	Din 18315: Verkehrswegebauarbeiten - Oberbauschichten ohne Bindemittel	43
5.9.4.	DIN 18316: Verkehrswegebauarbeiten - Oberbauschichten mit hydraulischen Bindemitteln	44
5.9.5.	DIN 18317: Verkehrswegebauarbeiten - Oberbauschichten aus Asphalt	44
	Kommentar	45



1. Einleitung

Tiefbauarbeiten umfassen vielfältige, oft unklar abgegrenzte Felder, die von der Bodenerkundung, dem Bodenaushub, dem Kanal- und Leitungsbau, dem Straßen- und Gleisbau, bis hin zu Bohrarbeiten, Boden-sanierung und dem Deponiebau reichen. Das vorliegende Whitepaper kann hier nur versuchen, einen Überblick über einige jener Themenbereiche zu geben, welche auch für den planenden und ausschreibenden Architekten oder Hochbauingenieur von unmittelbarem Interesse sein können.

1.1. Wichtige Themenbereiche des Tiefbaus

- ▶ Baugrund
 - Ermitteln von Kenngrößen, Klassifizierung, Erstellung von Gutachten
- ▶ Gründungsvorbereitung
 - Aushub, Verbauarbeiten, Herstellen Gründungsebene (inkl. Bodenverfestigung und -stabilisierung)
- ▶ Wasserhaltung
 - Grundwasserabsenkung, Dränung
- ▶ Bohrarbeiten
- ▶ Straßen- und Wegebau
 - inkl. andere Verkehrsflächen
- ▶ Gleisbau
- ▶ Kanal- und Leitungsbau
- ▶ Sanierung
 - Deponiebau, Altlastensicherung
- ▶ Geländesicherung
 - Böschungen, Stützbauten
- ▶ teils auch: Ingenieurbauten
 - Dämme, Brücken u.a.

1.2. Geotechnische Kategorien

Um Mindestanforderungen von geotechnischen Untersuchungen, von Berechnungen und der Bauüberwachung beschreiben zu können, wird nach der Bemessungsnorm DIN EN 1997-1 unterschieden zwischen einfachen Bauten sowie kleineren Erdarbeiten und Grundbauwerken mit höheren Anforderungen.¹

- 💡 Bei Tiefbauarbeiten für Bauwerke wurden von der nationalen Normung (DIN 4020) die Geotechnischen Kategorien 1, 2 und 3 eingeführt. Die Bemessungsnormen der Reihe DIN EN 1997 (Eurocode 7) haben diese übernommen. Ihre Verwendung ist in Europa optional.²
- 💡 In Deutschland sind diese Geotechnischen Kategorien anzuwenden. Sie dienen zur Festlegung der quantitativen und qualitativen Mindestanforderungen von geotechnischen Untersuchungen und Berechnungen, abhängig von der Schwierigkeit der baulichen Anlage sowie des Baugrunds.

1 vgl. Absatz 8P in Abschnitt 2.1 der DIN EN 1997-1

2 vgl. Absätze 10ff in Abschnitt 2.1 der DIN EN 1997-1

1.2.1. GK1 bis GK3

	GK1	GK2	GK3
Bauwerk	Kleine und relativ einfache Bauwerke vernachlässigbares Risiko geringe Lasten	konventionelle Gründungen und Bauwerke ohne ungewöhnliches Risiko übliche Lasten	Bauwerke mit außergewöhnlichen Risiken, sehr große und ungewöhnliche Bauwerke, Bauwerke in seismisch stark betroffenen Gebieten hohe Lasten
Baugrund	ebener, tragfähiger Grund, einfache Verhältnisse Keine Gefährdung durch Geländebruch oder Bewegungen im Baugrund	Keine schwierigen Baugrund- und Belastungsverhältnisse	Schwierige und/oder instabile Baugrund- oder Belastungsverhältnisse
Grundwasser	Kein Einfluss auf Grundwasser, unbedenklich	beherrschbar	problematisch
Verfahren, Planung und Bemessung	routinemäßige Verfahren für Planung und Bemessung der Gründung und des Bauwerks vergleichbare örtliche Erfahrungen reichen für das Verfahren aus	Routineverfahren für die Feld- und Laborversuche sowie bei der Bemessung und Ausführung Nachweise sollten geotechnische Kenngrößen und Berechnungen enthalten	i.A. soll nach anspruchsvolleren Vorgaben und Regeln als den in der Normung genannten untersucht werden
Beispiele	Reihenhaus Einfamilienhaus normale Rohrgräben	Flächenfundamente, Pfahlgründungen Konventionelle Baugruben Brückenpfeiler Aufschüttungen und Erdarbeiten	Hochhäuser, Türme Brücken mit großer Spannweite andere anspruchsvolle Ingenieurbauwerke

2. Hinweise zur Planung

2.1. Geotechnische Untersuchungen

Mittels geotechnischer Untersuchungen müssen die wesentlichen Baugrundeigenschaften beschrieben werden können. Die charakteristischen Werte für die Baugrund-Kenngrößen werden dadurch festgelegt. Geologische Merkmale wie Bodenprofil, Hohlräume, Verwitterung, Verwerfungen oder strukturempfindliche Böden sind dabei zu beachten.

2.1.1. Arten geotechnischer Untersuchungen

- geologisch
- hydrogeologisch
- geophysikalisch
- bodenmechanisch
- felsmechanisch
- umwelttechnisch
- chemisch

2.1.2. Erkundung des Baugrunds

Für Baumaßnahmen von Bauwerken der Kategorien GK2 und GK3 sollten die Baugrunduntersuchungen folgendermaßen durchgeführt werden:³

- ▶ Voruntersuchungen für Vorentwurf des Bauwerks (Sichtung und punktuelle Aufschlüsse)
 - soll eine Bewertung des Baugrunds ermöglichen: für Lage des Bauwerks, Gründungsarten, Standsicherheit im Planungsgebiet, Auswirkungen auf Umgebung
 - auch vorhandene Unterlagen werden herangezogen (geologische Karten, Altlastenkataster, archäologische Karten, Setzungsbeobachtungen, Altuntersuchungen)
- ▶ Hauptuntersuchungen (Aufschlüsse - im Raster oder in Schnitten - zum Erfassen des räumlichen Verlaufs der Schichtung)
 - Direkte Erkundung durch Bohrungen (Kern- oder Rammkernbohrungen), Feldversuche, Grundwassermessungen
 - Direkte Erkundung durch Schürfen
 - Direkter Aufschluss durch Schächte, Stollen
 - Indirekter Aufschluss (Ramm- und Drucksondierung)
- ▶ Kontrolluntersuchungen und baubegleitende Messungen

Rasterabstände von Bodenuntersuchungen⁴

- ▶ bei Hoch- und Industriebauten: 15 m bis 40 m
- ▶ bei großflächigen Bauwerken: nicht mehr als 60 m
- ▶ bei Linienbauwerken: 20 m bis 200 m
- ▶ bei Sonderbauwerken (z.B. Brücken): 2 bis 6 Aufschlüsse je Fundament
- ▶ bei Staudämmen und Wehren: 25 m bis 75 m (in maßgebenden Schnitten)

Ziele der Bodenerkundung

- ▶ Aufeinanderfolge der Boden- oder Felsschichten
- ▶ Mächtigkeit der Boden- oder Felsschichten
- ▶ Beschaffenheit der Schichten
- ▶ Neigung von Schichten, Verwerfungen, Brüchen
- ▶ Stabilität des Geländes muss beurteilt werden können
- ▶ Bauwerk muss mit Grundriss/Lastverteilung berücksichtigt werden (Anordnung der Untersuchungspunkte etc.)

2.2. Klassifizierung von Boden nach DIN EN ISO 14688

Art und Grundbestandteile des Bodens müssen frühzeitig angesprochen werden. Sie werden nach einer anerkannten Nomenklatur beschrieben. Das bedeutet, sie werden entweder nach DIN 18196 oder nach DIN EN ISO 14688-1 benannt.

3 vgl. Abschnitte 2.2ff in DIN 1997-2

4 vgl. Anhang B zu DIN 1997-2

2.2.1. Haupt- und Nebenanteile von Böden

Bei grob- und gemischtkörnigen bzw. nichtbindigen Böden erfolgt die Klassifikation meist nach Haupt- und Nebenanteilen.

Der Hauptanteil ist die nach Gewichtsanteilen am stärksten vertretene Bodenart, die nach Korngrößen bestimmt wird. Grobkörnige Böden dürfen einen Massenanteil an Feinkorn (Schluff, Ton) < 5% enthalten, gemischtkörnige Böden dürfen einen Massenanteil an Feinkorn von 5% bis 40% enthalten, sofern dieser Anteil nicht das Verhalten des Bodens bestimmt.⁵

Bei feinkörnigen bzw. bindigen Böden (Massenanteil an Feinkorn > 40%) ist jene Kornfraktion der Hauptanteil, die das Verhalten des Bodens bestimmt.⁶ Es handelt sich dabei entweder um Schluff (> 0,002 - 0,063 mm) oder um Ton (< 0,002 mm).

- 💡 Bei feinkörnigen Böden sind nicht die Massenanteile, sondern die plastischen Eigenschaften von entscheidender Bedeutung. Die durch geeignete Versuche ermittelte Plastizitätszahl I_p gibt an, ob Tone oder Schluffe entweder leichtplastisch, mittelpplastisch oder ausgeprägt plastisch sind.

2.2.2. Benennung grob- und gemischtkörniger Böden

Gemischtkörnige Böden setzen sich aus grobkörnigen (nichtbindigen) und feinkörnigen (bindigen) Böden zusammen.

- 💡 Der Bodenhauptanteil wird mit dem Substantiv bezeichnet (z.B. Mittelsand, nach DIN EN ISO 14688). Besteht der Boden aus zwei Hauptanteilen mit annähernd gleichen Anteilen (zwischen 40 % und 60 %), so werden die betreffenden Bezeichnungen nebeneinander gesetzt und durch „und“ verbunden, z.B. Kies und Sand.

Nebenanteile werden folgendermaßen bezeichnet

- ▶ mit Adjektiven (z.B. kiesig, sandig, grobsandig, feinsandig, schluffig, tonig). Sie werden in der Reihenfolge ihres Massenanteils den Hauptanteilen beigelegt werden (z.B. Kies, sandig / Feinkies, grobsandig).
- ▶ Die Nebenanteile werden dazu mit quantitativen Spezifikationen versetzt: **schwach** und **stark**.
 - stark: wenn grobkörnige Nebenanteile mit > 30% Massenanteil im Gemisch vertreten sind (z.B. stark sandig).
 - schwach: wenn grobkörnige Nebenanteile mit < 15% Massenanteil im Gemisch vertreten sind (z.B. schwach kiesig, schwach grobsandig).
 - feinkörnige Nebenanteile werden als schwach oder stark bezeichnet, wenn sie von besonders geringem oder besonders starkem Einfluss auf das Verhalten des Bodens sind (z.B. Kies, sandig, schwach schluffig; Sand, feinkiesig, stark tonig).

Zusätzlich Bezeichnung mit Kürzeln

Nebenanteile werden entsprechend den Hauptanteilen, welche mit Großbuchstaben bezeichnet werden, nach DIN EN ISO 14688 korrekterweise zusätzlich mit Kleinbuchstaben benannt (z.B. sa, gr, fsa, si). Diese werden in der Reihenfolge ihres Massenanteils den Kurzzeichen der Hauptanteile beigelegt.

- ▶ Zur Benennung von Bodenarten: Bitte sehen Sie die Tabelle in Abschnitt 4.1 dieses Whitepapers.

5 Nach Abschnitt 4.3.2 in DIN EN ISO 14688-1 bestimmt das Feinkorn dann nicht das Verhalten des gemischtkörnigen Bodens, wenn der Boden im Trockenfestigkeitsversuch keine oder nur eine niedrige Trockenfestigkeit aufweist bzw. wenn er beim Knetversuch keine Knetfähigkeit zeigt. Er bestimmt den Boden aber, wenn mindestens eine mittlere Trockenfestigkeit feststellbar ist und/oder er knetbar ist.

6 Das gilt auch für gemischtkörnige Böden, deren Feinkornanteil das Verhalten des Bodens bestimmt.

2.2.3. Benennung von feinkörnigen Böden⁷

Bei feinkörnigen und von Feinkornanteilen in ihrem Verhalten bestimmten gemischtkörnigen Böden muss der Boden als Schluff oder Ton beurteilt werden.

- 💡 Bei gemischtkörnigen Böden mit einem Feinkornanteil über 15% sind meist die plastischen Eigenschaften bestimmend.
- 💡 Ein zusätzlicher feinkörniger Nebenanteil (schluffig, tonig) wird gesondert ausgewiesen, wenn die Plastizitätszahl I_p stark abweicht. Eine Unterteilung in schwach oder stark erfolgt bei bodenbestimmenden feinkörnigen Anteilen nicht (z.B. Schluff, schwach sandig, tonig).

2.2.4. Organische Böden

Diese Böden bestehen entweder vollständig aus organischen Substanzen oder beinhalten organische Stoffe als starke Beimengungen. DIN EN ISO 14688-1 hat nur eine einzige Bezeichnung für organische Böden.

- 💡 Organische Bodenarten sind Torf (pflanzliche Reste, rein organisch), Mudde/Faulschlamm (pflanzliche und tierische Reste, anorganische Bestandteile) und Humus (pflanzliche Reste, lebende Organismen, deren Ausscheidungen, anorganische Bestandteile).

2.3. Benennung von Boden nach DIN 18196⁸

Die Klassifikation von Böden nach DIN 18196 erfolgt in Gruppen mit annähernd gleichem stofflichen Aufbau, ähnlichen bodenphysikalischen Eigenschaften, unabhängig vom Wassergehalt und von der Dichte.

Klassifikationsmerkmale sind

- Korngrößenbereiche
- Korngrößenverteilung
- plastische Eigenschaften
- organische Bestandteile
- Entstehung des Bodens

2.3.1. Körnungslinien

Aus den durch Sieben ermittelten prozentualen Massenanteilen an der Gesamtprobenmenge eines Bodens ergibt sich die Körnungslinie als Summenlinie. Feinkornanteile ($\leq 0,06$ mm) werden durch Absetzversuche festgelegt.

- 💡 Die Körnungslinien geben Aufschluss über Besonderheiten der Korngrößenverteilung. Gleichmäßig ansteigende, flache Körnungslinien, die alle Korngrößenbereiche umfassen, heißen weit gestuft (W), steil ansteigende, die nur einen oder wenige Bereiche umfassen, heißen eng gestuft (E). Wenn einzelne Körnungsbereiche ausfallen und dadurch eine treppenförmige Linie entsteht, wird diese Linie als intermittierend (I) bezeichnet.

⁷ Ebenso von gemischtkörnigen Böden mit bestimmendem Feinkornanteil

⁸ Für eine komplette Auflistung siehe die Tabelle in Punkt 4.1. dieses Whitepapers.

2.3.2. Die Bodengruppen nach DIN 18196

Boden	1. Kürzel	2. Kürzel
sehr grobkörnig	B=Blöcke, Steine	G= > 630 mm L= 200 - 630 mm S= ≤ 200 mm
grobkörnig	S=Sandkorn G=Kieskorn ⁹	E=eng gestuft ¹⁰ W=weit gestuft ¹¹ I=intermittierend gestuft ¹²
gemischtkörnig	S=Sand G=Kies	T=tonig, U=schluffig U* und T* ¹³
feinkörnig	T=Ton U=Schluff	L=leicht plastisch M=mittelplastisch A=ausgeprägt plastisch
organogen	O=organogen	U=schluffig T=tonig K=kalkig H=humos
organisch	H=Torf, Humus F=Mudde/Faulschlamm	N=nicht zersetzt Z=zersetzt
anthropogen	A=Ablagerungen	() Ablagerungen aus natürlichen Böden ¹⁴

2.4. Klassifizierung von Fels

Fels wird für bautechnische Zwecke nach DIN EN ISO 14689 benannt. Die Klassifizierung erfolgt nach der Güte des Gesteins und nach seiner Klüftung. Die Gesteinsqualität sollte hinsichtlich Verwitterung, Kornaufbau, vorherrschender Korngröße der Minerale und Härte und Zähigkeit des Leitmaterials beschrieben werden. Die alten Klassifikationen nach DIN 4022 und die Bodeneinteilung nach ATV DIN 18300 in fünf Bodenklassen und zwei Felsklassen sind mittlerweile obsolet.

2.4.1. Klassifizierung von Fels nach DIN EN ISO 14689¹⁵

- ▶ **Magmatische Gesteine** (pyroklastisch oder magmatisch) wie Rhyolit, Andesit, Basalt, Tuff, Agglomerate et.al.
 - ▶ **Sedimentgesteine** nach klastischer oder chemisch-organischer Entstehung, wie Kalk, Konglomerate, Dolomit, Schluffstein, Anhydrit et.al.
 - ▶ **Metamorphe Gesteine** wie Quarz, Gneis, Feldspate, Sandstein, Karbonate et.al.
- 💡 Die Benennung erfolgt zusätzlich nach Struktur (geschichtet, geschiefert, massig, Bruchstücke) sowie vorherrschender Korngröße (oder mit Zusatz glasig, amorph).

⁹ = Grant. Bei Unklarheiten bezüglich der Gewichtung werden die Boden-Kurzzeichen nebeneinander gesetzt und mit Pluszeichen verbunden (G+S).

¹⁰ Ungleichförmigkeitszahl $C_u < 6$, Krümmungszahl C_c – beliebig

¹¹ Ungleichförmigkeitszahl $C_u \geq 6$, Krümmungszahl $C_c = 1-3$

¹² Ungleichförmigkeitszahl $C_u \geq 6$, Krümmungszahl $C_c = <1$ oder >3

¹³ mit höherem Massenanteil an Feinkorn (15-40%)

¹⁴ Bodengruppe in Klammern

¹⁵ vgl. Tabelle A.1 in DIN EN ISO 14689-1

2.5. Kenngrößen

2.5.1. Kenngrößen von Böden

Wichte

Aus der Wichte werden wichtige Bemessungs- oder Einwirkungswerte abgeleitet.

Verdichtungsgrad

Der Verdichtungsgrad ist das Verhältnis der Trockenwichte zur maximalen Trockenwichte aus einem genormten Verdichtungsversuch.

Scherfestigkeit

Die Scherfestigkeit basiert auf diversen Bodenmerkmalen, dem Spannungsniveau, den Rissen in bindigen Böden, dem Sättigungsgrad, Gleitflächen u.a.

Bodensteifigkeit

Die Bodensteifigkeit hängt insbesondere ab von Drainagebedingungen, der Konsolidierung des Bodens und der aufgetragenen Scherspannung.

Lagerungsdichte

Die Lagerungsdichte ist von großer Bedeutung bei grobkörnigen, kohäsionslosen Böden. Sie beschreibt den Grad der Verdichtung von Lockergestein.

Plastizität und Konsistenz

Bindige gemischtkörnige und feinkörnige Bodenarten werden mittels ihrer Plastizität charakterisiert. Man ermittelt die Plastizitätszahl I_p und die Konsistenzzahl I_c .

Wasserdurchlässigkeit

Im Labor wird der Durchlässigkeitsbeiwert K_f in m/s ermittelt.

2.5.2. Kenngrößen von Fels¹⁶

💡 Für Bauzwecke entscheidendes Merkmal von Fels sind seine strukturellen Diskontinuitäten, wie Schichtflächen, Klüfte, Scherflächen und Hohlräume. Klüfte werden charakterisiert durch Merkmale wie Kluftabstand, Kluftstellung, Öffnungsweite, Kontinuität, Rauigkeit und Kluftfüllung.

2.5.3. Kenngrößen nach den ATV-Normen

ATV-Kenngrößen für Böden¹⁷

- ▶ Bodenbezeichnung, ortsüblich und nach Norm
- ▶ Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern
- ▶ Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke
- ▶ Dichte (Feuchtdichte)
- ▶ undrained Scherfestigkeit
- ▶ Wassergehalt
- ▶ Plastizität mit Plastizitätszahl
- ▶ Konsistenz mit Konsistenzzahl
- ▶ Lagerungsdichte
- ▶ organischer Anteil

¹⁶ vgl. Abschnitt 3.3.8 in DIN EN 1997-1

¹⁷ Diese Angaben sind nicht für alle Böden erforderlich – bindige und nicht bindige Böden erfordern verschiedene Angaben. Zudem werden für die Geotechnische Klasse 1 weniger Angaben verlangt – siehe die Tabelle in Abschnitt 4.2 dieses Whitepapers.

Weitere Kenngrößen je nach Anwendungsgebiet, wie mineralogische Zusammensetzung, Kohäsion, Durchlässigkeit, Kalkgehalt, Sulfatgehalt oder Abrasivität.

ATV-Kenngrößen für Fels

- ▶ ortsübliche Bezeichnung
- ▶ Benennung nach Norm
- ▶ Dichte (Feuchtdichte)
- ▶ Verwitterung und Veränderung, Veränderlichkeit
- ▶ einaxiale Druckfestigkeit
- ▶ Trennflächenrichtung
- ▶ Trennflächenabstand
- ▶ Gesteinskörperform

Weitere Kenngrößen je nach Anwendungsgebiet, wie Kalkgehalt, Sulfatgehalt, Spaltzugfestigkeit oder Kluffüllung.

2.5.4. Beispiel für Kennwerte Fels

Kennwert	Erdarbeiten DIN 18300, GK1	Erdarbeiten DIN 18300, GK2/ GK3
Benennung nach DIN EN ISO 14689	Wechsellagerung, Tonschiefer, Grauwacke	Wechsellagerung, Tonschiefer, Grauwacke
Ortsübliche Bezeichnung	--	Tonschiefer, Grauwacke
Dichte	--	2,5-2,7 g/cm ³
Verwitterung, Veränderung, Veränderlichkeit	Mäßig verwittert, leicht veränderlich	Mäßig verwittert, leicht veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit	--	15-40 Nmm ²
Trennflächenrichtung	Nordost	Nordost
Trennflächenabstand	Geschiefert, grob laminiert bis dünn (8-25 mm)	Geschiefert, grob laminiert bis dünn (8-25 mm)
Gesteinskörperform	Tafelförmig, bis prismatisch	Tafelförmig, bis prismatisch

2.6. Homogenbereiche

Homogenbereiche unterscheiden sich von den früheren Bodenklassen der ATV-Normen, welche ebenso Anhaltspunkte für die Bearbeitbarkeit der Böden und die nachfolgende Bemessung geben wollten.

Homogenbereiche gibt es für Erdarbeiten, Bohrarbeiten, Ramm- und Rüttelarbeiten, Nassbaggerarbeiten, Untertagebauarbeiten, Schlitzwandarbeiten, Rohrvortrieb, Düsenstrahlarbeiten und Horizontalspülbohrverfahren.

2.6.1. Beispiel: Unterschied Bodenklassen zu Homogenbereichen

Boden- oder Fels- schicht	Klassifizierung		
	alte Klassen nach DIN 18300	Homogenbereiche für Erdbau	Homogenbereiche für Bohrarbeiten
Schicht 1	3	Homogenbereich I.A	Homogenbereich II.A
Schicht 2	4		Homogenbereich II.B
Schicht 3		6	Homogenbereich I.B
Schicht 4			

Definition Homogenbereiche

- 💡 Ein Homogenbereich ist ein räumlich begrenzter Bereich, welcher aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten besteht, der für das jeweilige, zu betrachtende Gewerk vergleichbare bautechnische Eigenschaften aufweist. Das betrifft insbesondere den Geräteeinsatz. Der Homogenbereich hebt sich dadurch von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche ab.
- 💡 Grundlage für die Definition der einzelnen Homogenbereiche ist der Geotechnische Bericht, in welchem die erkundeten Baugrundsichten auf der Grundlage von DIN EN 1997-2, DIN EN ISO 14688, Teile 1 und 2 sowie DIN EN ISO 14689 beschrieben werden.
- 💡 Die Beschreibung der Homogenbereiche enthält neben den aus Feld- und Laboruntersuchungen ermittelten, charakteristischen Werten für die Bemessung auch die zu erwartende Streuung der jeweiligen Kennwerte.

2.6.2. Beschreibung der Homogenbereiche

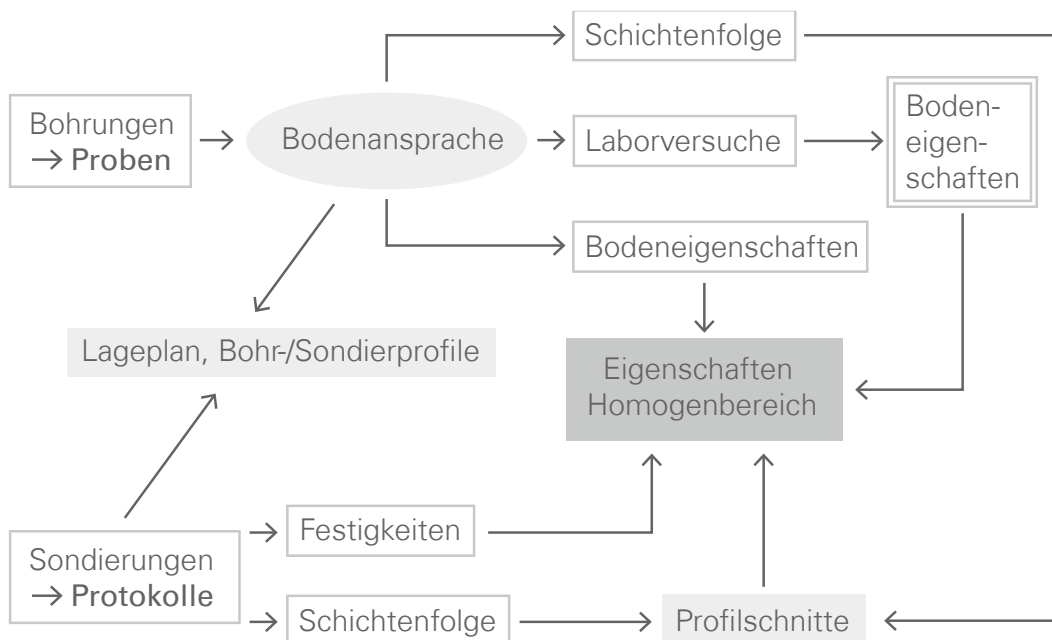
Diese ergibt sich i.d.R. aus dem geotechnischen Bericht. Der geotechnische Bericht orientiert sich an der Aufgabenstellung, d.h. der Art der Baumaßnahme.

- 💡 Der geotechnische Bericht enthält klare Angaben zu: Tiefenbereich, Mächtigkeit, Boden-/Felseigenschaften wie in DIN EN ISO 14688/14689 bzw. wie in ATVs gefordert; ggf. Angaben zu Kornform, Kornrundungsgrad und Oberflächenstruktur.
- 💡 Auch eine Gründungsberatung, ein Schadensgutachten und ein hydrogeologisches Gutachten können Teil eines geotechnischen Berichtes sein.

Der geotechnische Bericht kann folgende Fragestellungen umfassen

- ▶ Bodenbeschaffenheit
- ▶ Vegetation, Bewuchs (besonders an Hängen)
- ▶ Geländeform (auch Rutsch- und Kriechverhalten, Auslaugungen, Erdfälle)
- ▶ Wasserläufe, Quellen, Feuchtstreifen (auch Grundwasserstände)
- ▶ Sparten (Leitungen, Kabel)
- ▶ Nachbarbebauung (Gründung, Gründungsmöglichkeiten)
- ▶ Bauarbeiten in Umgebung (auch zukünftige)
- ▶ Bauschäden in Nachbarschaft
- ▶ Brunnen (Anforderungen an Wasserhaltung)
- ▶ Auffüllungen
- ▶ Halden, Stollen, Fördergerüste (Bergbau)

Bodenuntersuchung und geotechnischer Bericht



2.7. Baugruben

Baugrubenwände werden geböschd oder verbaut. Bei nichtbindigen und weichen bindigen Böden soll der Böschungswinkel 45 Grad betragen. Bei steifen bindigen Böden sind 60 Grad Böschung möglich, bei Fels sogar 80 Grad.

2.7.1. Baugrubenverbau

▶ Grabenverbau

Der Verbau von Gräben erfolgt entweder waagrecht, abschnittsweise von oben nach unten, bei nichtbindigen Böden jedoch senkrecht. Heute kommen anstelle von Holz bei maschinelltem Aushub häufig Stahlverbauelemente zum Einsatz.

▶ Spundwände

bestehen aus Stahl-Spundbohlen, welche mit Schlössern zusammengefügt werden; i.d.R. handelt es sich um Z- und U-Profile mit angewalzten Schlössern. Spundprofile werden in den Boden gerammt, oder im Bohrpressverfahren hydraulisch eingepresst.

▶ Trägerbohlwände

bestehen aus Stahlträgern, welche mit Bohlen und Kanthölzern bzw. Rundhölzern ausgefacht werden. Der Verbau folgt dabei dem Aushub. Bei wasserhaltigen Sanden werden stattdessen oft Kanaldielen verwendet.

▶ Bohrfahlwände

werden als Ortbetonkonstruktionen in Hohlräume im Boden betoniert. Die aufwändigere Variante *überschnittene Bohrfahlwände* ist wasserdicht.

▶ Schlitzwände

werden in ausgehobenen Bodenschlitzen betoniert, die mit Stützflüssigkeit gegen Einstürzen geschützt werden. Schlitzwände können bewehrt und verankert werden.

2.7.2. Wasserhaltung

Offene Wasserhaltung

Bei offener Wasserhaltung wird das Wasser aus Pumpensämpfen, Flachbrunnen oder gebohrten Brunnen mit Pumpen gefördert; diese Art der Wasserhaltung findet in der Baugrube statt.

Grundwasserabsenkung

Bei der Grundwasserabsenkung (Grundwasserhaltung) wird der Grundwasserspiegel um die Baugrube herum bis unter die Sohle abgesenkt. Der Aushub wird dadurch nicht behindert. Meist werden Bohrbrunnen oder Entlastungsbrunnen (bei gespanntem Grundwasser) oder eine Unterdruckentwässerung (Vakuumabsenkung) eingesetzt.

💡 Die Wirksamkeit einer Grundwasserhaltung muss durch die Messung der Piezometerhöhen, Porenwasserdrücke und Bodenbewegungen in geeignetem Maß überprüft werden.

💡 Es ist zu gewährleisten, dass die Standsicherheit der Baugrubenwände nicht gefährdet wird; dass es zu keinen übermäßigen Setzungen kommt; dass Bodenausspülungen vermieden werden; dass es bei Wiederanstieg des Grundwassers zu keinen unerwünschten Effekten kommt (z.B. bei Sand).

2.7.3. Bodenverbesserung und Bodenbewehrung

Arten der Bodenverbesserung

- ▶ mechanische Verdichtung
- ▶ Bodenersatz oder Bodenaustausch
- ▶ Entwässerung durch Dränung
- ▶ Injektionen, Einpressen in Bodenporen
- ▶ Zugabe von Kalk (oder Zement)

Zu beachtende Faktoren¹⁸

- Eigenschaften des Untergrunds
- Art/Größe des zu gründenden Bauwerks
- Wasserdruck in verschiedenen Schichten
- Beeinflussungen von Baugrundverbesserung und Bauabfolge hinsichtlich Verformungen
- Einwirkungen auf Umwelt (toxische Stoffe; Grundwasserspiegel)
- Längerfristige Zersetzung der Stoffe

¹⁸ vgl. Abschnitt 5.5. in DIN 1997-1

Bodenverfestigung

- 💡 Bodenverfestigungsmaßnahmen werden in der oberen Zone des Unterbaus bzw. Untergrundes oder der Frostschuttschicht gesetzt. Der Boden wird dabei durch Zugabe von Kalk, Zement oder evtl. Bitumen langfristig besser tragfähig, wasserunempfindlicher und frostbeständig.

3. Vorschriften, Normen und Regelwerke

3.1. Richtlinien und technische Vertragsbedingungen

- § **RStO 12:** Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, 2012 (FGSV 499)¹⁹
- § **ZTV BEA-StB 09/13:** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen - Asphaltbauweisen, Ausgabe 2009/Fassung 2013 (FGSV 798)
- § **ZTV Asphalt-StB 07/13:** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, Ausgabe 2007/Fassung 2013 (FGSV 799)
- § **ZTV BEB-StB:** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen - Betonbauweisen, 2013 (FGSV 898)
- § **ZTV Beton-StB 07:** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Trag-schichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton, 2007 (FGSV 899)
- § **ZTV SoB-StB 20:** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schich-ten ohne Bindemittel im Straßenbau, 2020 (FGSV 698)
- § **ZTV Pflaster-StB 20:** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken, Plattenbelägen sowie von Einfassungen, 2020 (FGSV 699)
- § **ZTV Ew-StB 14:** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässe-rungseinrichtungen im Straßenbau, 2014 (FGSV 598)
- § **ZTV E-StB 17:** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßen-bau, 2017 (FGSV 599)
- § **RASt 06:** Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen, 2006 (FGSV 200)
- § **RDO Beton 09:** Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung von Betondecken im Oberbau von Ver-kehrsrflächen, 2009 (FGSV 497)
- § **RDO Asphalt 09:** Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaues von Verkehrsflächen mit Asphaltdeckschicht, 2009 (FGSV 498)
- § **RewS:** Richtlinien für die Entwässerung von Straßen, 2021 (FGSV 539)
- § **M DBT:** Merkblatt für Dränbetontragschichten (FGSV 827)
- § **M VV:** Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen (FGSV 947)

¹⁹ Diese Regelungen werden herausgegeben von der FGSV - *Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen*.

3.2. Eurocode 7

- § DIN EN 1997-1: Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1: Allgemeine Regeln
- § DIN EN 1997-1/NA: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1: Allgemeine Regeln
- § DIN EN 1997-2: Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- § DIN EN 1997-2/NA: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

3.3. ATV-Normen

- § DIN 18 300: VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Erdarbeiten
- § DIN 18 301: VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Bohrarbeiten
- § DIN 18 302: VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Spezialtiefbauarbeiten zum Ausbau von Bohrungen
- § DIN 18 303: VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Verbauarbeiten
- § DIN 18 304: VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten
- § DIN 18 305: VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Wasserhaltungsarbeiten
- § DIN 18 306: VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Entwässerungskanalarbeiten
- § DIN 18 308: VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Drän- und Versickerarbeiten
- § DIN 18 309: VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Einpressarbeiten
- § DIN 18 311: VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Nassbaggerarbeiten
- § DIN 18 312: VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Untertagebauarbeiten
- § DIN 18 315: VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Verkehrswegebauarbeiten - Oberbauschichten ohne Bindemittel

- § **DIN 18 316:** VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Verkehrswegebauarbeiten - Oberbauschichten mit hydraulischen Bindemitteln
- § **DIN 18 317:** VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Verkehrswegebauarbeiten - Oberbauschichten aus Asphalt
- § **DIN 18 318:** VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Verkehrswegebauarbeiten - Pflasterdecken und Plattenbeläge, Einfassungen
- § **DIN 18 319:** VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Rohrvortriebsarbeiten
- § **DIN 18 322:** VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Kabelleitungstiefbauarbeiten
- § **DIN 18 325:** VOB Vergabe- und Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen - Gleisbauarbeiten

3.4. Nationale und internationale Normen

3.4.1. Boden, Baugrund, Geotechnik

- § **DIN 1054:** Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- § **DIN 4020:** Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2
- § **DIN 4023:** Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen (Neuausgabe Februar 2023)
- § **DIN 4095:** Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung
- § **DIN 18121-2:** Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Wassergehalt, Teil 2: Bestimmung durch Schnellverfahren
- § **DIN 18122-2:** Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen), Teil 2: Bestimmung der Schrumpfgrenze
- § **DIN 18125-2:** Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte des Bodens, Teil 2: Feldversuche
- § **DIN 18126:** Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte nicht bindiger Böden bei lockerster und dichtester Lagerung
- § **DIN 18127:** Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Proctorversuch
- § **DIN 18134:** Baugrund - Versuche und Versuchsgeräte - Plattendruckversuch

- § DIN 18141-1: Baugrund - Untersuchung von Gesteinsproben, Teil 1: Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit
- § DIN 18196: Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke (Neufassung Februar 2023)
- § DIN EN ISO 14688-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden, Teil 1: Benennung und Beschreibung
- § DIN EN ISO 14688-2: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden, Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen
- § DIN EN ISO 14689: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels
- § DIN EN ISO 22475-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen für die Probenentnahme von Boden, Fels und Grundwasser
- § DIN EN ISO 22476-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen, Teile 1-12; 14,15

3.4.2. Tiefbauarbeiten

- § DIN 4123: Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude
- § DIN 4124: Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
- § DIN EN 12794: Betonfertigteile - Gründungspfähle
- § DIN EN 13108: Asphaltmischgut - Mischgutanforderungen, Teile 1-9; 31
- § DIN EN 1536: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bohrpfähle
- § DIN EN 1537: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Verpressanker
- § DIN EN 1538: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Schlitzwände
- § DIN EN 12063: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Spundwandkonstruktionen
- § DIN EN 12699: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Verdrängungspfähle
- § DIN EN 12715: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Injektionen
- § DIN EN 12716: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Düsenstrahlverfahren
- § DIN EN 13252: Geotextilien und geotextilverwandte Produkte - Geforderte Eigenschaften für die Anwendung in Dränanlagen
- § DIN EN 14199: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Mikropfähle
- § DIN EN 14490: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bodenvernagelung

- § DIN EN 14679: Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Tiefreichende Bodenstabilisierung

3.4.3. Straßenbau

- § DIN 482: Straßenbordsteine aus Naturstein
- § DIN 483: Bordsteine aus Beton - Formen, Maße, Kennzeichnung
- § DIN 18507: Pflastersteine aus haufwerksporigem Beton - Begriffe, Anforderungen, Prüfungen, Überwachung
- § DIN EN 124-1: Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen, Teil 1: Definitionen, Klassifizierung, allgemeine Baugrundsätze, Leistungsanforderungen und Prüfverfahren
- § DIN EN 295: Steinzeugrohrsysteme für Abwasserleitungen und -kanäle, Teile 1,4,5,6, 7
- § Normenreihe DIN EN 1338 bis DIN EN 1343: Pflastersteine, Betonplatten, Bordsteine
- § DIN EN 12273: Dünne Asphaltdeckschichten in Kaltbauweise - Anforderungen
- § DIN EN 13877: Fahrbahnbefestigungen aus Beton, Teile 1-3
- § DIN EN 14227: Hydraulisch gebundene Gemische - Anforderungen, Teile 1-5; 15

3.4.4. Dränung und Kanalbau

- § DIN 1185: Dränung - Regelung des Bodenwasser-Haushaltes durch Rohrdränung und Unterbodenmelioration, Teile 1-3
- § DIN 1187: Dränrohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC hart); Maße, Anforderungen, Prüfungen
- § DIN 4034-1: Schächte aus Beton-, Stahlfaserbeton- und Stahlbetonfertigteilen, Teil 1: Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung für Abwasserleitungen und -kanäle in Ergänzung zu DIN EN 1917:2003-04
- § DIN 4034-2: Schächte aus Beton-, Stahlfaserbeton- und Stahlbetonfertigteilen, Teil 2: Schächte für Brunnen- und Sickeranlagen
- § DIN 4034-101: Schächte aus Beton-, Stahlfaserbeton- und Stahlbetonfertigteilen, Teil 101: Bewertung der Konformität für Abwasserleitungen und -kanäle in Ergänzung zu DIN EN 1917:2003-04
- § DIN 4262-1: Rohre und Formstücke für die unterirdische Entwässerung im Verkehrswege- und Tiefbau, Teil 1: Rohre, Formstücke und deren Verbindungen aus PVC-U, PP und PE
- § DIN 4262-3: Rohre und Formstücke für die unterirdische Entwässerung im Verkehrswege- und Tiefbau, Teil 3: Rohre und Formstücke aus Beton und deren Verbindungen
- § DIN 8061: Rohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) - Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung
- § DIN 8075: Rohre aus Polyethylen (PE) - PE 80, PE 100 - Allgemeine Güteanforderungen, Prüfungen

- § **DIN EN 13476:** Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen - Rohrleitungssysteme mit profilierter Wandung aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U), Polypropylen (PP) und Polyethylen (PE), Teile 1-3
- § **DIN EN 13598:** Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen - Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U), Polypropylen (PP) und Polyethylen (PE), Teile 1+2
- § **DIN EN 12889:** Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
- § **DIN EN ISO 1452:** Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung und für erdverlegte und nicht erdverlegte Entwässerungs- und Abwasserdruckleitungen - Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U), Teile 1-5
- § **DIN EN ISO 11296:** Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen), Teile 1,2,3,4,7

3.4.5. Weitere Regelwerke, Lieferbedingungen

- § **TL Gestein-StB 04/23:** Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau, 2004
- § **TL SoB-StB 20:** Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, 2020
- § **TL Pflaster-StB 06/15:** Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen, Ausgabe 2006/Fassung 2015
- § **TL Fug-StB 15:** Technische Lieferbedingungen für Fugenfüllstoffe in Verkehrsflächen, 2015
- § **TL AG-StB 09:** Technische Lieferbedingungen für Asphaltgranulat, 2009
- § **TL Bitumen-StB 07/13:** Technische Lieferbedingungen für Straßenbaubitumen und gebrauchsfertige Polymermodifizierte Bitumen, Ausgabe 2007/Fassung 2013
- § **TP Beton-StB 10:** Technische Prüfvorschriften für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton, 2010²⁰
- § **DVGW W 121:** Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen
- § **DVGW W 123:** Bau und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen
- § **DVGW GW 304:** Rohrvortrieb und verwandte Verfahren, hrsg. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches
- § **Arbeitsblatt DWA-A 143-2:** Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Teil 2: Statische Berechnung von Lining- und Montageverfahren, hrsg. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- § **Arbeitsblatt DWA-A 139:** Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
- § **Arbeitsblatt DWA-A 157:** Bauwerke der Kanalisation

20 Die genannten TL und TP werden herausgegeben von der FGSV - *Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen*.

4. Klassifizierungen und Bezeichnungen

4.1. Bodenarten und Bodengruppen nach europäischer und nationaler Normung

nach DIN EN ISO 14688			nach DIN 4022 alt	nach DIN 18196 ²¹		Alte Boden- klassen DIN 18300
Beschreibung Bodenart	Kurz- zei- chen Boden	KZ Bei- meng- ung	Kurz- zei- chen Bo- den	Beschreibung Bodengruppe	Kurz- zei- chen Boden	
Große Blöcke (> 630 mm)	LBo	-	-	Große Blöcke (> 630 mm)	BG	--(6)
Blöcke (> 200-630 mm)	Bo	bo	Y	Blöcke (200 - 630 mm)	BL	
Steine (> 63-200 mm)	Co	co	X	Steine (≤ 200 mm)	BS	
Kies (> 2 - 63 mm) ²²	Gr	gr	G	Grobkörnige Böden		3
Grobkies (> 20 - 63 mm)	CGr	cgr	gG	Enggestufte Kiese ²³	GE	
Mittelkies (> 6,3 - 20 mm)	MGr	mgr	mG	Weit gestufte Kies-Sand-Gemische ²⁴	GW	
Feinkies (> 2 - 6,3 mm)	FGr	fgr	fG	Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische ²⁵	GI	
Sand (> 0,063 - 2,0 mm)	Sa	sa	S			
Grobsand (> 0,63 - 2,0 mm)	CSa	csa	gS	Enggestufte Sande ²⁶	SE	
Mittelsand (> 0,2 - 0,63 mm)	MSa	msa	mS	Weitgestufte Sand-Kies-Gemische	SW	
Feinsand (> 0,063 - 0,2 mm)	FSa	fsa	fS	Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische	SI	

21 vgl. Tabellen 4 und A.1 in DIN 18196 (Neuausgabe Februar 2023)

22 Die Korngrößenfraktionen sind angegeben in mm.

23 Diese Bodengruppe besitzt eine steile Körnungslinie infolge Vorherrschens eines Korngrößenbereiches.

24 Diese Bodengruppe besitzt eine über mehrere Korngrößenbereiche kontinuierlich verlaufende Körnungslinie.

25 Diese Bodengruppe besitzt eine meist treppenartig verlaufende Körnungslinie infolge Fehlens eines oder mehrerer Korngrößenbereiche.

26 Diese Bodengruppe besitzt eine steile Körnungslinie infolge Vorherrschens eines Korngrößenbereiches.

<p>DIN 18196 enthält ebenfalls Angaben zu Korngrößen. So dürfen Kiese (GE bis GI) einen Feinkornanteil (bis 0,063 mm) bis unter 5% und Korngrößen ≤ 2 mm bis zu 60% (Kiese) enthalten. Sande (SE-SI) müssen Korngrößen ≤ 2 mm zu einem Anteil von über 60% enthalten.</p> <p>Kies- und Sandgemische müssen Korngrößen bis 2 mm bis zu 60% (GU bis GF) oder über 60% (SU bis ST) enthalten.</p> <p>Tone und Schluffe müssen einen Feinkornanteil (bis 0,063 mm) von mehr als 40% enthalten.</p> <p>Die Bodengruppen OU und OT müssen mehr als 40% Feinkornanteil und die Gruppe OH darf max. 40% enthalten.</p>				Gemischtkörnige Böden			
				Kies-Schluff ²⁷	5-15 Gew.% \leq 0,063 mm	GU	3
					15-40 Gew.% \leq 0,063 mm	GU*	4
				Kies-Ton ²⁸	5-15 Gew.% \leq 0,063 mm	GT	3
					15-40 Gew.% \leq 0,063 mm	GT*	4
				Sand-Schluff	5-15 Gew.% \leq 0,063 mm	SU	3
					15-40 Gew.% \leq 0,063 mm	SU*	4
				Sand-Ton	5-15 Gew.% \leq 0,063 mm	ST	3
					15-40 Gew.% \leq 0,063 mm	ST*	4
				Schluff ($> 0,002 - 0,063$ mm)	Si	si	U
Grobschluff ($> 0,02 - 0,063$ mm)	CSi	csi	-	Schluff	leicht plastisch	UL	2/4
Mittelschluff ($> 0,0063 - 0,02$ mm)	MSi	msi	-		mittelplastisch	UM	
Feinschluff ($> 0,002 - 0,0063$ mm)	FSi	fsi	-		ausgeprägt plastisch	UA	2
Ton ($< 0,002$ mm)	Cl	cl	T	Ton	leicht plastisch	TL	2/4
					mittelplastisch	TM	
					ausgeprägt plastisch	TA	2/5
				Organische Böden			

27 Mit weit oder intermittierend gestufter Körnungslinie, Feinkornanteil ist schluffig.

28 Mit weit oder intermittierend gestufter Körnungslinie, Feinkornanteil ist tonig.



Organische Bestandteile (torfig, humos)	Or	or	H	Organogener Boden – nicht brenn- und schwelbar	Organogene Schluffe	OU	2/1
					Organogene Tone	OT	
					Grob bis gemischtkörnige Böden mit humosen Beimengungen	OH	
					Grob bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen	OK	
Mudde (Faulschlamm)			F	Organischer Boden – brenn- und schwelbar	Nicht bis mäßig zersetzte Torfe	HN	2/3
					Zersetzte Torfe	HZ	
					Mudden	F	
				Anthropogene Böden			
Auffüllung	Mg	mg	A	Ablagerungen	Ablagerungen aus natürlichen Böden ²⁹	A ()	-
					Ablagerungen künstliches Material ³⁰	A	-

4.1.1. Bezeichnungsbeispiele DIN EN ISO 14688-1

Grobsand, feinkiesig

- ▶ Alt, DIN 4022: gS, fg
- ▶ DIN EN ISO 14688: fgrCSa

Feinsand, schluffig

- ▶ Alt, DIN 4022: fS, u
- ▶ DIN EN ISO 14688: siFSa

Schluff, feinkiesig, grobsandig

- ▶ Alt, DIN 4022: U, fg, gs
- ▶ DIN EN ISO 14688: csafgrSi

²⁹ In Klammern das Bodengruppensymbol

³⁰ Müll, Schlacke, Recyclingmaterial, Schutt

4.2. Kennwerte und Eigenschaften für die Beschreibung von Boden- und Felsschichten³¹

Kennwert/Eigenschaft ³²	Maßgebende Regeln	GK 1	GK 2/3
für Bodenschichten			
ortsübliche Bodenbezeichnung	-	-	x
Bodengruppe nach Norm	DIN 18196	x	x
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern	DIN EN ISO 17892-4	-	x
Massenanteil Steine, D > 63 mm	DIN EN ISO 14688-1	x	x
Massenanteil Blöcke, D > 200 mm		x	x
Massenanteil große Blöcke, D > 630 mm		x	x
Dichte (Feuchtdichte)	DIN EN ISO 17892-2, DIN 18125-2	-	x
undrännierte Scherfestigkeit	DIN EN ISO 22476-9, DIN EN ISO 17892-7/8	-	x
Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	-	x
Plastizität	DIN EN ISO 14688-1	x	x
Plastizitätszahl	DIN EN ISO 17892-12	-	x
Konsistenz	DIN EN ISO 14688-1	x	x
Konsistenzzahl	DIN EN ISO 17892-12		x
Lagerungsdichte	DIN EN ISO 14688-2, DIN 18126	-	x
organischer Anteil	DIN EN 17685-1	-	x
<i>Weitere Kennwerte für besondere Tiefbauarbeiten³³</i>			
<i>Mineralogische Zusammensetzung von Steinen und Blöcken</i>	<i>DIN EN ISO 14689</i>	<i>Nicht anwendbar</i>	
<i>Sensitivität</i>	<i>(DIN EN ISO 22476-9)</i>		
<i>undrännierte Scherfestigkeit</i>	<i>DIN EN ISO 22476-9, DIN EN ISO 17892-7+8</i>		
<i>Durchlässigkeit</i>	<i>DIN EN ISO 17892-11</i>		
<i>Kalkgehalt</i>	<i>DIN 18129</i>		
<i>Sulfatgehalt</i>	<i>DIN EN 1997-2, DIN 4030-2</i>		
<i>Beschreibung/Benennung organischer Böden</i>	<i>DIN EN ISO 14688-1</i>		
<i>Abrasivität</i>	<i>NF P18-579</i>		
für Felsschichten			
ortsübliche Bezeichnung	-	-	x
Benennung nach Norm	DIN EN ISO 14689	x	x
Dichte (Feuchtdichte)	DIN EN ISO 17892-2	-	x
Verwitterung und Veränderung, Veränderlichkeit	DIN EN ISO 14689	x	x
einaxiale Druckfestigkeit	DIN 18141-1	-	x

31 Diese werden gefordert in den ATV-Normen der VOB/C für die jeweilige Geotechnische Kategorie (GK).

32 Generell gilt: Nicht alle genannten Eigenschaften sind bei allen in den ATV DIN 18300/301/304/311/312/313/319/321/324 beschriebenen Tiefbauarbeiten anzugeben. Für die jeweils maßgebende Eigenschaftsliste ist die entsprechende ATV zu konsultieren.

33 Die folgenden Eigenschaften sind relevant für Horizontalspülbohrungen, Bohrarbeiten, Nassbaggerarbeiten, Untertagebau, Schlitzwandarbeiten, Rohrvortrieb (ATV DIN 18301/311/312/313/319/324). Nicht alle Eigenschaften sind jedoch bei allen genannten Arbeiten anzugeben.

Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand	DIN EN ISO 14689	x	x
Gesteinskörperform		x	x
<i>Weitere Kennwerte für besondere Tiefbauarbeiten³⁴</i>			
Kalkgehalt	DIN 18129	Nicht anwendbar	
Sulfatgehalt	DIN EN 1997-2, DIN 4030-2		
Spaltzugfestigkeit	DGGT-Empfehlung 10		
Öffnungsweite und Kluffüllung von Trennflächen	DIN EN ISO 14689		
Gebirgsdurchlässigkeit	DIN EN ISO 14689, DIN EN ISO 22282-4		
Abrasivität	DGGT-Empfehlung Nr. 23		

4.3. Straßenbauweisen

4.3.1. Aufbau von Verkehrsflächen³⁵

Aufbau Verkehrsflächen	Belastungsklasse						
	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
Straßenaufbauten mit Asphaltdecke							
Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht							
Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4
Asphalttragschicht	22	18	14	12	16	14	10
Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel auf Frostschutzschicht ³⁶							
Asphaltdecke	12	12	12	-	-	-	-
Asphalttragschicht	14	10	8	-	-	-	-
Hydraulisch gebundene Tragschicht	15	15	15	-	-	-	-
Asphalttragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material							
Asphaltdecke	12 12 ³⁷	12 12	12 12	10 10	4	4	4
Asphalttragschicht	18 18	14 14	10 10	10 10	12	10	10
Verfestigung	15 20	15 20	15 20	15 20	15	15	15
Asphalttragschicht und Schottertragschicht auf Frostschutzschicht							
Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4
Asphalttragschicht	18	14	10	10	12	10	8
Schottertragschicht	15	15	15	15	15	15	15
Asphalttragschicht und Kiestragschicht auf Frostschutzschicht							
Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4
Asphalttragschicht	18	14	10	10	12	10	8
Kiestragschicht	20	20	20	20	20	20	20
Asphalttragschicht und Schotter- und Kiestragschicht auf frostunempfindlichem Material							
Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4

34 Die folgenden Eigenschaften sind relevant für Schlitzwandarbeiten, Horizontalspülbohrungen, Untertagebau, Rohrvortrieb (ATV DIN 18312/313/319/324). Nicht alle Eigenschaften sind jedoch bei allen genannten Arbeiten anzugeben.

35 vgl. Tafeln 1, 2, 3, 4 und 5 der RStO 12

36 bzw. auf einer Schicht aus frostunempfindlichem Material

37 Diese Reihe gilt bei geringerer Schichtdicke des frostunempfindlichen Materials.

Asphalttragschicht	18	14	10	10	12	10	8
Schotter- und Kiestragschicht	30	30	30	30	30	30	25
Straßenaufbauten mit Betondecke							
Tragschicht aus hydraulischem Bindemittel auf Frostschutzschicht ³⁸							
Betondecke	27	26	25	24	23	-	-
Vliesstoff						-	-
Hydraulisch gebundene Tragschicht	15	15	15	15	15	-	-
Betondecke auf Schicht aus frostunempfindlichem Material							
Betondecke	27 27 ³⁹	26 26	25 25	24 24	23 23	20	20
Vliesstoff							
Verfestigung	20 25	15 20	15 20	15 20	15 20	15	15
Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht							
Betondecke	26	25	24	23	22	-	-
Asphalttragschicht	10	10	10	10	8	-	-
Schottertragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material							
Betondecke	29	28	27	26	24	-	-
Schottertragschicht	25	25	25	25	25	-	-
Schottertragschicht auf Frostschutzschicht							
Betondecke	29	28	27	26	24	-	-
Schottertragschicht	20	20	20	20	20	-	-
Betondecke auf Frostschutzschicht							
Betondecke	-	-	-	-	-	21	21
Straßenaufbauten mit Pflasterdecke							
Schottertragschicht auf Frostschutzschicht							
Pflasterdecke	-	-	-	10+4	10+4	8+4	8+4
Schottertragschicht	-	-	-	25	25	20	15
Kiestragschicht auf Frostschutzschicht							
Pflasterdecke	-	-	-	10+4	10+4	8+4	8+4
Kiestragschicht	-	-	-	30	30	25	20
Schotter- oder Kiestragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material							
Pflasterdecke	-	-	-	10+4	10+4	8+4	8+4
Schotter- oder Kiestragschicht	-	-	-	30	30	30	25
Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht							
Pflasterdecke	-	-	-	10+4	10+4	8+4	8+4
Asphalttragschicht, wasserdurchlässig	-	-	-	14	14	12	10
Asphalttragschicht und Schottertragschicht auf Frostschutzschicht							
Pflasterdecke	-	-	-	10+4	10+4	8+4	8+4
Asphalttragschicht, wasserdurchlässig	-	-	-	10	10	8	8
Schottertragschicht	-	-	-	15	15	15	15
Asphalttragschicht und Kiestragschicht auf Frostschutzschicht							
Pflasterdecke	-	-	-	10+4	10+4	8+4	8+4
Asphalttragschicht, wasserdurchlässig	-	-	-	10	10	8	8

³⁸ bzw. auf einer Schicht aus frostunempfindlichem Material

³⁹ Diese Reihe gilt bei geringerer Schichtdicke des frostunempfindlichen Materials.

Kiestragschicht	-	-	-	20	20	20	20
Dränbetontragschicht auf Frostschuttschicht							
Pflasterdecke	-	-	-	10+4	10+4	8+4	8+4
Dränbetontragschicht (DBT)	-	-	-	20	20	15	15
Vollgebundener Fahrbahnoberbau auf nicht frostsicherem Untergrund							
Asphaltoberbau							
Asphaltdecke	12	12	12	10	10	8	4
Asphalttragschicht	34	30	26	26	24	22	22
Betonoberbau							
Betondecke	27	25	24	-	-	-	-
Vliesstoff							
Hydraulisch gebundene Tragschicht	25	25	23	-	-	-	-
Erneuerung Fahrbahndecke mit Asphalt							
Asphaltdecke	-	-	-	-	4	4	4 3
Asphalttragschicht	-	-	-	-	10 8 ⁴⁰	8 6	6 5

4.3.2. Aufbau von Rad- und Gehwegen⁴¹

Bauweise	Asphaltdecke	Betondecke	Pflaster / Platten	Ungebundene Deckschicht
Mit Schicht aus frostunempfindlichem Material				
Decke	10	12	8+3	4
frostunempfindliches Material	20 30	18 28	19 29	26 36
Mit Schotter- oder Kiestragschicht auf frostunempfindlichem Material				
Decke	10	12	8+4	4
Schotter- oder Kiestragschicht	15	15	15	25
frostunempfindliches Material	- 15	- 13	- 13	- 11
Mit Tragschicht ohne Bindemittel (ToB)				
Decke	10	12	8+4	4
Tragschicht aus Schotter / Kies oder Frostschuttschicht	20 30	18 28	18 28	26 36

40 Für die Erneuerungsklassen E 1 und E 2 respektive; gemäß Tabelle 9 in RStO 12

41 vgl. Tafel 6 der RStO 12

4.3.3. Mischgutarten Asphalt

Anwendung / Asphaltart	Bezeichnungen								
für Tragschicht	AC 32 TS	AC 22 TS	AC 16 TS	AC 32 TN	AC 22 TN	AC 16 TN	AC 32 TL	AC 22 TL	AC 16 TL
für Tragdeckschicht	AC16 TD								
als Binder	AC 22 BS	AC 16 BS	AC 16 BN	AC 11 BN					
Asphaltbeton	AC 16 DS	AC 11 DS	AC 8 DS	AC 11 DN	AC 8 DN	AC 11 DL	AC 8 DL	AC 5 DL	
Splittmastixasphalt (SMA)	SMA 11 S	SMA 8 S	SMA 5 S	SMA 8 N	SMA 5 N				
Gussasphalt	MA 11 S	MA 8 S	MA 5 S	MA 11 N	MA 8 N	MA 5 N			
Offenporiger Asphalt	PA 16	PA 11	PA 8						

4.3.4. Asphaltmischgutarten auf Verkehrsflächen⁴²

Belastungs- klasse Verkehrsflä- che	Asphalt als			Asphaltdeckschicht			
	Trag- schicht	Binder- schicht	Trag- deck- schicht	Asphaltbe- ton	Splitt- mastix	Gussas- phalt	Offen- poriger Asphalt
Bk100 + Bk 32		AC 22 BS		-			
Bk10	AC 32 TS	AC 16 BS		AC 11 DS	SMA 11 S	MA 11 S	PA 11
Bk3,2	AC 22 TS	AC 16 BS		AC 11 DS AC 8 DS	SMA 8 S	MA 8 S MA 5 S	PA 8
Bk1,8	AC 32 TN	(AC 16 BN)		AC 11 DN (AC 8 DS)	SMA 8 N (SMA 11 S)	MA 11 N MA 8 N MA 5 N	
Bk1,0	AC 22 TN			AC 11 DN AC 8 DN	(SMA 8 N)	(MA 11 N)	
Bk0,3			AC 16 TD		(SMA 8 N) (SMA 5 N)	(MA 8 N) (MA 5 N)	-
Rad- und Geh- wege	AC 32 TN AC 22 TL		AC 16 TD	AC 8 DL AC 5 DL	-	(MA 5 N)	

⁴² vgl. Tabelle 1 in ZTV Asphalt-StB

4.3.5. Bindemittel Asphalt

Belastungs- klasse Verkehrsflä- che	Bindemittel für Asphalt als			Bindemittel für Asphaltdeckschicht aus			
	Trag- schicht	Binder- schicht	Trag- deck- schicht	Asphaltbe- ton	Splitt- mastix	Gussas- phalt	Offenpori- ger Asphalt
Bk100 + Bk 32	50/70 (30/45) ⁴³	25/55-55 30/45 (10/40-65)	-	-	25/55-55	20/30 30/45 (10/40-65)	40/100-65
Bk10				25/55-55		20/30	
Bk3,2				25/55-55 (50/70)		30/45 (25/55-55)	
Bk1,8	50/70 (70/100)	50/70	-	50/70 (25/55-55) ⁴⁴	50/70 (25/55-55) ⁴⁵	30/45 (25/55-55)	-
Bk1,0	70/100 (50/70)	-		50/70 (70/100)	50/70	30/45	
Bk0,3	70/100			50/70 70/100	70/100		
Rad- und Geh- wege				70/100	-		

4.3.6. Anforderungen an Asphaltsschichten: Schichteigenschaften

Eigenschaften	Asphaltarten			
	Asphalt-Tragschicht			
Bezeichnung Asphaltsschicht	AC 32 TS AC 22 TS	AC 32 TN AC 22 TN	AC 32 TL AC 22 TL	
Mindesteinbaudicke in cm	8,0	8,0	8,0	
Mindesteinbaumenge, kg/m ²	185	185	185	
Verdichtungsgrad in %	≥ 98,0	≥ 98,0	≥ 98,0	
	Asphalt-Tragdeckschicht			
Bezeichnung Asphaltsschicht	AC 16 TD			
Einbaudicke in cm	5,0-10,0			
Einbaumenge in kg/m ²	125-250			
Verdichtungsgrad in %	≥ 97,0			
Hohlraumgehalt in Vol.-%	≤ 6,5			
	Asphaltbinderschicht			
Bezeichnung Asphaltsschicht	AC 22 BS	AC 16 BS	AC 16 BN	
Einbaudicke in cm	7,0-10,0	5,0-9,0	5,0-6,0	
Einbaumenge in kg/m ²	175-250	125-225	125-150	
Verdichtungsgrad in %	≥ 97,0	≥ 97,0	≥ 97,0	
	Deckschicht aus Asphaltbeton			

43 Angaben in Klammer: nur in Ausnahmefällen zulässig.

44 Gilt ausschließlich für AC 8 DS.

45 Gilt ausschließlich für SMA 11 DS.

Bezeichnung Asphalttschicht	AC 16 DS	AC 11 DS	AD 11 DN AC 11 DL	AC 8 DN AC 8 DL	AC 5 DL
Einbaudicke in cm	5,0-6,0	4,0-5,0	3,5-4,5	3,0-4,0	2,0-3,0
Einbaumenge in kg/m ²	125-150	100-125	85-115	75-100	50-75
Verdichtungsgrad in %	≥ 97,0	≥ 97,0	≥ 97,0	≥ 97,0	≥ 96,0
Hohlraumgehalt in Vol.-%	≤ 6,5	≤ 6,5	≤ 5,5	≤ 5,5	≤ 5,5
Deckschicht aus Splittmastixasphalt					
Bezeichnung Asphalttschicht	SMA 11 S	SMA 8 S	SMA 8 N	SMA 5 N	
Einbaudicke in cm	3,5-4,0	3,0-4,0	2,0-3,5	2,0-3,0	
Einbaumenge in kg/m ²	85-100	75-100	50-85	50-75	
Verdichtungsgrad in %	≥ 97,0	≥ 97,0	≥ 97,0	≥ 97,0	
Hohlraumgehalt in Vol.-%	≤ 5,0	≤ 5,0	≤ 5,0	≤ 5,0	
Deckschicht aus Gussasphalt					
Bezeichnung Asphalttschicht	MA 11 S MA 11 N	MA 8 S MA 8 N	MA 5 S MA 5 N		
Einbaudicke in cm	3,5-4,0	2,5-3,5	2,0-3,0		
Einbaumenge in kg/m ²	85-100	65-85	50-75		
Deckschicht aus Offenporigem Asphalt					
Bezeichnung Asphalttschicht	PA 11	PA 8			
Einbaudicke (inkl. Abdichtung) in cm	5,0-6,0	4,5-5,0			
Verdichtungsgrad in %	≥ 97,0	≥ 97,0			
Hohlraumgehalt in Vol.-%	22,0-28,0	22,0-28,0			

5. Planung und Ausführung

5.1. Gründungen

5.1.1. Eignung der Böden als Baugrund

Die erste Unterscheidung bei Böden hinsichtlich ihrer Eignung als Baugrund wird zwischen bindigen und nichtbindigen Böden getroffen.

Bindige Böden

- 💡 Tragfähigkeit, Einbaufähigkeit und Verdichtbarkeit sind stark abhängig vom Wassergehalt (Konsistenz) des Bodens.
- 💡 Breiige und weiche bindige Böden sind für Gründungen nicht geeignet.
- 💡 Bindige Böden sind selbst bei steifer Konsistenz immer setzungsgefährdet und ergeben einen mäßig tragfähigen Baugrund. Bei großen Lasten und Punktlasten sind baugrundverbessernde Maßnahmen erforderlich.

Nichtbindige Böden

- 💡 Die Tragfähigkeit von nichtbindigen Böden ist abhängig von Lagerungsdichte, Verdichtbarkeit und setzt den richtigen Wassergehalt voraus (feucht).
- 💡 Locker gelagerte Böden setzen sich unter dynamischer Belastung und müssen verdichtet werden.
- 💡 Durchnässte Böden sind unzureichend verdichtbar. Zu trockene Böden sind ebensowenig ausreichend verdichtbar.

5.1.2. Faktoren für die Bemessung einer Gründung⁴⁶

- ▶ Baugrund und Baugrundverhältnisse
 - Eigenschaften der Böden, Gesteine und anderer Materialien
 - Eigengewichte von Boden, Fels und Wasser
 - Spannungen im Untergrund
 - Erddrücke
 - Bewegungen und Verformungen im Baugrund
 - geometrische Angaben
- ▶ Bauwerk und Gründung
 - Gründungsart
 - Art des Tragwerks
 - Art des Baustoffs
 - Bauwerkslasten mit Lastverteilung
 - Verkehrslasten
 - Verformungsschema
 - vorgesehene Nutzung des Bauwerks
 - Bauverfahren (mit Lastentwicklung)
- ▶ Einflüsse aus der Umgebung
 - Nachbarbebauung, Verkehr, Versorgungsleitungen, Vegetation
 - Bewegungen durch Bergbau, Tunnelbauten u.dgl.
 - durch Klima oder Feuchtigkeitsänderungen verursachtes Schwellen und Schrumpfen
- ▶ Erdbebenfähigkeit, dynamische Belastungen
 - Bewegungen durch Erdbeben, Explosionen, Schwingungen
- ▶ Umwelteinflüsse
 - Grundwasserverhältnisse, Grundwasserdrücke
 - Gewässer, Senkungen, Wasserdrücke, Strömungsdrücke
 - saisonale Schwankungen von Temperatur und Feuchtigkeit
 - kriechende, rutschende oder sich setzende Bodenmassen
 - Eislasten

5.1.3. Gründungen

Vermieden werden müssen

- ▶ Verlust der Gesamtstandsicherheit
- ▶ Grundbruch
- ▶ Versagen durch Durchstanzen

⁴⁶ vgl. dazu auch insbesondere die Abschnitte 2.1 und 2.4 in DIN EN 1997-1

- ▶ Stauchen
- ▶ Gleiten
- ▶ Tragwerksversagen infolge Fundamentbewegung
- ▶ übermäßige Setzungen und Hebungen (z.B. durch Frost)
- ▶ unzulässige Schwingungen

Flächengründungen⁴⁷

Faktoren für ausreichende Gründungstiefe

- ▶ Erreichen einer geeigneten tragfähigen Schicht
- ▶ Frostgefahr
- ▶ Grundwasserspiegel
- ▶ Sickerwasser, klimatische Einflüsse
- ▶ Rückwirkungen auf benachbarte Gründungen und Bauwerke
- ▶ Versorgungsleitungen
- ▶ wechselnde Wassergehalte bei langen Trockenperioden
- ▶ lösliche Stoffe, wie z.B. Kalkstein, Tonstein, Gips, Salzgestein

Zu beachten bei Gründungen auf Fels

- ▶ Verformbarkeit und Festigkeit von Fels
- ▶ weiche Einlagerungen, Hydrolyse, Störzonen
- ▶ Trennflächen und andere Diskontinuitäten
- ▶ Zustand der Verwitterung, Zersetzung und Zerlegung des Gesteins
- ▶ Störung durch bauliche Tätigkeiten in Gründungsnähe

Pfahlgründungen⁴⁸

- 💡 Im Baugrund können durch Konsolidation, Schwellen, benachbarte Lasten, Bodenkriechen, Rutschungen oder Erdbeben Verschiebungen auftreten. Die sich daraus ergebenden Einwirkungen müssen besonders berücksichtigt werden.

5.2. Aufbau von Verkehrsflächen

5.2.1. Begriffe Straßenaufbau⁴⁹

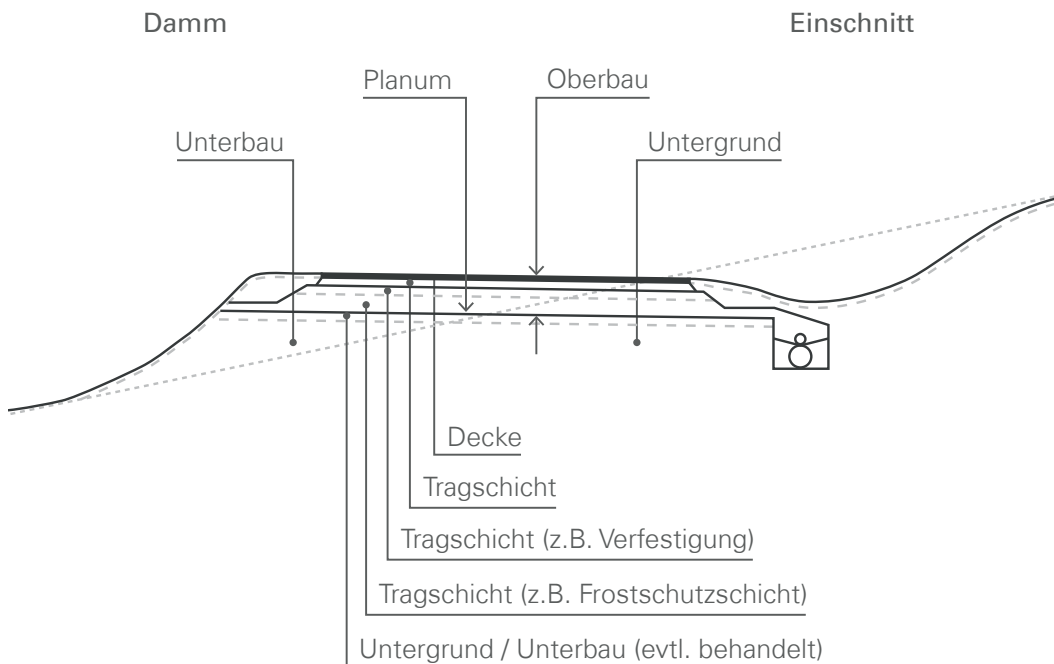
- ▶ Oberbau: Alle Schichten oberhalb des Planums
- ▶ Unterbau: Künstlich hergestellter Erdkörper zwischen Untergrund und Oberbau
- ▶ Untergrund: Unmittelbar an den Ober- oder Unterbau angrenzender Boden bzw. Fels
- ▶ Planum: Bearbeitete Oberfläche des Untergrundes bzw. des Unterbaues (Abschluss des Erdbaues)
- ▶ Schicht aus frostunempfindlichem Material (SfM): Schicht auf dem Untergrund bzw. Unterbau, die zusätzlich unterhalb einer Tragschicht angeordnet werden kann, um eine ausreichende Dicke des frostsicheren Oberbaues zu schaffen
- ▶ Tragschichten mit Bindemittel

47 vgl. Abschnitt 6 in DIN 1997-1

48 vgl. Abschnitt 7 in DIN 1997-1

49 vgl. Abschnitt 2.1.1 in RStO 12

- Asphalttragschicht
 - Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln
 - Verfestigung
 - Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)
 - Betontragschicht
 - Dränbetontragschicht (DBT)
- ▶ Tragschichten ohne Bindemittel (ToB)
 - Frostschuttschicht (FSS)
 - Schottertragschicht (STS)
 - Kiestragschicht (KTS)
 - ▶ Asphalttragdeckschicht
 - ▶ Asphaltzwischen-schicht unter Beton (AZSuB)
 - Asphaltschicht nach Abschnitt 4.4.4 der RDO Beton 09 auf Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel
 - ▶ Asphaltdecke
 - ▶ Betondecke
 - Fahrbahndecken aus Beton können ein- oder zweischichtig hergestellt werden.
 - ▶ Pflasterdecke
 - ▶ Plattenbelag



Aufbau einer Befestigung außerhalb geschlossener Ortslage⁵⁰

Quelle: RStO 12, Bild 1

⁵⁰ Ebenso: in geschlossener Ortslage mit wasserdurchlässigen Randbereichen

5.2.2. Tragschichten⁵¹

- 💡 Tragschichten sollen Belastungen übertragen sowie vor Frost- und Tauschäden schützen. Die Form der Gesteinskörner, der Bindemittelzusatz, eine ausreichend Dicke, optimale Verdichtung und wenig Hohlräume sind wichtige Aspekte von Tragschichten und die in ihnen verwendeten Materialien.

Tragschichten ohne Bindemittel (ToB)

- ▶ Frostschutzschicht
- ▶ Kies- und Schottertragschichten
 - Kies- und Schottertragschichten bestehen aus korngestuftem Baustoffgemischen (z.B. Lieferkörnungen 0/32, 0/45 oder 0/56); 15-20 cm Dicke im verdichteten Zustand, abhängig vom Größtkorn
- ▶ Schicht aus frostunempfindlichem Material
 - wird unter Frostschutzschicht eingebracht: z.B. Lavaschlacke, Verbrennungsrückstände, Recyclingstoffe, industrielle Gesteinskörnungen

Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln

- ▶ Verfestigungen
- ▶ Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)
 - Bindemittel Zement oder hydraulische Tragschichtbinder
 - aus ungebrochenen oder gebrochenen Baustoffgemischen (Kiese, Natursand, Schotter, Splitt, und Brechsand)
- ▶ Betontragschicht

- 💡 An Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln bestehen, je nach Art des Oberbaus, unterschiedliche Festigkeitsanforderungen. Unter Pflasterdecken müssen sie wasserdurchlässig ausgebildet werden (DBT).

Asphalttragschichten

- ▶ Asphalttragschichten
 - mit Bindemittel Straßenbaubitumen 70/100 oder 50/70
- ▶ Asphaltbinderschichten

5.2.3. Frostschutzschichten

- 💡 Die Frostschutzschicht muss mindestens die nach den Regeln ermittelte Dicke aufweisen.
- 💡 Frostschutzschichten bestehen meist aus Kies und Kies-Sandgemischen der Bodengruppen SE, SI, SW, GE, GI und GW oder Baustoffgemischen mit Körnungen 0/2 bis 0/63
- 💡 Bei einem vollgebundenen Oberbau (Oberbau, der nur aus Schichten mit Bindemitteln besteht) sind bei ausreichender Gesamtdicke keine weiteren Frostschutzmaßnahmen erforderlich

5.2.4. Tragdeckschichten

- 💡 Tragdeckschichten sind einlagige Asphalttschichten, die als kombinierte Trag- und Deckschicht fungiert. Solche Schichten werden beim ländlichen Wegebau und auch beim Bau von Rad- und Gehwegen eingesetzt.

51 Die Anforderungen an Tragschichten sind in den ZTV Asphalt-StB, den ZTV Beton-StB, den ZTV SoB-StB und den ZTV Pflaster-StB enthalten.

5.2.5. Deckschichten

Asphaltschichten

- ▶ AC: Asphaltbeton
 - bei Bk10 bis Bk0,3
- ▶ SMA: Splittmastixasphalt
 - höhere Widerstandsfähigkeit und Alterungsbeständigkeit mit geringem Hohlraumgehalt, für Bk100, Bk3,2
- ▶ MA: Gussasphalt
 - hochwertigste und teuerste bituminöse Deckschicht, bei belasteten Autobahnen und Landstraßen (Bk100 bis Bk1,8)
- ▶ PA: Offenporiger Asphalt
 - bei hoher Beanspruchung; neue Entwicklung, lärmindernd

Kürzel für Asphalt-Mischgutsorten

- ▶ T Asphalttragschichtmischgut
- ▶ B Asphaltbinder
- ▶ D Asphaltbeton für Deckschichten
- ▶ TD Asphalttragdeckschichtmischgut

💡 Oberflächenbehandlungen (OB) von Asphaltdecken werden ausgeführt mit Splittabstreuerung – entweder einfach (OB-eA), doppelt (OB-dA) oder mit doppelten Lagen mit Abstreuerung (OB-dO).

Betondeckschichten

Betondecken sind eine starre Bauweise. Betondecke und oberste Tragschicht bilden i.d.R. die Fahrbahndecke.

💡 Die verwendete Zementart ist meist CEM I, in der Festigkeit 32,5 R oder 42,5 N. Andere Zementarten können sein: Portlandhochofenzemente CEM II/A-S oder B-S, Portlandschieferzemente CEM IIA-T, B-T oder Hochofenzemente CEM III/A-42,5 N.

💡 Bei ungleichmäßigen Setzungen wird der Beton bewehrt mit BSt 500 M(B).

💡 Sonderausführung der Betondecke: aus vorgefertigten Betonbauteilen oder aus Spannbeton mit Stahlfaserbewehrung.

Deckenfugen

Querfugen werden angelegt als Raumfugen, Scheinfugen oder Pressfugen.

Dübel werden in Querfugen eingelegt (Dübel aus kunststoffbeschichtetem Rundstahl 25 mm), Anker in Längsfugen (Anker aus geripptem Betonstabstahl 20 mm).

Plattenabmessungen von Betondecken⁵²

- ▶ Plattenbreite im Hauptfahrstreifen 4,0 bis 4,5 m
 - Plattenlänge: Bk3,2 bis Bk100 = 5,0 m; Bk0,3 bis Bk1,8 = 4,0 m bis 4,5 m
- ▶ Plattenbreite im Hauptfahrstreifen 3,0 bis 4,0 m
 - Alle Bauklassen = 4,0 m

52 vgl. Abschnitt 3.3.4 in RStO 12

Eigenschaften von Fahrbahndeckenbeton

Druckfestigkeitsklasse	Bk100 bis Bk1,8		Bk1,0 bis Bk0,3	
	C30/37 LP		C30/37 LP	
Expositionsklasse	Oberbeton	XF4, XM2	Oberbeton	XF4, XM1 ⁵³
	Unterbeton	XF4	Unterbeton	XF4
Biegezugfestigkeit	F4,5		F3,5	
mind. erforderliche Korngruppen	0/2, 2/8, > 8 mm			
	0/4, 4/8, > 8 mm		0/4, > 4 mm	
	0/2, <= 8 mm			

5.3. Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues⁵⁴

- Ein frostsicherer Straßenaufbau stellt sicher, dass während der Frost- und Auftauperioden keine schädlichen Verformungen entstehen.⁵⁵ Ebenso muss der Boden unter dem Planum ausreichend verdichtet sein.
- Besteht der Untergrund bzw. Unterbau aus Boden der Frostepfindlichkeitsklasse F1, kann die Frostschutzschicht entfallen, wenn die Tiefe 1,2 m⁵⁶ unter der Fahrbahnoberfläche beträgt.

5.3.1. Frostepfindlichkeit von Böden

Die nach DIN 18196 klassifizierten Böden sind hinsichtlich ihrer Frostepfindlichkeit in die Frostepfindlichkeitsklassen F1 (frostsicher), F2 (frostepfindlich) und F3 (sehr frostepfindlich) eingeteilt.

Klasse	Frostepfindlichkeit	Bodengruppen nach DIN 18196
F1	Nicht frostepfindlich	GW, GI, GE / SW, SI, SE
F2	Gering bis mittel frostepfindlich	TA / OT, OH, OK ST, GT, SU, GU
F3	Sehr frostepfindlich	TL, TM / UL, UM, UA OU / ST*, GT*, SU*, GU*

5.3.2. Bestimmung der Höhe des frostsicheren Straßenaufbaus

- Die RStO 12 beschreibt in den Tabellen 6 und 7 den Weg zur Bestimmung der erforderlichen frostsicheren Aufbauhöhe. Dabei müssen eine Reihe Faktoren evaluiert werden.

53 Bei der Kombination XF4 mit XM1 kann bei mäßiger Verschleißbeanspruchung auch Beton der Druckfestigkeit C25/30LP eingebaut werden.

54 vgl. auch Abschnitt 3.2 in RStO 12

55 Eine Bodenverfestigung der oberen Zone nach ZTV E-StB eines frostepfindlichen Untergrundes bzw. Unterbaues ist bis zu einer Dicke von maximal 20 cm auf die Dicke des frostsicheren Oberbaues anrechenbar. Ebenso wird eine qualifizierte Bodenverbesserung von ≥ 25 cm durch die Einstufung des frostepfindlichen Untergrundes bzw. Unterbaues in die Frostepfindlichkeitsklasse F2 berücksichtigt.

56 1,3 m bei Frosteinwirkungszone II; 1,5 m bei Frosteinwirkungszone III

Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus⁵⁷

Frostempfindlichkeitsklasse	Ausgangswerte Frostschuttschicht je Belastungsklasse, in cm		
	Bk10, Bk32, Bk100	Bk1,0, Bk1,8, Bk3,2	Bk0,3
F2	55	50	40
F3	65	60	50

Faktoren für die Dicke der frostsicheren Schicht

Die Ausgangsdicke des gesamten frostsicheren Straßenaufbaus wird nach Tabelle 7 der RStO 12 erhöht (+), vermindert (-) oder belassen (0) nach folgenden Kriterien:⁵⁸

- ▶ örtliche Verhältnisse
 - Zone I: 0; Zone II +5 cm; Zone III: +10 cm
- ▶ kleinräumige Klimaunterschiede
 - ungünstig (Nordhang etc.): +5 cm; keine Besonderheit: 0; günstig: -5 cm
- ▶ Wasserverhältnisse im Untergrund
 - kein Grund- oder Schichtenwasser 1,5 unter Planum: 0; ansonsten: +5 cm
- ▶ Lage der Gradienten
 - Einschnitt/Ausschnitt: +5 cm; Geländehöhe bis Damm ≤ 2 m: 0; Geländehöhe bis Damm > 2 m: -5cm
- ▶ Entwässerung der Fahrbahn
 - Mulden, Gräben: 0; Rinnen, Abläufe: -5 cm

5.4. Straßenbauweisen

5.4.1. Bauklassen und Verkehrsbelastung

💡 Fahrbahnen, Busverkehrsflächen, Verkehrsflächen von Neben- und Rastanlagen, Stellflächen sowie Seiten-, Verzögerungs- und Beschleunigungsstreifen werden nach RStO 12 den Bauklassen Bk0,3 bis Bk100 zugeordnet.

💡 Für die Ermittlung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung (B) soll i.d.R. ein Nutzungszeitraum von 30 Jahren angenommen werden.

5.5. Aufbau Verkehrsflächen

5.5.1. Untergrund von Straßen

- ▶ Straßenneigung quer: 2,5% (4% bei wasserempfindlichen Böden)
- ▶ Verformungsmodul: EVs ≥ 45 MN/m²

💡 Bei nicht ausreichender Tragfähigkeit des Untergrunds werden Bindemittel im Baumischverfahren eingebracht oder Maßnahmen der Bodenverbesserung eingesetzt.

⁵⁷ vgl. Tabelle 6 der RStO 12

⁵⁸ Das Verfahren zur Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues gilt jedoch nicht für einen vollgebundenen Oberbau und für Verkehrsflächen, die während des Frostaufganges auf ein bestimmtes zulässiges Gesamtgewicht der Fahrzeuge beschränkt werden.

5.5.2. Belastungsklassen für Verkehrsflächen

Die Straßenbeanspruchung wird in sogenannten Belastungsklassen (Bk0,3 bis Bk100) klassifiziert. Die Belastungsklassen basieren auf der Dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B, gemessen in Millionen äquivalenten 10-Tonnen-Achsübergängen.

5.5.3. Beanspruchung und Belastungsklassen für Verkehrsflächen⁵⁹

Dimensionierungsrelevante Beanspruchung B Äquivalente 10 t-Achsübergänge in Mio.	Belastungsklassen
über 32	Bk100
über 10 bis 32	Bk32
Über 3,2 bis 10	Bk10
Über 1,8 bis 3,2	Bk3,2
Über 1,0 bis 1,8	Bk1,8
Über 0,3 bis 1,0	Bk1,0
bis 0,3	Bk0,3

5.5.4. Straßenbeanspruchung und zugeordnete Belastungsklasse⁶⁰

Straßenflächen		
Typische Entwurfssituation	Straßenkategorie	Belastungsklassen
Anbaufreie Straße	VS II, VS III	Bk10 bis Bk100
Verbindungsstraße	HS III, HS IV	Bk3,2 / Bk10
Industriestraße	HS IV, ES IV, ES V	Bk3,2 bis Bk100
Gewerbestraße	HS IV, ES IV, ES V	Bk1,8 bis Bk100
Hauptgeschäftsstraße	HS IV, ES IV	Bk1,8 bis Bk10
Örtliche Geschäftsstraße	HS IV, ES IV	Bk1,8 bis Bk10
Örtliche Einfahrtsstraße	HS III, HS IV	Bk3,2 / Bk10
Dörfliche Hauptstraße	HS IV, ES IV	Bk1,0 bis Bk3,2
Quartiersstraße	HS IV, ES IV	Bk1,0 bis Bk3,2
Sammelstraße	ES IV	Bk1,0 bis Bk3,2
Wohnstraße	ES V	Bk0,3 / Bk1,0
Wohnweg	ES V	Bk0,3
Verkehrsflächen in Neben- und Rastanlagen		
bei Schwerverkehr		Bk3,2
bei Pkw-Verkehr einschließlich geringem Schwerverkehrsanteil		Bk0,3 bis Bk1,8
Abstellflächen		
bei Schwerverkehr		Bk3,2
nicht ständig von Schwerverkehr genutzte Flächen		Bk1,0/ Bk1,8
bei Pkw-Verkehr (Befahren durch Fahrzeuge des Unterhaltungsdienstes möglich)		Bk0,3

⁵⁹ vgl. Tabelle 1 der RStO 12

⁶⁰ Mögliche Belastungsklassen für die typischen Entwurfssituationen nach den RASt (Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen); vgl. Tabellen 2, 4 und 5 der RStO 12

5.5.5. Aufbau von Straßen und anderen Verkehrsflächen

- 💡 Angaben zum Aufbau von Straßen und anderen Verkehrsflächen gemäß RStO 12, inklusive Rad- und Gehwegen, entnehmen Sie bitte den Tabellen in Abschnitt 4.3 dieses Whitepapers.

5.5.6. Mischgutarten und Schichteigenschaften von Asphalt

- 💡 Angaben zu den Asphalt-Mischgutarten, den Asphalt-Bindemitteln sowie den Schichteigenschaften von Asphalt entnehmen Sie bitte ebenfalls den Tabellen in Abschnitt 4.3 dieses Whitepapers.

5.5.7. Erneuerung von Fahrbahnen

Eine Bewertung der strukturellen Substanz der vorhandenen Verkehrsfläche kann eine Erneuerung oder eine Anpassung der Befestigungsdicke an die gestiegenen Verkehrsbeanspruchungen erforderlich machen.

Man unterscheidet drei Erneuerungsarten

- ▶ Erneuerung bei vollständigem Ersatz der vorhandenen Befestigung
- ▶ Erneuerung bei teilweisem Ersatz der vorhandenen Befestigung
- ▶ Erneuerung auf der vorhandenen Befestigung

Die Bewertung erfolgt nach den Merkmalen

- ▶ Längsunebenheiten
- ▶ Häufung von Einzelrissen
- ▶ Netzzissen
- ▶ Verformungen infolge mangelhafter Tragfähigkeit
- ▶ Flickstellen
- ▶ Bei Betonbauweise: Plattenversatz, Plattenbewegung vertikal

Bauweisen Erneuerung/Instandhaltung/Anpassung

- ▶ **DSK - Dünne Schichten in Kaltbauweise**
Besteht aus Gemischen aus abgestuften Gesteinskörnungen, polymermodifizierter kationischer Bitumenemulsion, Zusätzen und Wasser.
- ▶ **DSH - Dünne Asphaltdecke in Heißeinbauweise**
Besteht aus Asphaltbeton, SMA oder MA.
- ▶ **Recycling von Asphaltdecken**
- ▶ **Reshape**
Deckschicht wird aufgeheizt, aufgenommen und wieder eingebaut.
- ▶ **Remix**
Aufnehmen und Rückformen mit Zumischung von Heißbitumen.
- ▶ **Remix compact**
Rückformen mit Veränderung der Asphaltzusammensetzung und Einbau einer neuen Asphaltdeckschicht.
- ▶ **EAD - Ersatz einer Asphaltdeckschicht**
Abfräsen, neue Deckschicht aufbringen.

5.6. Pflaster und Einfassungen

5.6.1. Pflaster und Plattenbeläge

Pflasterdecken aus Naturstein oder Betonstein⁶¹ werden auf Brechsand-Splitt (Körnung 0/5 oder 2/5 mm) oder auf Natursand-Kies (Körnung 0/2 bis 0/4 mm) verlegt. Betonsteinpflaster kann auch in Sand-Zement-Mischung (MV 1:8) verlegt werden.

61 Selten kommen Klinkerpflaster und Schlackensteinpflaster zum Einsatz.

Plattenbeläge werden aus Betonstein, Naturstein oder Klinker hergestellt und i.d.R. auf Geh- oder Radwegen verlegt.

5.6.2. Bord- und Einfassungssteine

Bord- und Einfassungssteine bestehen heute meist aus Beton, Naturstein wird kaum noch eingesetzt. Die Bettung erfolgt auf Beton C8/10 oder C12/15, in 20 cm Dicke.

Arten von Bordsteinen

Form	Breiten in mm	Höhen in mm
HB: Hochbordsteine mit 4 Größen	180; 150	250; 300
RB: Rundbordsteine mit 2 Größen	180; 150	220
TB: Tiefbordsteine mit 4 Größen	80; 100	200; 250; 300
FB: Flachbordsteine mit 1 Größe	200	200

5.7. Kanalbau

Das öffentliche Kanalnetz in Deutschland umfasst 580.000 km, wobei auf Beton- und Stahlbetonrohre 40%, auf Steinzeugrohre 30% und auf Kunststoffrohre 16% des Gesamtnetzes entfallen.

- 💡 Als öffentliche Kanalisation wird jede Ableitung (=Entsorgung) von Abwasser und Niederschlagswasser bezeichnet, die der Allgemeinheit dient. Straßenentwässerungskanäle werden der öffentlichen Kanalisation zugerechnet, wenn sie nicht nur der Abführung von Niederschlagswasser dienen.
- 💡 Die Abwasserbeseitigung umfasst Sammeln, Fortleiten, Behandeln, Einleiten, Versickern, Verregnen und Verrieseln von Abwasser sowie das Entwässern von Klärschlamm im Zusammenhang mit der Abwasserbeseitigung.
- 💡 Sammeln umfasst Erfassen und Zusammenführen von Abwasser von den einzelnen Anfallorten. Fortleiten ist Weiterbeförderung bis zur Einleitungsstelle oder der Kläranlage bzw. zur Verrieselung auf Feldern.

5.7.1. Rohrmaterialien

- ▶ Abwasserrohre aus Steinzeug
 - mit Steckmuffen L, S oder K
- ▶ Abwasserrohre aus Beton
 - DN 300 bis DN 1500
 - eiförmig oder kreisförmig
- ▶ Abwasserrohre aus Stahlbeton
 - kreisförmig, als Drachenprofil
 - mit Glockenmuffen oder Falzmuffen, abgedichtet mit Gleitringen
 - bis DN 4000
- ▶ Abwasserrohre aus Kunststoff
 - aus PVC oder PE
 - kreisförmig, DN 100 bis DN 600 (PE bis DN 1200)
- ▶ Abwasserrohre aus Faserzement
 - DN 50 bis DN 2000

5.7.2. Schächte

Kanalabschnitte werden durch Schächte begrenzt; oder Schächte werden als Revisionsmöglichkeit zwischen Grundleitung und Anschlusskanal eingesetzt. Schächte bestehen aus Unterteil, Oberteil, Schachtabdeckung und Einstiegshilfen.

5.7.3. Kanalbauweisen

Offene Bauweise

Diese Bauweise wird in offener Baugrube ausgeführt.

- 💡 Vorteil: einwandfreie Ausrichtung nach Lage und Gefälle, Übersicht über Anschlüsse, Erneuerung in gleicher Trasse und Tiefe.

Geschlossene Bauweise

- 💡 Vorteil: Keine Tiefenbegrenzung, keine Beeinträchtigung von Verkehr und Menschen, Unterfahren von Bäumen und Gebäuden möglich, kaum Straßenerneuerung nötig, wetterunabhängig, kaum Lärm.

Verfahren der geschlossenen Bauweise

- ▶ Vorpessverfahren
 - Rohre werden mit Schneideschuh ins Erdreich gepresst; von Hand steuerbar; gründliche Vermessung nötig.
- ▶ Rohrlining
 - Neue Rohre werden eingeschoben.
- ▶ Schlauchlining
 - Schlauch wird eingebracht.
- ▶ Berstverfahren (berstlining, pipe-cracking)
 - Verdrängungskörper wird durch die schadhafte Kanalhaltung gezogen, um Rohrwandung zu zerstören.
- ▶ Pipe-eating
 - Leitung wird mit ferngesteuerter Vortriebsmaschine überfahren, zerstört und abgefördert; neue Leitung wird nachgeschoben.

5.7.4. Straßenabläufe

Man unterscheidet Abläufe für Trockenschlamm und Abläufe für Nassschlamm.

Die Aufsätze bestehen aus Grauguss oder einer Kombination von Beton und Grauguss (Begu).

Belastungsklasse für Aufsätze

Belastungsklasse	Anwendung
A 15	Fußgänger, Radfahrer, Rollstuhlbenutzer
B 125	Pkw und Lieferfahrzeuge
C 250	Lastkraftwagen
D 400	Fahrbahnflächen von Straßen (Schnellverkehr)
E 600	Schwere Industrie- und Militärfahrzeuge
F 900	Flugzeuge

5.8. Leitungstiefbau

Leitungskanäle beherbergen Wasserversorgungsleitungen, Gasleitungen und Elektroleitungen. In Deutschland umfasst das Netz ca. 1.000.000 km, mit ca. 20 Millionen Hausanschlüssen. Leitungen werden meist in flachen Gräben eingebaut, immer öfter aber auch durch grabenloses Bauen (durch indirekten Rohrvortrieb).⁶²

- ▶ Leitungsrohre aus Stahl
- ▶ Leitungsrohre aus Kunststoff
 - Materialien: PVC, PE, PE 80 (PE-HD), PE-Xa, PP, Polybutan, Polyesterharz mit Glasfasern (GF-UP) oder Epoxidharz mit Glasfasern (GF-EP)
- ▶ Leitungsrohre aus Faserzement
 - mit Steckverbindungen
- ▶ Leitungsrohre aus Spannbeton
 - für Fernleitungen und Zubringer, Nennweiten DN 600 bis DN 4000

5.9. Ausgewählte Angaben aus den ATV-Normen Tiefbau

5.9.1. DIN 18300: Erdarbeiten

Boden und Fels sind entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felschichten, der für Erdarbeiten vergleichbare Eigenschaften aufweist.⁶³

5.9.2. DIN 18301: Bohrarbeiten⁶⁴

Homogenbereiche für Bohrungen zur geotechnischen Erkundung und Untersuchung sind nach den verfügbaren Informationen über den Baugrund festzulegen. Diese sind aus geologischen Karten oder Altunterlagen abzuleiten.

Hierbei ist anzugeben, ob es sich um bindige, nichtbindige oder organische Böden, Fels oder Stufen des verwitterten Felses handelt.

5.9.3. Din 18315: Verkehrswegebauarbeiten - Oberbauschichten ohne Bindemittel

Dicke der Tragschicht/Frostschuttschicht⁶⁵

Die Mindesteinbaudicke im verdichteten Zustand ist abhängig von der Körnung:

- ▶ Körnung ≤ 32 mm: 12 cm
- ▶ Körnung ≤ 45 mm: 15 cm
- ▶ Körnung ≤ 56 mm: 18 cm
- ▶ Körnung ≤ 63 mm: 20 cm

Die Dicke der eingebauten Lage darf 30 cm nicht überschreiten.

Dicke der Deckschicht⁶⁶

Mindest-Einbaudicke jeder Schicht oder Lage im verdichteten Zustand, in Abhängigkeit vom Größtkorn des Baustoffgemisches oder Bodens:

62 Indirekter Rohrvortrieb: Hohlraum wird geschaffen durch Bodenverdrängung, Rohre werden nachträglich eingezogen oder eingeschoben.

63 vgl. Abschnitt 2.3 in DIN 18300

64 vgl. Abschnitt 2.2.2 in DIN 18301

65 vgl. Abschnitt 3.3.1.6 in DIN 18315

66 vgl. Abschnitt 3.3.2.6 in DIN 18315

- ▶ Körnung ≤ 11 mm: 4 cm
- ▶ Körnung ≤ 16 mm: 5 cm
- ▶ Körnung ≤ 22 mm: 7 cm

5.9.4. DIN 18316: Verkehrswegebauarbeiten - Oberbauschichten mit hydraulischen Bindemitteln

Kerben zur Verfestigung unter Asphalt-schichten und der Hydraulisch gebundenen Tragschicht unter Asphalt-schichten⁶⁷

- ▶ im Abstand von nicht mehr als 5 m - wenn die Druckfestigkeit im Rahmen der Erstprüfung 7 N/mm² überschreitet oder die Einbaudicken über 20 cm betragen,
- ▶ im Abstand von nicht mehr als 2,5 m - bei Schichten aus Asphalt mit einer Gesamteinbaudicke von 14 cm und weniger.

Verfestigungen dürfen an keiner Stelle eine Dicke von 10 cm unterschreiten. Hydraulisch gebundene Tragschichten dürfen an keiner Stelle eine Dicke von 9 cm unterschreiten.

Betontragschichten⁶⁸

- ▶ Die Betondruckfestigkeitsklasse muss mindestens C 12/15 entsprechen.
- ▶ Ist eine Flächenbewehrung vereinbart, so muss sie mit mindestens 3 kg/m² Betonstahl B500A oder B500B eingebaut werden. Die Betonüberdeckung muss mindestens $c_{\min} = 40$ mm und $\Delta c = 15$ mm betragen. Es ist eine Betondeckung von $c_{\text{nom}} = 55$ mm einzuhalten.
- ▶ Scheinfugen sind durch Einschneiden eines Fugenspaltes mit einer Tiefe von mindestens 25 % der Deckendicke in den erhärteten Beton herzustellen.
- ▶ Raumfugen sollen die Betonplatten in der ganzen Dicke voneinander trennen. Sie sind mindestens 12 mm breit herzustellen.
- ▶ Betondecken dürfen an keiner Stelle eine Dicke von 100 mm unterschreiten

5.9.5. DIN 18317: Verkehrswegebauarbeiten - Oberbauschichten aus Asphalt

Verwendete Materialien⁶⁹

- ▶ Asphaltbinderschichten: Straßenbaubitumen, polymermodifizierte Bitumen
- ▶ Asphaltbeton: Straßenbaubitumen, polymermodifizierte Bitumen
- ▶ Splittmastixasphalt - Straßenbaubitumen, polymermodifizierte Bitumen, stabilisierende Zusätze
- ▶ Gussasphalt: Straßenbaubitumen, Gemisch aus Straßenbaubitumen und Naturasphalt, polymermodifizierte Bitumen, viskositätsverändernde Zusätze
- ▶ Offenporiger Asphalt: polymermodifiziertes Bitumen, stabilisierende Zusätze

Auszuführende Schichtdicken⁷⁰

- ▶ Asphalttragschichten: im Mittel 6 cm, an keiner Stelle unter 4 cm
- ▶ Asphalttragdeckschichten: im Mittel 7 cm, an keiner Stelle unter 5 cm
- ▶ Asphaltbinderschichten: im Mittel 4 cm, an keiner Stelle unter 3 cm
- ▶ Deckschichten aus Asphalt: im Mittel 2,5 cm, an keiner Stelle unter 1,5 cm, mindestens jedoch das 2,5-fache des Größtkorns
- ▶ Schutzschichten aus Walzasphalt: im Mittel 2,5 cm, an keiner Stelle unter 1,5 cm, mindestens jedoch das 2,5-fache des Größtkorns
- ▶ Schichten aus Gussasphalt sind im Mittel 2,5 cm dick, an keiner Stelle unter 1,5 cm dick auszuführen

67 vgl. Abschnitte 3.3.1 und 3.3.2 in DIN 18316

68 vgl. Abschnitt 3.3.3 in DIN 18316

69 vgl. Abschnitt 2.1.4 in DIN 18317

70 vgl. Abschnitt 3.3.1.6 in DIN 18317

Kommentar

Aufgrund der Überarbeitung von Teil C der VOB und der damit einhergehenden Aktualisierung zahlreicher Normen (in den Jahren 2015 und 2016) werden Böden und Fels betreffend ihre bautechnischen Eigenschaften (Bearbeitbarkeit, Bemessung) nicht mehr in der lange gewohnten Weise eingeteilt. Erdarbeiten waren zuvor in fünf Bodenklassen und zwei Felsklassen klassifiziert worden. Sämtliche Klassifizierungen wurden mit der damaligen Überarbeitung von VOB/C aufgegeben, an ihre Stelle traten sogenannte Homogenbereiche. Umgreift eine Baumaßnahme mehrere Gewerke, müssen die Homogenbereiche diesen Gewerken entsprechend getrennt ausgewiesen werden. Denn in Abhängigkeit von den auszuschreibenden Arbeiten sind je Gewerk verschiedene Kennwerte und Kennwertbandbreiten zu beachten. Baugrundgutachter und Geotechniker sind daher mehr gefordert als zuvor. Der Planer muss ihre Untersuchungsergebnisse mit seiner Planung und der geplanten Ausschreibung abgleichen.