

Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

RStO 12/24

Ausgabe 2012/Fassung 2024

Herausgeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV),
Arbeitsgruppe „Infrastrukturmanagement“

FGSV-Nr.: FGSV 499

FGSV-Kategorie: R 1

Impressum: Januar 2024
FGSV Verlag, Wesselinger Str. 15-17, 50999 Köln, www.fgsv-verlag.de

ISBN: 978-3-86446-391-4

Bekanntmachung: BMV ARS 2/2024 vom 30. Januar 2024

Hinweis: Die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“, Ausgabe 2012/Fassung 2024 (RStO 12/24) ersetzen die gleichnamigen Richtlinien, Ausgabe 2012 (RStO 12). Sie regeln die Standardfälle bei Neubau und Erneuerung für den standardisierten Oberbau von Verkehrsflächen innerhalb und außerhalb geschlossener Ortslagen. Die RStO dienen der Schaffung und Beibehaltung eines Befestigungsstandards für Fahrbahnen und sonstige Verkehrsflächen des Straßenverkehrs durch Anwendung technisch geeigneter und wirtschaftlicher Bauweisen. Sie berücksichtigen vor allem die Funktion der Verkehrsfläche, die Verkehrsbelastung, die Lage der Verkehrsfläche im Gelände, die Bodenverhältnisse, die Bauweise und den Zustand einer zu erneuernden Verkehrsfläche sowie die Bedingungen, die sich durch die freie Strecke oder die geschlossene Ortslage ergeben.

Die neue Fassung 2024 der RStO berücksichtigt unter anderem Anforderungen an nachhaltiges Handeln bei der Dimensionierung von Straßenbefestigungen, Änderungen in den Tabellen bei den Belastungsklassen sowie Anpassungen in den Tafeln bei den Dicken der Frostschutzschichten und des Mindestverformungsmoduls für den Bau von Rad- und Gehwegen. Auch weitere Erkenntnisse aus der Praxis sowie Änderungen in anderen Regelwerken sind eingearbeitet worden.

Der frühere Anhang 2 „Beispiele“ ist in einer separaten RStO-Beispielsammlung (FGSV 499/1: Beispielsammlung zu den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen) ausgelagert.

Ersetzt: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO),
Ausgabe 2012

RStO 12/24

Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

Ausgabe 2012/Fassung 2024

A blue circular icon with a white border and a white background, containing the text 'R1' in blue. Below it are three identical white-outlined circular icons with a blue border and a white background, arranged vertically.

R 1

Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 2/2024
Sachgebiet 4.2: Straßenbefestigungen;
Bemessung, Standardisierung

Oberste Straßenbaubehörden der Länder
Die Autobahn GmbH des Bundes

nachrichtlich:

Fernstraßen-Bundesamt
Bundesanstalt für Straßenwesen
Bundesrechnungshof
DEGES: Deutsche Einheit
Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH

**Betr.: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von
Verkehrsflächen, Ausgabe 2012/Fassung 2024 (RStO 12/24)**

Bezug: 1. ARS Nr. 30/2012 vom 20. 12. 2012;
Az.: StB 27/7182.8/3/01852046 (Richtlinien für die Standardisierung
des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012 (RStO 12))
2. ARS Nr. 27/2020 vom 11. 12. 2020;
Az.: StB 27/7182.8/3-ARS-20/27/3426018 (RStO 12 – Korrekturen und
Ergänzungen)

I.

Mit dem im Bezug genannten Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 30/2012 wurden die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012“ (RStO 12), eingeführt. Im Jahr 2020 wurden mit dem ARS Nr. 27/2020 Korrekturen und Ergänzungen an den RStO 12 bekannt gegeben.

Im Zuge der Anwendung der RStO 12 wurden Erfahrungen gesammelt und in Forschungsprojekten neue und zu aktualisierende Erkenntnisse gewonnen, die Änderungen in der Anwendung der RStO 12 erforderlich machen. Diese Änderungen betreffen im Wesentlichen redaktionelle Klarstellungen und Korrekturen sowie die Aufnahme von dimensionierungsrelevanten Aktualisierungen anderer Regelwerke. Die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012/Fassung 2024“ (RStO 12/24) sind von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. im Benehmen mit mir und den Obersten Straßenbaubehörden der Länder und der Autobahn GmbH des Bundes überarbeitet worden.

Gegenüber den RStO 12 werden die folgenden wesentlichen Änderungen oder Ergänzungen umgesetzt:

- Explizite Hinweise auf die Berücksichtigung nachhaltigen Handelns bei der Dimensionierung von Straßenbefestigungen.
- Aufnahme von bitumendominanten gebundenen Schichten in Kaltbauweise, Asphaltfundationsschichten im Heißeinbau und selbsterhärtenden-Tragschichten.
- Tabelle 4: Änderung der Belastungsklasse in der Zeile 1 von Bk3,2 bis Bk10 auf Bk32 bis Bk100. Präzisierung der Verkehrsarten sowie Erweiterung der Tabelle um zwei Zeilen für Verkehrsarten „Pkw-Verkehr einschließlich einem erwarteten Schwerverkehrsanteil (vorrangig im BAB-Netz)“ und „Überfahrbare Gehwege auf BAB-Rastanlagen“.
- Hinweis auf die Bedeutung des Fahrstreifenbreitenfaktors.
- Der Anhang 1 wird als Kapitel 2.7 aufgenommen. Die Bedeutung der Berechnung von B-Zahl ist grundlegend für die Anwendung der RStO und sollte daher in den Textteil aufgenommen werden.
- In der Tafel 1 (Zeile 4, Bk1,0) wird die Dicke der Frostschutzschicht 21 cm gestrichen.
- In der Tafel 6 wird für den Bau von Rad- und Gehwegen der Mindestverformungsmodul der ungebundenen Trag- oder Frostschutzschicht von 80 MPa auf 100 MPa angehoben, sofern die Befahrung mit Kraftfahrzeugen nicht erfolgen kann.
- Der Anhang 2 „Beispiele“ wird in eine separate Beispielsammlung (FGSV-Nr. 499/1: Beispielsammlung zu den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen) ausgelagert.
- Einarbeitung von RStO-relevanten Änderungen, die sich in den Aktualisierungen der Regelwerke ergeben haben.
- Des Weiteren erfolgten redaktionelle Anpassungen.

II.

Im Zuge von Bundesstraßen bitte ich Bauweisen mit Pflasterdecke auch weiterhin grundsätzlich nicht anzuwenden. Sollen in Ortsdurchfahrten aus städtebaulichen oder anderen Rahmenbedingungen sowie bei Abstellflächen Bauweisen mit Pflasterdecke vorgesehen werden, bitte ich in der Belastungsklasse Bk3,2 nur Bauweisen entsprechend Tafel 3, Zeilen 4 bis 7 vorzusehen.

III.

Ich gebe die RStO 12 in der Fassung 2024 hiermit bekannt und bitte die Obersten Straßenbaubehörden der Länder, diese für den Bereich der Bundesstraßen einzuführen. Im Interesse einer einheitlichen Handhabung empfehle ich, die RStO 12 in der Fassung 2024 auch für Vorhaben in Ihrem Zuständigkeitsbereich anzuwenden. Den Einführungserlass bitte ich an das Referat StB 25 zu senden (ref-stb25@bmdv.bund.de).

Hiermit führe ich das ARS für die Autobahn GmbH des Bundes ein. Gegenüber der Gesellschaft wird dieses ARS mit Bekanntgabe inhaltlich wirksam.

Die RStO 12/24 sind beim FGSV Verlag GmbH, Wesselingener Straße 15-17, 50999 Köln zu beziehen.

IV.

Meine Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 30/2012 (Bezug 1.) und Nr. 27/2020 (Bezug 2.) hebe ich auf.

Im Auftrag

Michael Puschel

Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement
Arbeitsausschuss: Dimensionierung
Arbeitskreis: Überarbeitung RStO

Im Laufe der Bearbeitungszeit haben folgende Damen und Herren mitgewirkt:

Leitung:

RDir. Dr.-Ing. Dirk Jansen, Bergisch Gladbach

Mitarbeitende:

BDir. a. D. Dipl.-Ing. Werner Bednorz, Sankt Katharinen

Prof. Dr.-Ing. Alexander Buttgerit, Gelsenkirchen

Dipl.-Ing. Stefan Ehlert, Gelsenkirchen

Dipl.-Ing. Nina Flottmann, Gelsenkirchen

Dipl.-Ing. Jürgen Franke, Berlin

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stephan Freudenstein, München

ORR Dipl.-Ing. Gudrun Golkowski, Bergisch Gladbach

Dipl.-Ing. Jan Jähnig, Dresden

Dr.-Ing. Knut Johannsen, Bottrop

Prof. Dr.-Ing. Carsten Koch, Köln

Dr. rer. nat. Dipl.-Min. Oliver Kuhl, Wetzlar

Dipl.-Ing. Martin Peck, Ostfildern

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radenberg, Bochum

Dr.-Ing. Eiad Ramadan, Bonn

Dipl.-Ing. (FH) Volker Scheipers, Dortmund

Vera Schmidt, M.Eng., Stuttgart

Dipl.-Ing. (FH) André Täube, Bonn

Dr.-Ing. Wolf Uhlig, Mittweida

Dipl.-Ing. Karl Villaret, Leipzig

Dipl.-Ing. Stephan Villaret, Hoppegarten

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Alexander Zeißler, Dresden

Vorbemerkung

Die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“, Ausgabe 2012/ Fassung 2024 (RStO 12/24) sind vom Arbeitskreis „Überarbeitung RStO“ des Arbeitsausschusses „Dimensionierung“ (Leitung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Alexander Zeißler, Dresden) erarbeitet worden. Sie ersetzen die gleichnamigen Richtlinien, Ausgabe 2012 (RStO 12). Die Überarbeitung der RStO 12 wurde aufgrund neuer Erkenntnisse erforderlich. Die RStO 12/24 wurden unter Mitwirkung von Vertretungen der kommunalen Bauverwaltungen aufgestellt und mit dem Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) und den Obersten Straßenbaubehörden der Länder abgestimmt.

Inhaltsübersicht

	Seite
1 Allgemeines	7
2 Grundlagen	9
2.1 Erläuterungen zu den verwendeten Begriffen	9
2.1.1 Aufbau	9
2.1.2 Erneuerung	10
2.1.3 Verkehrsbelastung	10
2.1.4 Beanspruchung aus Verkehr	10
2.2 Kriterien für die Dickenfestlegung des Oberbaus	11
2.3 Entwässerung	11
2.4 Wahl der Bauweisen	11
2.4.1 Grundprinzip	11
2.4.2 Neubau	11
2.4.3 Erneuerung	12
2.5 Belastungsklassen und Verkehrsbelastung	12
2.5.1 Fahrbahnen	12
2.5.2 Busverkehrsflächen	14
2.5.3 Neben- und Rastanlagen	14
2.5.4 Abstellflächen	15
2.5.5 Weitere Verkehrsflächen	15
2.6 Besondere Beanspruchungen	15
2.7 Ermittlung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung [B]	16
3 Neubau von Fahrbahnen	20
3.1 Untergrund und Unterbau	20
3.1.1 F2- und F3-Böden	20
3.1.2 F1-Böden	20
3.2 Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus	21
3.2.1 Allgemeines	21
3.2.2 Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke ..	21
3.2.3 Mehr- oder Minderdicken	22
3.3 Oberbau	24
3.3.1 Bauweisen und Schichtdicken	24
3.3.2 Tragschichten	24
3.3.3 Asphaltdecken	25
3.3.4 Betondecken	26
3.3.5 Pflasterdecken	26
3.3.6 Besonderheiten	27
3.4 Ergänzende Hinweise für Verkehrsflächen in geschlossener Ortslage	27
4 Erneuerung von Fahrbahnen	32
4.1 Bewertung der strukturellen Substanz der vorhandenen Befestigung	32
4.1.1 Verkehrsbelastung und Alter	32
4.1.2 Ermittlung des Oberflächenzustandes und Feststellen von Schäden	32
4.1.3 Tragfähigkeit	32
4.1.4 Art und Zustand der vorhandenen Befestigung	33
4.1.5 Entwässerungseinrichtungen	33

	Seite
4.2 Dicke des frostsicheren Oberbaus	33
4.3 Erneuerungsbauweisen	33
4.4 Erneuerung bei vollständigem Ersatz der vorhandenen Befestigung	34
4.5 Erneuerung bei teilweiseem Ersatz der vorhandenen Befestigung	34
4.6 Erneuerung auf der vorhandenen Befestigung	34
4.6.1 Allgemeines	34
4.6.2 Erneuerung in Asphaltbauweise	34
4.6.3 Erneuerung in Betonbauweise	35
5 Neubau und Erneuerung von sonstigen Verkehrsflächen	36
5.1 Busverkehrsflächen	36
5.2 Geh- und Radwege	36
5.3 Neben- und Rastanlagen	37
5.4 Abstellflächen	37
6 Technische Regelwerke	38

Bilderverzeichnis

Bild 1: Beispielhafter Aufbau einer Befestigung außerhalb geschlossener Ortslage sowie in geschlossener Ortslage mit wasserdurchlässigen Randbereichen – Damm/Einschnitt	8
Bild 2: Beispielhafter Aufbau einer Befestigung in geschlossener Ortslage mit teilweise wasserundurchlässigen Randbereichen sowie mit Entwässerungseinrichtungen	8
Bild 3: Beispielhafter Aufbau einer Befestigung in geschlossener Ortslage mit wasserundurchlässigen Randbereichen und geschlossener seitlicher Bebauung sowie mit Entwässerungseinrichtungen	8
Bild 4: Bauweisen auf F1-Boden mit einem Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}$ (bei Belastungsklasse Bk0,3 $E_{v2} \geq 100 \text{ MPa}$)	20
Bild 5: Bauweisen auf F1-Boden mit Verfestigung gemäß S2TV Beton-StB	21
Bild 6: Frosteinwirkungszonen	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Dimensionierungsrelevante Beanspruchung und zugeordnete Belastungsklasse	13
Tabelle 2: Mögliche Belastungsklassen für die typischen Entwurfsituationen nach RAST	13
Tabelle 3: Belastung von Busverkehrsflächen und zugeordnete Belastungsklasse	14
Tabelle 4: Verkehrsflächen in Neben- und Rastanlagen und zugeordnete Belastungsklasse	14
Tabelle 5: Abstellflächen und zugeordnete Belastungsklasse	15

	Seite
Tabelle 6: Achszahlfaktor f_A	18
Tabelle 7: Lastkollektivquotient q_{Bm}	18
Tabelle 8: Fahrstreifenfaktor f_1	18
Tabelle 9: Fahrstreifenbreitenfaktor f_2	19
Tabelle 10: Steigungsfaktor f_3	19
Tabelle 11: Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs p	19
Tabelle 12: Mittlerer jährlicher Zuwachsfaktor des Schwerverkehrs f_z	19
Tabelle 13: Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus	21
Tabelle 14: Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse	22
Tabelle 15: Anhaltswerte für aus Tragfähigkeitsgründen erforderliche Schichtdicken von Tragschichten ohne Bindemittel gemäß ZTV SoB-StB in Abhängigkeit von den E_{v2} -Werten der Unterlage sowie von der Art der Tragschicht	25

Tafeln

Tafel 1: Bauweisen mit Asphaltdecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau	28
Tafel 2: Bauweisen mit Betondecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau	29
Tafel 3: Bauweisen mit Pflasterdecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau	30
Tafel 4: Bauweisen mit vollgebundenem Oberbau für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau	31
Tafel 5: Erneuerung in Asphaltbauweise auf vorhandener Befestigung Vorhandene Befestigung: Bauweise mit Asphaltdecke oder nach ZTV BEB-StB entspannter Betondecke	35
Tafel 6: Bauweisen für Geh- und Radwege auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau	36

1 Allgemeines

Die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“, Ausgabe 2012/ Fassung 2024 (RStO 12/24) regeln die Standardfälle bei Neubau und Erneuerung für den standardisierten Oberbau von Verkehrsflächen innerhalb und außerhalb geschlossener Ortslagen. Der stufenweise Aufbau wird mit Ausnahme der Regelungen im Abschnitt 3.4 nicht behandelt. Abweichende Lösungen können im Einzelfall mit Hilfe der „Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen in Asphaltbauweise“ (RDO Asphalt) und der „Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung von Betondecken im Oberbau von Verkehrsflächen“ (RDO Beton) dimensioniert oder/und konstruktiv gelöst werden.

Soll der Oberbau mit Hilfe der RDO dimensioniert werden, ist im Vorentwurf ein der zugeordneten Belastungsklasse entsprechender Oberbau vorzusehen. Hierbei sollten jedoch die sich aus der Dimensionierung gegebenenfalls ergebenden abweichenden Schichtdicken oder Anforderungen an die zu verwendenden Baustoffe durch entsprechende Ansätze berücksichtigt werden.

Bei Fahrbahnen mit mehreren Fahrstreifen sind alle Fahrstreifen mit demselben, nach dem Hauptfahrstreifen bzw. am schwersten belasteten Fahrstreifen dimensionierten Oberbau auszuführen.

Für ländliche Wege, Flugbetriebsflächen sowie durch Sonderlasten beanspruchte Verkehrsflächen gelten gesonderte technische Regelwerke.

Die RStO dienen der Schaffung und Beibehaltung eines Befestigungsstandards für Fahrbahnen und sonstige Verkehrsflächen des Straßenverkehrs durch Anwendung technisch geeigneter und wirtschaftlicher Bauweisen. Sie berücksichtigen vor allem die Funktion der Verkehrsfläche, die Verkehrsbelastung, die Lage der Verkehrsfläche im Gelände, die Bodenverhältnisse, die Bauweise und den Zustand einer zu erneuernden Verkehrsfläche sowie die Bedingungen, die sich durch die freie Strecke oder die geschlossene Ortslage ergeben.

Die RStO sind unter Berücksichtigung von Erfahrungen beim Bau und bei der Nutzung von Befestigungen für Verkehrsflächen, Erkenntnissen aus wissenschaftlichen Untersuchungen und Berechnungen zur Abschätzung des Verhaltens der verschiedenen Bauweisen aufgestellt worden.

Die Anwendung der standardisierten Bauweisen für den Neubau und die Erneuerung gemäß RStO beinhaltet eine angenommene Nutzungsdauer, die als grundlegender Aspekt bei Nachhaltigkeitsbetrachtungen zu berücksichtigen ist. Einzelne Schichten können davon abweichende Nutzungsdauern haben.

Bei einer weitergehenden Beurteilung der Nachhaltigkeit ist der gesamte Lebenszyklus der Verkehrsflächenbefestigung zu betrachten. Dafür sind weitere Aspekte zu berücksichtigen, z. B. Erhaltung, Wiederverwendung, Verwertung, Umweltschutz oder Resilienz.

Unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit im Bau von Straßenbefestigungen kann es empfehlenswert sein, auch theoretische Nutzungsdauern oberhalb von dreißig Jahren anzustreben. Die Dimensionierung sollte dann nach RDO Asphalt bzw. RDO Beton erfolgen.

Für die Konstruktion und Ausführung gelten die einschlägigen Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien.

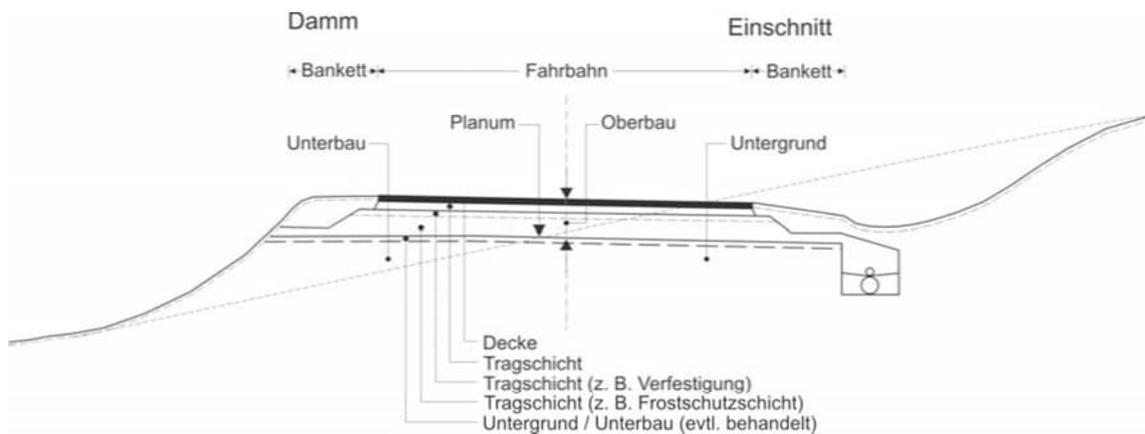


Bild 1: Beispielhafter Aufbau einer Befestigung außerhalb geschlossener Ortslage sowie in geschlossener Ortslage mit wasserdurchlässigen Randbereichen – Damm/Einschnitt –

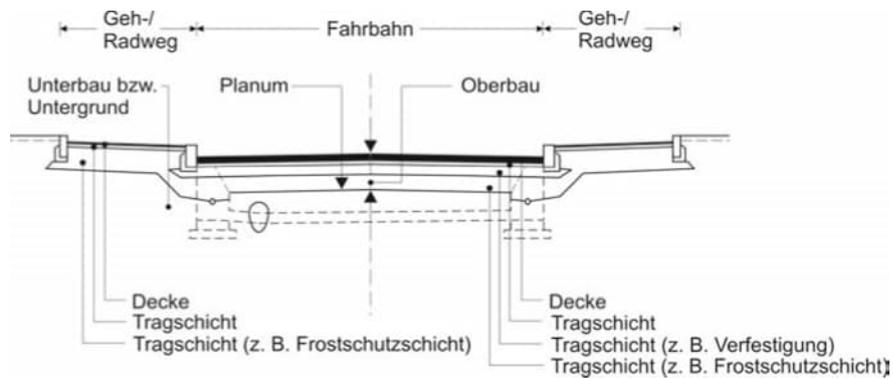


Bild 2: Beispielhafter Aufbau einer Befestigung in geschlossener Ortslage mit teilweise wasserundurchlässigen Randbereichen sowie mit Entwässerungseinrichtungen

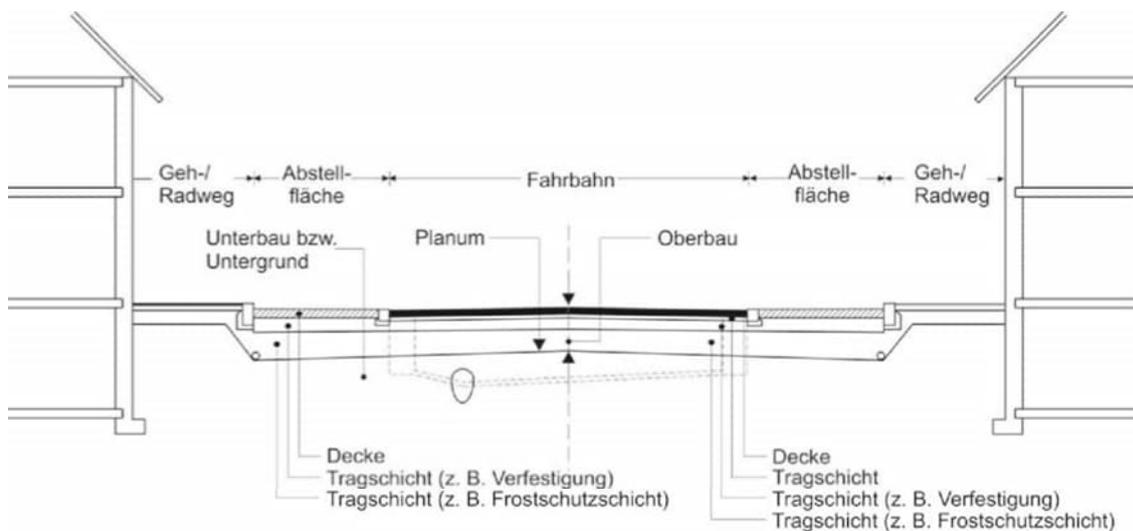


Bild 3: Beispielhafter Aufbau einer Befestigung in geschlossener Ortslage mit wasserundurchlässigen Randbereichen und geschlossener seitlicher Bebauung sowie mit Entwässerungseinrichtungen

2 Grundlagen

2.1 Erläuterungen zu den verwendeten Begriffen

Definitionen aller wichtigen Begriffe finden sich in den „Begriffsbestimmungen für das Straßen- und Verkehrswesen“ (BBSV) der FGSV. Darüber hinaus verwendete Begriffe sind hier aufgeführt.

2.1.1 Aufbau

Der Aufbau einer Verkehrsfläche wird unterteilt in:

Oberbau, Unterbau (gegebenenfalls), Untergrund.

Lage und Begrenzung sowie Bezeichnungen der einzelnen Schichten sind aus den Bildern 1 bis 3 zu ersehen. Ferner dienen diese Prinzipskizzen der Erläuterung der in der Tabelle 14 angegebenen örtlichen Verhältnisse.

Oberbau

Alle Schichten oberhalb des Planums ausgenommen Bankette.

Vollgebundener Oberbau

Oberbau, der nur aus Schichten mit Bindemitteln besteht und aufgrund seiner Gesamtdicke keine weiteren Frostschutzmaßnahmen erfordert.

Decke

Oberer Teil des Oberbaus aus Asphalt, Beton, Pflaster oder Platten.

Asphaltdecke

Die Asphaltdecke besteht in den Belastungsklassen Bk100 bis Bk3,2 (vollgebundener Oberbau: bis Bk1,8) aus der Asphaltdeck- und der Asphaltbinderschicht, in den Belastungsklassen Bk1,8 bis Bk0,3 (vollgebundener Oberbau: ab Bk1,0 bis Bk0,3) aus der Asphaltdeckschicht.

Betondecke

Ein- oder zweischichtige Decke aus Beton.

Gebundene Schichten in Kaltbauweise

Schicht aus Mischgranulat nach Einarbeitung von Bindemittel(n), Wasser und gegebenenfalls weiteren Ergänzungsstoffen.

Pflasterdecke

Pflastersteine, Bettung und Fugenfüllung.

Plattenbelag

Platten, Bettung und Fugenfüllung.

Asphalzwischenschicht unter Beton (AZSuB)

Asphaltschicht nach RDO Beton auf Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln bei Neubau oder Erneuerung.

Asphalttragdeckschicht

Einlagige Asphaltschicht, die gleichzeitig die Funktionen von Asphalttrag- und Asphaltdeckschicht erfüllt.

Tragschicht

Tragschichten werden unterschieden in:

– Tragschichten mit Bindemitteln

- Asphalttragschicht/wasserdurchlässige Asphalttragschicht (WDA)
- Asphaltfundationsschicht in Heißbauweise nach dem „Merkblatt für Asphaltfundationsschichten in Heißbauweise“ (M AFS-H)

- Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln
 - Verfestigung
 - Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)
 - Betontragschicht
 - Dränbetontragschicht (DBT).

– **Tragschichten ohne Bindemittel (ToB)**

- Frostschuttschicht (FSS)
- Schottertragschicht (STS)
- Kiestragschicht (KTS)
- Selbsterhärtende Tragschicht (SET).

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 Oberbaus zu schaffen. Sie muss auch im verdichteten Zustand ausreichend wasserdurchlässig sein.

Unterbau

Unter dem Oberbau liegende Dammschüttung.

Untergrund

Unmittelbar unter dem Ober- oder unter dem Unterbau vorhandener Boden oder Fels.

Planum

Unmittelbar unter dem Oberbau liegende und plangerecht bearbeitete Oberfläche des Untergrundes oder des Unterbaus (Abschluss des Erdbaus).

2.1.2 Erneuerung

Als Erneuerung werden Maßnahmen zur Verbesserung der Substanz unter vollständiger Wiederherstellung des Gebrauchswertes einer vorhandenen Befestigung bezeichnet. Die Erneuerung kann durch vollständigen oder teilweisen Ersatz des vorhandenen Oberbaus, gegebenenfalls bei gleichzeitiger Anpassung an geänderte Belastungsbedingungen, oder durch Einbau von einer oder mehreren Schichten auf die vorhandene Befestigung nach Ausbau ungeeigneter Schichten erfolgen.

2.1.3 Verkehrsbelastung

Schwerverkehr (SV)

Fahrzeugarten des Schwerverkehrs sind Lastkraftwagen mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 3,5 t ohne und mit Anhänger, Sattelzüge und Kraftomnibusse mit mehr als 9 Sitzplätzen einschließlich Fahrersitz.

DTV^(SV) [Kfz/24 h]

Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke der Fahrzeugarten des Schwerverkehrs.

DTA^(SV) [Aü/24 h]

Durchschnittliche Anzahl der täglichen Achsübergänge (Aü) des Schwerverkehrs.

2.1.4 Beanspruchung aus Verkehr

Äquivalente 10-t-Achsübergänge

Belastung durch tatsächliche Achsübergänge, normiert auf die Beanspruchung durch 10-t-Achsübergänge.

Dimensionierungsrelevante Beanspruchung [B]

Summe der gewichteten äquivalenten 10-t-Achsübergänge, die bis zum Ende des vorgesehenen Nutzungszeitraumes in dem Fahrstreifen mit der höchsten Verkehrsbelastung zu erwarten sind. Die Gewichtung erfolgt durch die Berücksichtigung von Fahrstreifen-, Fahrstreifenbreiten- und Steigungsfaktoren.

2.2 Kriterien für die Dickenfestlegung des Oberbaus

Die Dicke des Oberbaus ist so festzulegen, dass ein ausreichender Ermüdungswiderstand sowie ausreichende Tragfähigkeit gegen Belastung aus Verkehr und Witterung während der geplanten Nutzungsdauer sowie eine ausreichende Frostsicherheit gewährleistet sind. Für Geh- und Radwege gilt der Abschnitt 5.2.

2.3 Entwässerung

Die im Folgenden festgelegten Dicken des Oberbaus setzen dauerhaft wirksame Entwässerungsmaßnahmen, insbesondere für das Planum, voraus.

Die vorzusehenden Entwässerungseinrichtungen zur Ableitung des Oberflächenwassers und zur Entwässerung von Böschungen, Untergrund, Unterbau, der Frostschuttschicht und der Schicht aus frostunempfindlichem Material sind in den „Richtlinien für die Entwässerung von Straßen“ (REwS) beschrieben. Weitere Regelungen zu Entwässerungsmaßnahmen sind in den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau“ (ZTV Ew-StB) enthalten. In Wasserschutzgebieten sind zusätzlich die „Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten“ (RiStWag) zu beachten.

In Bereichen von Wannsen, für Bauweisen mit vollgebundenem Oberbau sowie für Erneuerungs- und Verbreiterungsmaßnahmen können darüberhinausgehende Entwässerungseinrichtungen notwendig werden.

Bei Erneuerungsmaßnahmen sind die Funktions- und Leistungsfähigkeit der Entwässerung zu prüfen.

2.4 Wahl der Bauweisen

2.4.1 Grundprinzip

Neubau und Erneuerung sind neben den im Folgenden genannten Kriterien auch unter die Gesichtspunkte eines nachhaltigen Handelns zu stellen. Dies schließt vor allem den möglichst schonenden Umgang mit natürlichen Ressourcen beim Bau, Betrieb, der Erhaltung und beim Rückbau ein.

Bei der Prüfung und Festlegung, ob eine Erneuerung bei teilweisem Ersatz der vorhandenen Befestigung oder als Erneuerung auf der vorhandenen Befestigung ausgeführt werden soll, sind die Aspekte der Nachhaltigkeit daher insbesondere zu berücksichtigen.

2.4.2 Neubau

Die Bauweisen mit Asphaltdecke (Tafel 1, Tafel 4) oder mit Betondecke (Tafel 2, Tafel 4) sind nach dem Grundsatz weitgehend technischer Gleichwertigkeit festgelegt, das heißt, die Bauweisen einer Belastungsklasse können die prognostizierte Verkehrsbelastung so aufnehmen, dass die Gebrauchstauglichkeit mit wirtschaftlichen Maßnahmen erhalten werden kann. Bei einigen Bauweisen wurden aus bautechnischen Gründen größere Dicken als aus Gründen des Ermüdungswiderstandes sowie der Tragfähigkeit erforderlich festgelegt.

Die Bauweisen mit Pflasterdecke (Tafel 3) können untereinander und im Vergleich zu den in dieselbe Belastungsklasse eingeordneten Bauweisen mit Asphalt- oder Betondecke hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit und Nutzungsdauer ungleichwertig sein. Diese Bauweisen können insbesondere unter Berücksichtigung der Anforderungen an Straßen in geschlossener Ortslage angewendet werden.

Die Bauweisen für Geh- und Radwege (Tafel 6) sind untereinander nicht gleichwertig.

Bei der Wahl der Bauweisen mit ihren angeführten Varianten sind örtliche Gegebenheiten, regionale Erfahrungen, technische und wirtschaftliche Gesichtspunkte sowie Umweltbedingungen zu berücksichtigen, wie zum Beispiel:

- Verwendung örtlicher Baustoffe,
- stufenweiser Aufbau (siehe Abschnitt 3.4),
- Verwendung von mineralischen Ersatzbaustoffen,
- nutzungsbedingte Besonderheiten,
- Erhaltungsstrategien.

2.4.3 Erneuerung

Hat die Bewertung der strukturellen Substanz der vorhandenen Verkehrsfläche ergeben, dass

- eine Erneuerung erforderlich wird und/oder,
- die Befestigungsdicke an die gestiegene Verkehrsbelastung angepasst werden muss,

ist eine für den Verwendungszweck, die örtlichen Gegebenheiten und die Verkehrsführung im Bauzustand zweckmäßige und wirtschaftliche Erneuerungsart und -bauweise auszuwählen.

Hierfür stehen grundsätzlich drei Erneuerungsarten zur Wahl:

- Erneuerung bei vollständigem Ersatz der vorhandenen Befestigung (siehe Abschnitt 4.4),
- Erneuerung bei teilweisem Ersatz der vorhandenen Befestigung (siehe Abschnitt 4.5),
- Erneuerung auf der vorhandenen Befestigung (siehe Abschnitt 4.6),

nach Ausbau ungeeigneter Schichten.

Auswahlkriterien dafür sind neben wirtschaftlichen Gesichtspunkten:

- Verbesserung der Gradienten und/oder der Querneigung,
- Höhenzwangspunkte,
- geplante Querschnittserweiterungen,
- dichte Folge von Überführungsbauwerken mit begrenzter lichter Höhe,
- Verkehrsführung (Eignung eventueller Umleitungsstrecken),
- streifenweise Erneuerung (Differenzierung der Maßnahme im Querschnitt entsprechend dem Zustand),
- stufenweise Erneuerung (bei Asphaltbauweisen),
- Überbaubarkeit (Belastbarkeit) von Bauwerken und Rohrleitungen,
- nicht frostsichere Verkehrsflächen,
- Berücksichtigung der Art und Ausführung später geplanter Auf- und Ausbaustufen,
- Eignung der vorhandenen Schichten für die künftige Funktion,
- Verwertbarkeit ausgebauter Materialien.

2.5 Belastungsklassen und Verkehrsbelastung

Fahrbahnen, Busverkehrsflächen, Verkehrsflächen von Neben- und Rastanlagen, Abstellflächen sowie Seiten-, Ausfädelungs- und Einfädelungstreifen werden entsprechend der Beanspruchung aus Verkehr den Belastungsklassen Bk0,3 bis Bk100 zugeordnet.

2.5.1 Fahrbahnen

Bei Fahrbahnen ist in der Regel die dimensionierungsrelevante Beanspruchung für die Zuordnung zu einer Belastungsklasse gemäß der Tabelle 1 zugrunde zu legen.

Tabelle 1: Dimensionierungsrelevante Beanspruchung und zugeordnete Belastungsklasse
 (siehe auch Abschnitt 2.7)

Dimensionierungsrelevante Beanspruchung Äquivalente 10-t-Achsübergänge in Mio.	Belastungsklasse
über 32 ¹⁾	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

¹⁾ Bei einer dimensionierungsrelevanten Beanspruchung größer 100 Mio. sollte der Oberbau mit Hilfe der RDO dimensioniert werden.

Die dimensionierungsrelevante Beanspruchung kann auf der Grundlage des DTV^(SV) unter Zuhilfenahme von straßenklassenspezifischen Lastkollektivquotienten und mittleren Achszahlfaktoren oder anhand detaillierter Achslastdaten ermittelt werden (siehe Abschnitt 2.7). Sie wird berechnet für den Fahrstreifen mit der höchsten Verkehrsbelastung durch Schwerverkehr unter Berücksichtigung der geplanten

- Anzahl der Fahrstreifen im Querschnitt,
- Breite des Fahrstreifens und
- Längsneigung.

Die „Beispielsammlung zu den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ (FGSV 499/1) enthält Beispiele für die Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung.

Die Berechnungen sind auch geeignet, bisher ertragene Belastungen einer Straße zu ermitteln. Ändern sich die Eingangswerte während der Nutzungsdauer, z. B. durch Verengung der Fahrbahnen im Zuge des Einbaus von Querungshilfen, so kann die Berechnung auch zur Neubewertung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung verwendet werden.

Für die Ermittlung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung ist in der Regel ein Nutzungszeitraum von 30 Jahren anzunehmen.

Lässt sich für Verkehrsflächen in der geschlossenen Ortslage die dimensionierungsrelevante Beanspruchung nicht ermitteln, so können die Belastungsklassen den typischen Entwurfsituationen nach den „Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen“ (RASt) gemäß der Tabelle 2 zugeordnet werden. Die Auswahl der Belastungsklasse muss sich an der zu erwartenden Schwerverkehrsbelastung orientieren.

Tabelle 2: Mögliche Belastungsklassen für die typischen Entwurfsituationen nach RASt

Typische Entwurfsituation	Straßenkategorie	Belastungsklasse
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

In Kreuzungs- und Einmündungsbereichen ist die dimensionierungsrelevante Beanspruchung des am stärksten belasteten Fahrstreifens der Anschlussstrecken maßgebend.

Für Kreisverkehrsflächen ist – bezogen auf den am stärksten belasteten Abschnitt der Kreisverkehrsfläche – die nächst höhere Belastungsklasse vorzusehen.

Fußgängerzonen, in denen Lieferverkehr mit Fahrzeugen des Schwerverkehres stattfindet, sind den Entwurfssituationen Hauptgeschäftsstraße oder Örtliche Geschäftsstraße zuzuordnen.

2.5.2 Busverkehrsflächen

Generell ist die Ermittlung der Belastungsklasse gemäß dem Abschnitt 2.5.1 durchzuführen. Dabei ist die verkehrsflächenspezifische Abweichung von Fahrstreifenbreitenfaktor f_2 (Spurtreue), Achszahlfaktor f_A und Lastkollektivquotient q_{Bm} zu beachten. Sofern diese Ermittlung nicht möglich ist, können Busverkehrsflächen aufgrund ihrer Verkehrsbelastung den Belastungsklassen gemäß der Tabelle 3 zugeordnet werden.

Busverkehrsflächen unterliegen immer besonderen Beanspruchungen (siehe Abschnitt 2.6).

Gegebenenfalls ist statt der Breite des Fahrstreifens die zu erwartende Spurtreue des Verkehrs, das heißt die Breite der tatsächlich befahrenen Fläche, zu berücksichtigen.

Tabelle 3: Belastung von Busverkehrsflächen und zugeordnete Belastungsklasse

Verkehrsbelastung	Belastungsklasse
über 1.400 Busse/Tag	Bk100
über 425 Busse/Tag bis 1.400 Busse/Tag	Bk32
über 130 Busse/Tag bis 425 Busse/Tag	Bk10
über 65 Busse/Tag bis 130 Busse/Tag	Bk3,2
bis 65 Busse/Tag ¹⁾	Bk1,8

¹⁾ Wenn die Verkehrsbelastung weniger als 15 Busse/Tag beträgt, kann eine niedrigere Belastungsklasse gewählt werden.

2.5.3 Neben- und Rastanlagen

Den Verkehrsflächen in Neben- und Rastanlagen können die Belastungsklassen gemäß der Tabelle 4 zugeordnet werden, sofern keine Ermittlung der Belastungsklasse gemäß dem Abschnitt 2.5.1 erfolgt.

Neben- und Rastanlagen im unmittelbaren Bereich von Bundesautobahnen (BAB) sind mindestens in Bk10 auszuführen. Bei Neu-, Aus- und Umbauplanungen von unbewirtschafteten BAB-Rastanlagen ist der Pkw-Parkbereich so zu dimensionieren, dass dieser grundsätzlich auch von Lkw genutzt werden kann (Mischnutzung).

Tabelle 4: Verkehrsflächen in Neben- und Rastanlagen und zugeordnete Belastungsklasse

Verkehrsart	Belastungsklasse
Schwerverkehr (im BAB-Netz)	Bk32 bis Bk100
Pkw-Verkehr einschließlich einem erwarteten Schwerverkehrsanteil (vorrangig im BAB-Netz)	Bk10 bis Bk100
Pkw-Verkehr einschließlich geringem Schwerverkehrsanteil (im nachgeordneten Netz)	Bk0,3 bis Bk1,8
Überfahrbare Gehwege auf BAB-Rastanlagen	Bk3,2

2.5.4 Abstellflächen

Den Abstellflächen können die Belastungsklassen gemäß der Tabelle 5 zugeordnet werden. Abstellflächen im unmittelbaren Bereich von BAB sind mindestens in Bk10 auszuführen, sofern ein Befahren durch Schwerverkehr nicht ausgeschlossen werden kann.

Tabelle 5: Abstellflächen und zugeordnete Belastungsklasse

Verkehrsart	Belastungsklasse
Schwerverkehr	Bk3,2 bis Bk10
Nicht ständig vom Schwerverkehr genutzte Flächen	Bk1,0/Bk1,8
Pkw-Verkehr (Befahren durch Fahrzeuge des Unterhaltungsdienstes möglich)	Bk0,3

2.5.5 Weitere Verkehrsflächen

Ein- und Ausfädelungstreifen sowie Seitenstreifen sind in der Regel in gleicher Bauweise und Dicke wie die Fahrstreifen der durchgehenden Fahrbahn vorzusehen.

Die Fahrstreifen in planfreien Knotenpunkten und in Anschlussstellen erhalten eine Bauweise nach Belastungsklasse Bk3,2, sofern nicht eine höhere dimensionierungsrelevante Beanspruchung nachgewiesen wird.

Mittelstreifenüberfahrten erhalten eine Bauweise nach Belastungsklasse Bk3,2, sofern sie nicht belastungsgerecht dimensioniert werden.

Sonderflächen wie z. B. Containerumschlagplätze können Beanspruchungen unterliegen, die nicht durch die dimensionierungsrelevante Beanspruchung darstellbar sind. Sie sind entsprechend besonderer Regelwerke bzw. im Einzelfall zu dimensionieren.

2.6 Besondere Beanspruchungen

Verkehrsflächen können besonderen Beanspruchungen aus Schwerverkehr unterliegen, z. B.

- bei spurfahrendem Verkehr und enger Kurvenfahrt,
- bei langsam fahrendem Verkehr,
- bei häufigen Brems- und Beschleunigungsvorgängen,
- in Kreuzungs- und Einmündungsbereichen,
- bei Abstellflächen.

Verkehrsflächen der Belastungsklassen Bk3,2 bis Bk100 unterliegen immer besonderen Beanspruchungen.

Der Einfluss von spurfahrendem Verkehr und von Verkehr auf Steigungsstrecken auf die Dicke des Oberbaus ist durch die Faktoren f_2 und f_3 berücksichtigt (siehe Abschnitt 2.7).

Darüber hinaus ist zu prüfen, ob den besonderen Beanspruchungen bei der Wahl der Bauweise, bei der Wahl der Baustoffe, ihrer Zusammensetzung und bei der Herstellung einzelner Schichten des Oberbaus Rechnung getragen werden muss (siehe „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt“ (ZTV Asphalt-StB)/„Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken, Plattenbelägen sowie von Einfassungen“ (ZTV Pflaster-StB)).

2.7 Ermittlung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung [B]

Bei der Ermittlung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung (Summe der gewichteten äquivalenten 10-t- Achsübergänge) werden zwei Methoden unterschieden:

- **Methode 1** kommt zur Anwendung, wenn nur $DTV^{(SV)}$ -Angaben vorliegen
- **Methode 2** setzt die Kenntnis von detaillierten Achslastdaten voraus.¹⁾

Beide Methoden können beim Vorliegen konstanter Faktoren vereinfacht werden (Methoden 1.2 und 2.2).

Da bei beiden Methoden sich für lange Zeiträume und unterschiedliche Rahmenbedingungen dieselben Zahlenwerte für B ergeben müssen, wurden die Beispiele stellengenau berechnet.

Methode 1 – Bestimmung von B aus $DTV^{(SV)}$ -Werten

Methode 1.1 – Bestimmung von B bei variablen Faktoren

Stehen für jedes Nutzungsjahr die dimensionierungsrelevanten geometrischen Straßendaten und Verkehrsdaten zur Verfügung, wird die dimensionierungsrelevante Beanspruchung wie folgt ermittelt:

$$B = 365 \cdot q_{Bm} \cdot f_3 \cdot \sum_{i=1}^N [DTA_{i-1}^{(SV)} \cdot f_{1i} \cdot f_{2i} \cdot (1 + p_i)]$$

Darin bedeuten:

- B = Summe der gewichteten äquivalenten 10-t-Achsübergänge im zugrunde gelegten Nutzungszeitraum
- N = Anzahl der Jahre des zugrunde gelegten Nutzungszeitraumes; in der Regel 30 Jahre
- q_{Bm} = Einer bestimmten Straßenklasse zugeordneter mittlerer Lastkollektivquotient (siehe Tabelle 7), der die straßenklassenspezifische mittlere Beanspruchung der jeweiligen tatsächlichen Achsübergänge ausdrückt (Quotient aus der Summe der äquivalenten 10-t-Achsübergänge und der Summe der tatsächlichen Achsübergänge des Schwerverkehrs (SV) für einen festgelegten Zeitraum in einem Fahrstreifen).
- f_3 = Steigungsfaktor (siehe Tabelle 10)
- $DTA_{i-1}^{(SV)}$ = Durchschnittliche Anzahl der täglichen Achsübergänge (Aü) des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr $i-1$ [Aü/24 h] mit $DTA_{i-1}^{(SV)} = DTV_{i-1}^{(SV)} \cdot f_{A_{i-1}}$
- $DTV_{i-1}^{(SV)}$ = Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr $i-1$ [Kfz/24 h]
- $f_{A_{i-1}}$ = Durchschnittliche Achszahl pro Fahrzeug des Schwerverkehrs (Achszahlfaktor) im Nutzungsjahr $i-1$ [A/Kfz] (siehe Tabelle 6)
- f_{1i} = Fahrstreifenfaktor im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle 8)
- f_{2i} = Fahrstreifenbreitenfaktor im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle 9)
- p_i = Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle 11).

Die Achszahlfaktoren f_{A_i} und die mittleren Lastkollektivquotienten q_{Bm} wurden aus Silhouettenerhebungen in Verbindung mit Achslastwägungen ermittelt. Gesondert erhobene Achszahlfaktoren können ebenfalls verwendet werden.

¹⁾ Achslastdaten werden von der Bundesanstalt für Straßenwesen erfasst und vorgehalten.

Methode 1.2 – Bestimmung von B bei konstanten Faktoren

Der Gesamtzeitraum kann in Teilbetrachtungszeiträume mit jeweils konstanten Werten für $f_1, f_2, f_3, f_A, q_{Bm}$ und f_z unterteilt werden. Die Berechnung vereinfacht sich je Teilbetrachtungszeitraum ($N > 1$) zu:

$$B = N \cdot DTA^{(SV)} \cdot q_{Bm} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_z \cdot 365$$

mit $DTA^{(SV)} = DTV^{(SV)} \cdot f_A$

Für die Zunahme des Schwerverkehrs in den Folgejahren gilt:

$$f_z = \frac{(1 + p)^{N-1}}{p \cdot N}$$

Darin bedeuten:

p = Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs (siehe Tabelle 11).

f_z = Mittlerer jährlicher Zuwachsfaktor des Schwerverkehrs (siehe Tabelle 12).

Methode 2 – Bestimmung von B anhand von Achslastdaten

Methode 2.1 – Bestimmung von B bei variablen Faktoren

Stehen Achslastdaten aus Achslastwägungen zur Verfügung, so kann die dimensionierungsrelevante Beanspruchung wie folgt ermittelt werden:

$$B = 365 \cdot f_3 \cdot \sum_{i=1}^N [EDTA_{i-1}^{(SV)} \cdot f_{1i} \cdot f_{2i} \cdot (1 + p_i)]$$

Darin bedeuten:

B = Summe der gewichteten äquivalenten 10-t-Achsübergänge im zugrunde gelegten Nutzungszeitraum

N = Anzahl der Jahre des zugrunde gelegten Nutzungszeitraumes; in der Regel 30 Jahre

f_3 = Steigungsfaktor (siehe Tabelle 10)

$EDTA_{i-1}^{(SV)}$ = Durchschnittliche Anzahl der täglichen äquivalenten Achsübergänge (äquiv. Aü/24 h) des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr $i-1$ mit

$$EDTA_{i-1}^{(SV)} = \sum_k \left[DTA_{(i-1)k}^{(SV)} \cdot \left(\frac{L_k}{L_0} \right)^4 \right]$$

$DTA_{i-1}^{(SV)}$ = Durchschnittliche Anzahl der täglichen Achsübergänge (Aü) des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr $i-1$ [Aü/24 h]

k = Lastklasse, als Gruppe von Einzelachslasten definiert

L_k = Mittlere Achslast in der Lastklasse k

L_0 = Bezugsachslast: 10 t

f_{1i} = Fahrstreifenfaktor im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle 8)

f_{2i} = Fahrstreifenbreitenfaktor im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle 9)

p_i = Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle 11). Für das erste Jahr wird $p_1 = 0$ angesetzt.

Methode 2.2 – Bestimmung von B bei konstanten Faktoren

Der Gesamtzeitraum kann in Teilbetrachtungszeiträume mit jeweils konstanten Werten für f_1 , f_2 , f_3 , und f_z unterteilt werden. Die Berechnung vereinfacht sich je Teilbetrachtungszeitraum ($N > 1$) zu:

$$B = N \cdot \text{EDTA}^{(\text{SV})} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_z \cdot 365$$

Für die Zunahme des Schwerverkehrs in den Folgejahren gilt:

$$f_z = \frac{(1 + p)^{N-1}}{p \cdot N}$$

Darin bedeuten:

p = Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs (siehe Tabelle 11).

f_z = Mittlerer jährlicher Zuwachsfaktor des Schwerverkehrs (siehe Tabelle 12).

Tabelle 6: Achszahlfaktor f_A

Straßenklasse	Faktor f_A
Bundesautobahnen	4,5
Bundesstraßen bzw. Landes- und Kreisstraßen sowie kommunale Straßen mit SV-Anteil > 4 %	4,0
Landes- und Kreisstraßen bzw. kommunale Straßen mit SV-Anteil ≤ 4 %	3,3

Tabelle 7: Lastkollektivquotient q_{Bm}

Straßenklasse	Quotient q_{Bm}
Bundesautobahnen	0,33
Bundesstraßen bzw. Landes- und Kreisstraßen sowie kommunale Straßen mit SV-Anteil > 4 %	0,25
Landes- und Kreisstraßen bzw. kommunale Straßen mit SV-Anteil ≤ 4 %	0,23

Tabelle 8: Fahrstreifenfaktor f_1

Zahl der Fahrstreifen im Querschnitt/in Fahrtrichtung	Faktor f_1 bei Erfassung des DTV ^(SV) für	
	beide Fahrtrichtungen (Querschnitt)	jede Fahrtrichtung getrennt (Fahrtrichtung)
1	–	1,0
2	0,5	
3		0,9
4		0,85
5		
6 und mehr	0,45	

Die in den Tabellen 6 bis 8 angegebenen Faktoren und Quotienten sind durchschnittliche Werte des Verkehrs auf Straßennetzen der entsprechenden Straßenklasse. Bei Vorliegen spezifischer Erkenntnisse zur Verkehrszusammensetzung auf zu bewertenden Straßenbefestigungen sollten der Achszahlfaktor f_A , der Lastkollektivquotient q_{Bm} und der Fahrstreifenfaktor f_1 angepasst werden.

Tabelle 9: Fahrstreifenbreitenfaktor f_2

Fahrstreifenbreite [m]	Faktor f_2
unter 2,50	2,00
2,50 bis unter 2,75	1,80
2,75 bis unter 3,25	1,40
3,25 bis unter 3,75	1,10
3,75 und mehr	1,00

Tabelle 10: Steigungsfaktor f_3

Höchstlängsneigung [%]	Faktor f_3
unter 2	1,00
2 bis unter 4	1,02
4 bis unter 5	1,05
5 bis unter 6	1,09
6 bis unter 7	1,14
7 bis unter 8	1,20
8 bis unter 9	1,27
9 bis unter 10	1,35
10 und mehr	1,45

Tabelle 11: Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs p^{*1}

Straßenklasse	p
Bundesautobahnen	0,03
Bundesstraßen	0,02
Landes- und Kreisstraßen	0,01

*1) Bei der Ermittlung der Verkehrsbelastung des zu dimensionierenden Fahrstreifens ist dessen Kapazität zu beachten. Es ist zu prüfen, ob streckenbezogene Daten zur Abschätzung der mittleren jährlichen Zunahme des Schwerverkehrs vorliegen.

Tabelle 12: Mittlerer jährlicher Zuwachsfaktor des Schwerverkehrs f_z

N [a]	Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs p		
	0,01	0,02	0,03
5	1,020	1,041	1,062
10	1,046	1,095	1,146
15	1,073	1,153	1,240
20	1,101	1,215	1,344
25	1,130	1,281	1,458
30	1,159	1,352	1,586

3 Neubau von Fahrbahnen

3.1 Untergrund und Unterbau

Anforderungen an den Untergrund bzw. Unterbau und Kriterien für die Zuordnung von Böden entsprechend ihrer Frostempfindlichkeit (F1-, F2- und F3-Böden) sind in den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“ (ZTV E-StB) enthalten.

3.1.1 F2- und F3-Böden

Die in den Tafeln 1 bis 4 ausgewiesenen Schichtdicken setzen auf dem Planum einen Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MPa voraus.

Bei Bauweisen mit vollgebundenem Oberbau soll bei Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3, bei kritischen Wasserverhältnissen auch bei Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F2, eine Bodenverfestigung des Untergrundes bzw. Unterbaus mit einer Mindestdicke von 15 cm vorgesehen werden, die nicht auf die Dicke des Oberbaus anrechenbar ist.

3.1.2 F1-Böden

Besteht der Untergrund bzw. Unterbau unmittelbar unter dem Oberbau aus Boden der Frostempfindlichkeitsklasse F1, kann die Frostschuttschicht entfallen, wenn die Tiefe 1,2 m (1,3 m bei Frosteinwirkungszone II; 1,5 m bei Frosteinwirkungszone III) unter Fahrbahnoberfläche beträgt. Der Boden muss weiterhin bezüglich des Verdichtungsgrades die Anforderung der „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau“ (ZTV SoB-StB) an Frostschuttschichten erfüllen.

Wird auf dem F1-Boden ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120$ MPa (Belastungsklassen Bk1,0 bis Bk100) bzw. $E_{v2} \geq 100$ MPa (Belastungsklasse Bk0,3) erreicht, kann der Oberbau wie ab Oberkante Frostschuttschicht angeordnet werden (Bild 4).

Erfüllt der F1-Boden diese Anforderungen an den Verformungsmodul nicht, ist eine Verfestigung nach den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton“ (ZTV Beton-StB) (Bild 5) oder eine Tragschicht ohne Bindemittel der Dicke nach der Tabelle 15 auf dem F1-Boden vorzusehen. Die Schotter- oder Kiestragschicht der Bauweisen gemäß Tafel 1, Zeile 5, Tafel 2, Zeile 3.1 und Tafel 3, Zeile 3 kann unmittelbar auf dem F1-Boden angeordnet werden.

Wahl und Dicke der restlichen Schichten des Oberbaus wie ab Oberkante Frostschuttschicht nach:

- Tafel 1, Zeilen 1, 2.1, 3 und 4
- Tafel 2, Zeilen 1.1, 2, 3.2 und 4
- Tafel 3, Zeilen 1, 2 und 4 bis 7

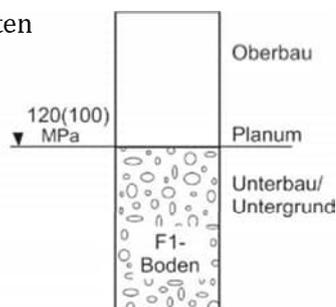


Bild 4: Bauweisen auf F1-Böden mit einem Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120$ MPa (bei Belastungsklasse Bk0,3 $E_{v2} \geq 100$ MPa)

Wahl und Dicke der Schichten mit Bindemittel nach:

Tafel 1, Zeilen 2.2 und 2.3
Tafel 2, Zeilen 1.2 und 1.3

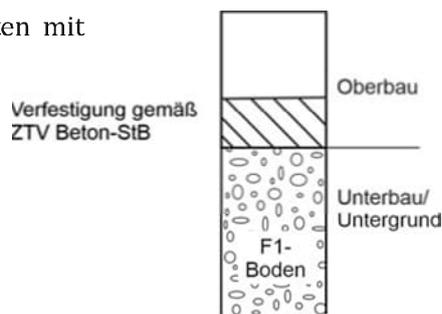


Bild 5: Bauweisen auf F1-Böden mit Verfestigung gemäß ZTV Beton-StB

3.2 Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus

3.2.1 Allgemeines

Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus soll neben der Lastverteilung sicherstellen, dass während der Frost- und Auftauperioden keine schädlichen Verformungen entstehen.

Sofern nicht örtliche Erfahrungen oder spezielle Untersuchungen für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus vorliegen, kann diese Dicke unter Berücksichtigung

- der Frostempfindlichkeit des Untergrundes/Unterbaus gemäß dem Abschnitt 3.2.2 für die jeweilige Belastungsklasse und

- der nach dem Abschnitt 3.2.3 zu ermittelnden Mehr- oder Minderdicken

errechnet werden.

Die Ausführung einer Bodenverfestigung nach ZTV E-StB der oberen Zone eines frostempfindlichen Untergrundes bzw. Unterbaus ist bis zu einer Dicke von maximal 20 cm auf die Dicke des frostsicheren Oberbaus anrechenbar.

Erfolgt anstelle einer Bodenverfestigung eine qualifizierte Bodenverbesserung nach ZTV E-StB in einer Dicke von ≥ 25 cm, wird dies durch die Einstufung des frostempfindlichen Untergrundes bzw. Unterbaus in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 berücksichtigt.

Bei wechselnden örtlichen Verhältnissen ist es aus bautechnischen Gründen sinnvoll, die Dicke des frostsicheren Oberbaus über größere Abschnitte konstant zu halten.

Das Verfahren zur Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus gilt nicht für vollgebundenen Oberbau.

3.2.2 Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke

Die Frostempfindlichkeit des Bodens ergibt sich aus seiner Klassifikation gemäß ZTV E-StB.

Für Böden der Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3 gemäß ZTV E-StB gelten in Abhängigkeit von der Belastungsklasse die Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus nach der Tabelle 13.

Tabelle 13: Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus

Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke in cm bei Belastungsklasse		
	Bk100 bis Bk10	Bk3,2 bis Bk1,0	Bk0,3
F2	55	50	40
F3	65	60	50

3.2.3 Mehr- oder Minderdicken

Frosteinwirkung, kleinräumige Klimaunterschiede, Wasserverhältnisse im Untergrund, Lage der Gradiente sowie Entwässerung der Fahrbahn/Ausführung der Randbereiche sind zusätzlich bei der Festlegung der Gesamtdicke des frostsicheren Oberbaus zu berücksichtigen. Die Mehr- oder Minderdicke zur Bestimmung dieser Gesamtdicke aus den Einzelwerten für die verschiedenen Kriterien wird gemäß der Tabelle 14 wie folgt bestimmt:

$$\text{Mehr- oder Minderdicke} = A + B + C + D + E$$

Im Bild 6 sind die Frosteinwirkungszonen I, II und III dargestellt; die Grenzen zwischen den Zonen bilden dabei nur einen groben Anhalt. Örtliche Besonderheiten – z. B. tief eingeschnittene Täler, schmale Höhenzüge – können der Karte nicht entnommen werden. Solche topografischen Gegebenheiten sind bei der Dimensionierung der Dicke des frostsicheren Oberbaus je nach Lage einer Straße im Einzelfall zu berücksichtigen.

Die Tiefe der Frosteindringung in den Boden hängt nicht nur von der Höhenlage des Geländes ab, sondern u. a. auch von der Wärmeleitfähigkeit im Untergrund/Unterbau, den Feuchtigkeitsverhältnissen im Boden und im Oberbau und den Wärmestrahlungsbedingungen, z. B. in bebauten Gebieten. Da Messungen für solche Einflussgrößen sehr aufwändig und somit nur in besonders gelagerten Einzelfällen sinnvoll sind, sollten bei der Dimensionierung eines Oberbaus langjährige Erfahrungen und Kenntnisse über die örtlichen Verhältnisse einbezogen werden.

Tabelle 14: Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse

Örtliche Verhältnisse		A	B	C	D	E
Frosteinwirkung	Zone I	± 0 cm				
	Zone II	+ 5 cm				
	Zone III	+ 15 cm				
kleinräumige Klimaunterschiede	ungünstige Klimaeinflüsse z. B. durch Nordhang oder in Kamm-lagen von Gebirgen		+ 5 cm			
	keine besonderen Klimaeinflüsse		± 0 cm			
	günstige Klimaeinflüsse bei geschlossener seitlicher Bebauung entlang der Straße		- 5 cm			
Wasser-verhältnisse im Untergrund	kein Grund- und Schichten-wasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum			± 0 cm		
	Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum			+ 5 cm		
Lage der Gradiente	Einschnitt, Anschnitt				+ 5 cm	
	Geländehöhe bis Damm ≤ 2,0 m				± 0 cm	
	Damm > 2,0 m				- 5 cm	
Entwässerung der Fahrbahn/Ausführung der Randbereiche	Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen					± 0 cm
	Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen					- 5 cm

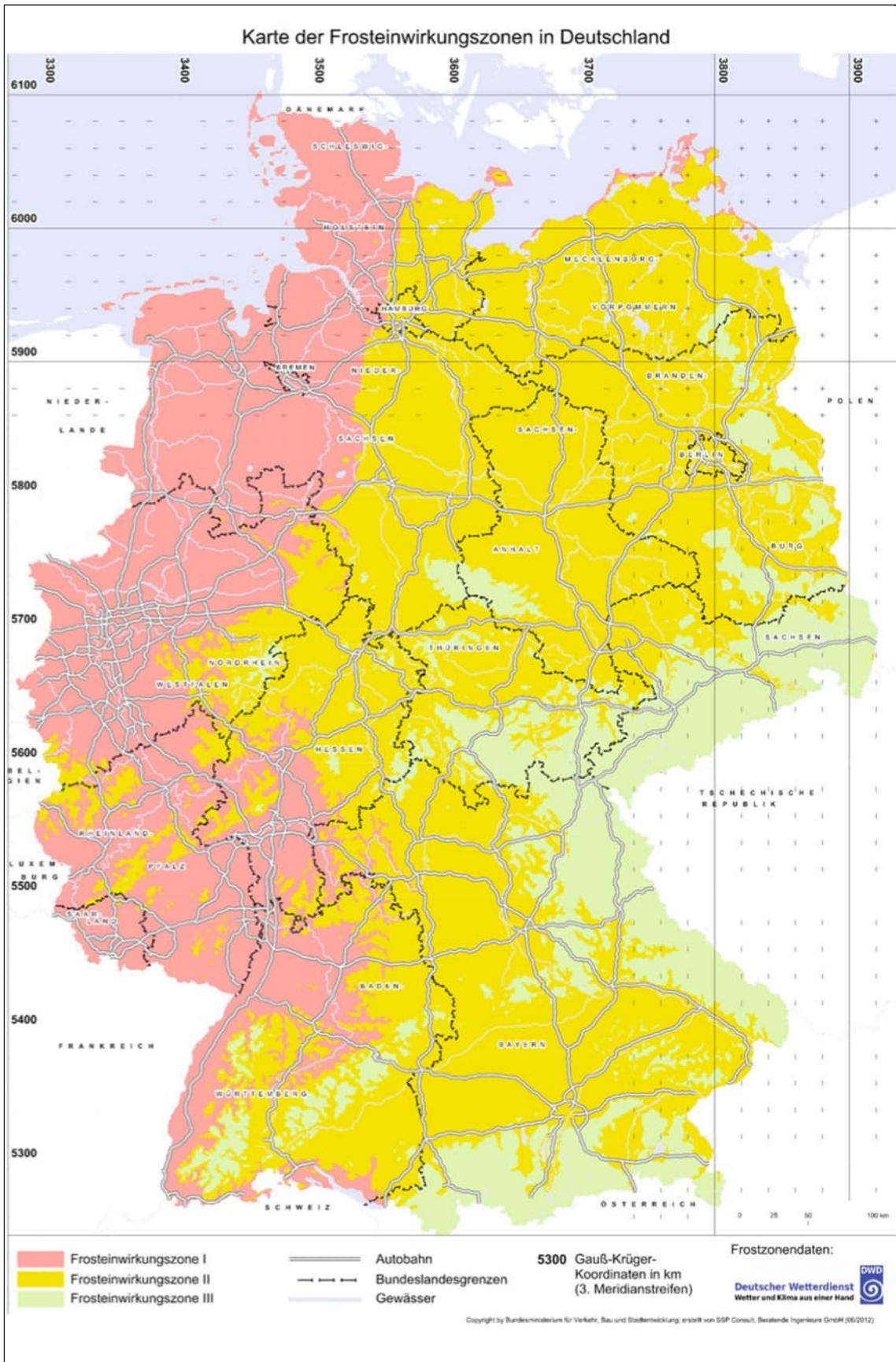


Bild 6: Frosteinwirkungszonen

Die Karte ist detailliert auf der Homepage der Bundesanstalt für Straßenwesen (www.bast.de) und des FGSV Verlages (www.fgsv-verlag.de) abrufbar.

3.3 Oberbau

3.3.1 Bauweisen und Schichtdicken

In den Tafeln 1 bis 3 sind die standardisierten Bauweisen mit Asphaltdecke, Betondecke und Pflasterdecke auf F2- und F3-Böden für die jeweiligen Belastungsklassen dargestellt. Für F1-Böden gilt der Abschnitt 3.1.2.

Die Tafel 4 enthält die standardisierten Bauweisen für den vollgebundenen Asphalt- und Betonoberbau.

In den Tafeln 1 bis 3 sind die Dicken des frostsicheren Oberbaus auf F2- und F3-Böden in 10-cm-Schritten angegeben. Ergibt sich nach dem Abschnitt 3.2 eine andere Dicke des frostsicheren Oberbaus als in den Tafeln enthalten, so ist diese maßgebend.

In Abhängigkeit von der Tragfähigkeit auf Planum oder Frostschutzschicht können Anhaltswerte für die Dicken der darüber liegenden Tragschichten ohne Bindemittel gemäß der Tabelle 15 entnommen werden. Es handelt sich hierbei um Anhaltswerte zur Erreichung der erforderlichen Tragfähigkeit. Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus darf nicht unterschritten werden. Die Anhaltswerte gelten nicht bei Verwendung einer Schicht aus frostunempfindlichem Material.

3.3.2 Tragschichten

Die Anforderungen an Tragschichten sind in den ZTV Asphalt-StB, den ZTV Beton-StB und den ZTV SoB-StB enthalten. Für Tragschichten unter Pflasterdecken gelten zusätzlich die Anforderungen der ZTV Pflaster-StB.

Tragschichten ohne Bindemittel

Die Frostschutzschicht muss mindestens die in den Tafeln 1 bis 3 unter „Dicke der Frostschutzschicht“ angegebene Dicke aufweisen (siehe auch Abschnitt 3.1.2). Ist keine Dicke der Frostschutzschicht angegeben, so bedeutet dies, dass die erforderlichen Verformungsmoduln auf der Frostschutzschicht voraussichtlich nicht erreicht werden; dann ist entweder eine größere Dicke der Frostschutzschicht oder eine andere Bauweise zu wählen. Alternativ kann die Frostschutzschicht vollständig durch das Material der darüber liegenden Schotter- oder Kiestragschicht ersetzt werden.

Grundsätzlich kann eine selbsterhärtende Tragschicht (SET-A) nach ZTV SoB-StB in der oberen Lage der Frostschutzschicht eingesetzt werden.

In der Tafel 1 kann (bei den Bauweisenvarianten 3, 4 und 5) anstelle der Kies- bzw. Schottertragschicht eine selbsterhärtende Tragschicht (SET-B) gemäß ZTV SoB-StB gewählt werden. Beim Einsatz einer SET ist die in Tafel 1 vorgesehene Schichtdicke der Asphalttragschicht beizubehalten.

Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln

Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln können als Verfestigung, hydraulisch gebundene Tragschicht oder Betontragschicht ausgebildet werden. Sie müssen unterschiedlichen Festigkeitsanforderungen gemäß ZTV Beton-StB in Abhängigkeit von der Art der Überbauung genügen.

Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln unter Pflasterdecken müssen wasserdurchlässig ausgebildet werden („Merkblatt für Dränbetontragschichten“ (M DBT)).

Zur Vermeidung der Reflexionsrissbildung ist auf Maßnahmen zur gezielten Rissbildung gemäß ZTV Beton-StB in den Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln zu achten.

Gebundene Schichten in Kaltbauweise

Es können bei Belastungsklassen bis Bk1,8 Befestigungen mit gebundenen Schichten in Kaltbauweise gemäß den Regelungen des „Merkblatt für Kaltrecycling in situ im Straßenoberbau“ (M KRC) zur vollständigen Verwertung von Straßenausbaustoffen auf der Baustelle in Kaltbauweise oder gemäß dem „Merkblatt für die Verwertung von pechhaltigen Straßenausbaustoffen und von Asphaltgranulat in bitumengebundenen Tragschichten durch Kaltaufbereitung in Mischanlagen“ (M VB-K) zur Verwertung von Asphaltgranulat (nach den „Technischen Lieferbedingungen für Asphaltgranulat“ (TL AG-StB)) durch Kaltaufbereitung in Mischanlagen eingesetzt werden. Bei Verwendung von Asphaltgranulat durch Kaltaufbereitung nach MVB-K gemäß RStO, Tafel 1, Zeile 2.2 wird mit der KRC-Schicht die Verfestigung bei einer Erhöhung der Einbaudicke um 20 % ersetzt.

Asphaltfundationsschichten im Heißeinbau

Es können auch Asphaltfundationsschichten in Heißeinbauweise nach M AFS-H eingesetzt werden.

Asphalttragschichten

Asphalttragschichten unter Pflasterdecken müssen wasserdurchlässig ausgebildet werden („Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen“ (M VV)).

3.3.3 Asphaltdecken

Anforderungen an die Asphaltdeckschichten und an die in den Belastungsklassen Bk100 bis Bk3,2 erforderlichen Asphaltbinderschichten sowie Angaben zu den Schichtdicken sind in den ZTV Asphalt-StB enthalten.

Sofern planmäßig von den Schichtdicken in den Tafeln 1 und 4 abgewichen wird, sind die entsprechenden Vorgaben der ZTV Asphalt-StB zu beachten. Eine Mehr- oder Minderdicke ist in der Regel in der unmittelbar darunterliegenden Asphalttschicht auszugleichen.

Tabelle 15: Anhaltswerte für aus Tragfähigkeitsgründen erforderliche Schichtdicken von Tragschichten ohne Bindemittel gemäß ZTV SoB-StB in Abhängigkeit von den E_{v2} -Werten der Unterlage sowie von der Art der Tragschicht (Dickenangaben in cm)

E_{v2} -Wert [MPa] auf Oberfläche ToB		≥ 80	≥ 100	≥ 120	≥ 150	≥ 100	≥ 120	≥ 150	≥ 120	≥ 150	≥ 180	≥ 150	≥ 180
		↑				↑			↑			↑	
Art der ToB	STS [cm]	15	15	25	35**	-	20	25	15	20	30	15	20
	KTS [cm]	15	15	30	50**	-	25	35	20	30	X	20	X
	FSS [cm] aus überwiegend gebrochenem Material	15*	20	30	X	15*	25	X	X	X	X	X	X
	FSS [cm] aus überwiegend ungebrochenem Material	20	25	35	X	-	-	X	X	X	X	X	X
		↑				↑			↑			↑	
E_{v2} -Wert [MPa] der Unterlage		45				80			100			120	
Unterlage		Planum						Frostschuttschicht					

 nicht mögliche Kombination

15* technische Mindestdicke

 nicht gebräuchliche Kombination

** bei örtlicher Bewährung auch geringere Dicke möglich

In der Belastungsklasse Bk0,3 ist bis zu einer dimensionierungsrelevanten Beanspruchung von 0,1 Mio. auf einer Tragschicht ohne Bindemittel (FSS, KTS, STS) eine 10 cm dicke Asphalttragdeckschicht ausreichend. Anstelle einer Asphalttragdeckschicht kann auch eine mindestens 8 cm dicke Asphalttragschicht mit einer Asphaltdeckschicht gemäß ZTV Asphalt-StB oder den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bau-liche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Asphaltbauweisen“ (ZTV BEA-StB) gewählt werden.

3.3.4 Betondecken

Die Anforderungen an Betondecken und an Vliesstoffe sind in den ZTV Beton-StB enthalten.

Bei den Bauweisen der Tafeln 2 und 4 wird von einer Verdübelung der Quersfugen und einer Verankerung der Längsfugen ausgegangen.

Abweichend von der Tafel 2 können Bauweisen der Zeile 1.1 bei guter örtlicher Bewährung ohne Vliesstoff zur Anwendung kommen. In diesen Fällen kann die Betondecke um 1 cm reduziert werden.

Alternativ zu den Tafeln 2 und 4 kann bei der Bauweise Betondecke mit Vliesstoff auf Trag-schicht mit hydraulischen Bindemitteln anstelle des Vliesstoffes eine Asphaltzwischen-schicht (AZSuB) gewählt werden. Dabei kann die Betondecke um 1 cm reduziert werden.

Die Dicke der AZSuB kann auf die Dicke der Frostschutzschicht oder der Schicht aus frost-empfindlichem Material angerechnet werden.

Den Deckendicken in Tafel 2 liegen die folgenden Plattengeometrien zugrunde:

- Plattenbreite im Hauptfahrstreifen 4,0 bis 4,5 m
 - Belastungsklassen Bk3,2 bis Bk100
Typische Plattenlänge 5,0 m
 - Belastungsklassen Bk0,3 bis Bk1,8
Typische Plattenlänge 4,0 bis 4,5 m
- Plattenbreite im Hauptfahrstreifen 3,0 bis 4,0 m
 - Alle Belastungsklassen
Typische Plattenlänge 4,0 m.

Maßgebend sind die Festlegungen der ZTV Beton-StB.

Bei Anwendung einer Bauweise nach der Tafel 2, Zeile 3 wird empfohlen, die Anforderung an den E_{V2} -Wert auf der Oberfläche der Schottertragschicht unter Betondecke (STSuB) in Anlehnung an Methode M2 gemäß ZTV E-StB nachzuweisen. Auf eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit ist zu achten.

3.3.5 Pflasterdecken

Die Anforderungen an Pflasterdecken sind in den ZTV Pflaster-StB enthalten.

In der Tafel 3 sind Bauweisen mit Pflasterdecke in ihren Regeldicken dargestellt. Es kann auch Pflaster mit größerer Dicke verwendet werden.

Pflastersteine aus Naturstein mit gespaltenen Seitenflächen und gespaltener Unterseite sollten folgende Nenndicken aufweisen:

- ab 80 mm für Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk0,3
- ab 100 mm für Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk1,0
- ab 120 mm für Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk1,8
- ab 150 mm für Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk3,2.

Die planmäßige Dicke der Bettung darf in begründeten Fällen um 1 cm geringer gewählt werden, nicht jedoch bei einem Bettungsmaterial der Körnung 0/11 mm. Bei Natursteinpflaster und Natursteinplatten mit einer Nenndicke ≥ 120 mm und spaltrauer Unterseite kann die planmäßige Dicke der Bettung im verdichteten Zustand auch 5 cm betragen.

Auf eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit aller Tragschichten ist zu achten. Bei guter örtlicher Bewährung ist in der Belastungsklasse Bk3,2 ein Verformungsmodul E_{v2} auf der Tragschicht ohne Bindemittel von ≥ 150 MPa ausreichend.

Geringere Pflasterdicken (Pflastersteine mit geringerer Nenndicke), jedoch nicht unter 6,0 cm, können unter der Voraussetzung verwendet werden, dass ausreichende Erfahrungen mit bewährten regionalen Bauweisen vorliegen. Die Mehr- oder Minderdicke – auch bei abweichender Dicke der Bettung – ist im Oberbau auszugleichen. Minderdicken sind in der oberen Tragschicht, Mehrdicken in der Frostschuttschicht oder der Schicht aus frostunempfindlichem Material auszugleichen.

3.3.6 Besonderheiten

Beim Vorliegen besonderer Gegebenheiten, z. B. im Bereich von Ver- oder Entsorgungsleitungen, oder aus technisch-wirtschaftlichen Gründen sind Abweichungen von den Regelungen der Abschnitte 3.1 bis 3.3.5 möglich.

3.4 Ergänzende Hinweise für Verkehrsflächen in geschlossener Ortslage

Die Regelungen der Abschnitte 3.1 bis 3.3 sowie des Abschnittes 4 gelten auch für Straßen in geschlossener Ortslage, soweit die Besonderheiten des kommunalen Straßenbaus dies zulassen und nicht noch anderen Ansprüchen Rechnung getragen werden muss. Zum Beispiel ergeben sich bei der Bauausführung Erschwernisse durch

- geringe Fahrbahnbreite,
- Bauen unter Verkehr, insbesondere in Kreuzungsbereichen,
- Vorhandensein von Ver- und Entsorgungsleitungen mit Einbauten, z. B. Schieber, Schächte, Abläufe

sowie besondere Beanspruchungen durch verstärktes Spurfahren, auch infolge optisch eingegengter Fahrbahn in verkehrsberuhigten Bereichen.

Je nach örtlichen Gegebenheiten sind neben der Wahl verformungsbeständiger Asphalt-schichten zusätzliche Maßnahmen erforderlich, wie z. B. Vergrößerung der Dicke einer Tragschicht mit Bindemittel unter Anrechnung auf die Dicke der Frostschuttschicht.

Bei der Erschließung von Baugebieten ist in der Regel ein stufenweiser Aufbau der Befestigung vorzusehen, dessen erste Baustufe den zu erwartenden Baustellenverkehr aufnehmen muss. Dafür sind in der Regel Bauweisen zu wählen, die Tragschichten mit Bindemitteln aufweisen. Soll nach weitgehender Fertigstellung der angrenzenden Bebauung der vollständige Oberbau hergestellt werden, ist der Zustand der verbleibenden Teilbefestigung gemäß dem Abschnitt 4 zu berücksichtigen (siehe RStO-Beispielsammlung, Beispiel 8). Sowohl bei stufenweisem als auch bei nicht stufenweisem Aufbau der Befestigung ist bei der Ermittlung der Belastungsklassen der Baustellenverkehr mit zu berücksichtigen.

Tafel 1: Bauweisen mit Asphaltdecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau

(Dickenangaben in cm; ∇ E_{v2} -Mindestwerte in MPa)

Zeile	Belastungsklasse	Bk100				Bk32				Bk10				Bk3,2				Bk1,8				Bk1,0				Bk0,3																																					
		B [Mio.]								> 32								> 10 - 32								> 3,2 - 10								> 1,8 - 3,2								> 1,0 - 1,8								> 0,3 - 1,0								≤ 0,3					
Dicke des frostsich. Oberbaus ¹⁾		55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85	45	55	65	75	45	55	65	75	45	55	65	75	45	55	65	75	35	45	55	65																														
1	Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht																																																														
	Asphaltdecke	12				12				12				10				4				4				4 ¹⁾																																					
	Asphalttragschicht	22				18				14				12				16				14				10 ²⁾																																					
	Frostschutzschicht	34				30				26				22				20				18				14																																					
Dicke der Frostschutzschicht		-	31 ²⁾	41	51	25 ³⁾	35	45	55	29 ³⁾	39	49	59	-	33 ²⁾	43	53	25 ³⁾	35	45	55	27	37	47	57	21	31	41	51																																		
2.1	Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Frostschutzschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material																																																														
	Asphaltdecke	12				12				12																																																					
	Asphalttragschicht	14				10				8																																																					
	Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)	15				15				15																																																					
Dicke der Frostschutzschicht		-	-	34 ²⁾	44	-	28 ³⁾	38	48	-	30 ³⁾	40	50																																																		
2.2	Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Frostschutzschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material -weit- oder intermittierend gestuft gemäß DIN 18196-																																																														
	Asphaltdecke	12				12				12				10				4				4				4																																					
	Asphalttragschicht	18				14				10				10				12				10				10																																					
	Verfestigung	15				15				15				15				15				15				15																																					
Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material		10 ⁴⁾	20 ⁴⁾	30	40	14 ⁴⁾	24	34	44	18 ⁴⁾	28	38	48	10 ⁴⁾	20	30	40	14 ⁴⁾	24	34	44	16 ⁴⁾	26	36	46	6 ⁴⁾	16 ⁴⁾	26	36																																		
2.3	Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Frostschutzschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material -engestuft gemäß DIN 18196-																																																														
	Asphaltdecke	12				12				12				10				4				4				4																																					
	Asphalttragschicht	18				14				10				10				12				10				10																																					
	Verfestigung	20				20				20				20				15				15				15																																					
Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material		5 ⁴⁾	15 ⁴⁾	25	35	9 ⁴⁾	19 ⁴⁾	29	39	13 ⁴⁾	23	33	43	5 ⁴⁾	15 ⁴⁾	25	35	14 ⁴⁾	24	34	44	16 ⁴⁾	26	36	46	6 ⁴⁾	16 ⁴⁾	26	36																																		
3	Asphalttragschicht und Schottertragschicht auf Frostschutzschicht																																																														
	Asphaltdecke	12				12				12				10				4				4				4 ¹⁾																																					
	Asphalttragschicht	18				14				10				10				12				10				10																																					
	Schottertragschicht ⁷⁾	15				15				15				15				15				15				15																																					
Dicke der Frostschutzschicht		-	-	30 ²⁾	40	-	-	34 ²⁾	44	-	-	28 ³⁾	38	48	-	-	30 ²⁾	40	-	-	24 ³⁾	34	44	16 ³⁾	26	36	46	-	-	18 ³⁾	28	38																															
4	Asphalttragschicht und Kiestragschicht auf Frostschutzschicht																																																														
	Asphaltdecke	12				12				12				10				4				4				4 ¹⁾																																					
	Asphalttragschicht	18				14				10				10				12				10				10																																					
	Kiestragschicht	20				20				20				20				20				20				20																																					
Dicke der Frostschutzschicht		-	-	25 ³⁾	35	-	-	29 ³⁾	39	-	-	33 ²⁾	43	-	-	25 ³⁾	35	-	-	29 ³⁾	39	-	-	31	41	-	-	23 ²⁾	33																																		
5	Asphalttragschicht und Schotter- oder Kiestragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material																																																														
	Asphaltdecke	12				12				12				10				4				4				4 ¹⁾																																					
	Asphalttragschicht	18				14				10				10				12				10				10																																					
	Schotter- oder Kiestragschicht	30 ⁵⁾				30 ⁵⁾				30 ⁵⁾				30 ⁵⁾				30 ⁵⁾				30 ⁵⁾				25 ⁵⁾																																					
Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material		Ab 12 cm aus frostunempfindlichem Material, geringere Restdicke ist mit dem darüber liegenden Material auszugleichen																																																													

1) Bei abweichenden Werten sind die Dicken der Frostschutzschicht bzw. des frostunempfindlichen Materials durch Differenzbildung zu bestimmen, siehe auch Tabelle 15
 2) Mit rundkörnigen Gesteinskörnungen nur bei örtlicher Bewehrung anwendbar
 3) Nur mit gebrochenen Gesteinskörnungen und bei örtlicher Bewehrung anwendbar
 4) Nur auszuführen, wenn das frostunempfindliche Material und das zu verfestigende Material als eine Schicht eingebaut werden
 5) Bei Kiestragschicht in Belastungsklassen Bk3,2 bis Bk100 in 40 cm Dicke, in Belastungsklassen Bk0,3 und Bk1,0 in 30 cm Dicke
 6) Alternativ: unter Beachtung von Abschnitt 3.3.3 auch Asphalttragdeckschicht anwendbar
 7) Alternativ: Abminderung der Asphalttragschicht um 2 cm bei 20 cm dicker Schottertragschicht und $E_{v2} \geq 180$ MPa (in Belastungsklassen Bk1,8 bis Bk100) bzw. $E_{v2} \geq 150$ MPa

Tafel 2: Bauweisen mit Betondecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau

(Dickenangaben in cm; ∇ E_{v2} -Mindestwerte in MPa)

Zeile	Belastungsklasse	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
	B [Mio.]	> 32	> 10 - 32	> 3,2 - 10	> 1,8 - 3,2	> 1,0 - 1,8	> 0,3 - 1,0	≤ 0,3
	Dicke des frostsich. Oberbaus ¹⁾	55 65 75 85	55 65 75 85	55 65 75 85	45 55 65 75	45 55 65 75	45 55 65 75	35 45 55 65
Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Frostschuttschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material								
1.1	Betondecke							
	Vliesstoff ⁸⁾ Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT) Frostschuttschicht	∇ 120 Σ 42 ∇ 45	∇ 120 Σ 41 ∇ 45	∇ 120 Σ 40 ∇ 45	∇ 120 Σ 39 ∇ 45	∇ 120 Σ 38 ∇ 45		
	Dicke der Frostschuttschicht	- - 33 ³⁾ 43	- 24 ¹⁾ 34 44	- 25 ³⁾ 35 45	- - 26 ³⁾ 36	- - 27 ³⁾ 37		
1.2	Betondecke							
	Vliesstoff ⁸⁾ Verfestigung Schicht aus frostunempfindlichem Material -weit- oder intermittierend gestuft gemäß DIN 18196-	∇ 45 Σ 47 ∇ 45	∇ 45 Σ 41 ∇ 45	∇ 45 Σ 40 ∇ 45	∇ 45 Σ 39 ∇ 45	∇ 45 Σ 38 ∇ 45		
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material	8 ⁴⁾ 18 ⁴⁾ 28 38	14 ⁴⁾ 24 34 44	15 ⁴⁾ 25 35 45	6 ⁴⁾ 16 26 36	- - 27 ³⁾ 37		
1.3	Betondecke							
	Vliesstoff ⁸⁾ Verfestigung Schicht aus frostunempfindlichem Material -enggestuft gemäß DIN 18196-	∇ 45 Σ 52 ∇ 45	∇ 45 Σ 46 ∇ 45	∇ 45 Σ 45 ∇ 45	∇ 45 Σ 44 ∇ 45	∇ 45 Σ 43 ∇ 45	∇ 45 Σ 35 ∇ 45	∇ 45 Σ 35 ∇ 45
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material	3 ⁴⁾ 13 ⁴⁾ 23 33	9 ⁴⁾ 19 29 39	10 ⁴⁾ 20 30 40	1 ⁴⁾ 11 ⁴⁾ 21 31	2 ⁴⁾ 12 ⁴⁾ 22 32	10 ⁴⁾ 20 30 40	- 10 ⁴⁾ 20 30
Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht								
2	Betondecke							
	Asphalttragschicht Frostschuttschicht	∇ 120 Σ 36 ∇ 45	∇ 120 Σ 35 ∇ 45	∇ 120 Σ 34 ∇ 45	∇ 120 Σ 33 ∇ 45	∇ 120 Σ 30 ∇ 45		
	Dicke der Frostschuttschicht	- 29 ³⁾ 39 49	- 30 ²⁾ 40 50	- 31 ²⁾ 41 51	- - 32 ²⁾ 42	- 25 ³⁾ 35 45		
Schottertragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material								
3.1	Betondecke							
	Schottertragschicht Schicht aus frostunempfindlichem Material	∇ 150 Σ 59 ∇ 45	∇ 150 Σ 58 ∇ 45	∇ 150 Σ 57 ∇ 45	∇ 150 Σ 56 ∇ 45	∇ 150 Σ 54 ∇ 45		
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material	Ab 12 cm aus frostunempfindlichem Material, geringere Restdicke ist mit dem darüber liegenden Material auszugleichen						
3.2	Betondecke							
	Schottertragschicht Frostschuttschicht	∇ 150 ∇ 120 Σ 49 ∇ 45	∇ 150 ∇ 120 Σ 48 ∇ 45	∇ 150 ∇ 120 Σ 47 ∇ 45	∇ 150 ∇ 120 Σ 46 ∇ 45	∇ 150 ∇ 120 Σ 44 ∇ 45		
	Dicke der Frostschuttschicht	- - 26 ¹⁾ 36	- - 27 ¹⁾ 37	- - 28 ¹⁾ 38	- - 19 ¹⁾ 29	- - 21 ¹⁾ 31		
Frostschuttschicht								
4	Betondecke							
	Frostschuttschicht					∇ 120 Σ 21 ∇ 45	∇ 100 Σ 21 ∇ 45	
	Dicke der Frostschuttschicht					24 ³⁾ 34 44 54	14 ³⁾ 24 34 44	

1) Bei abweichenden Werten sind die Dicken der Frostschuttschicht bzw. des frostunempfindlichen Materials durch Differenzbildung zu bestimmen, siehe auch Tabelle 15
 2) Mit rundkörnigen Gesteinskörnungen nur bei örtlicher Bewehrung anwendbar
 3) Nur mit gebrochenen Gesteinskörnungen und bei örtlicher Bewehrung anwendbar
 4) Nur auszuführen, wenn das frostunempfindliche Material und das zu verfestigende Material als eine Schicht eingebaut werden
 8) Anstelle des Vliesstoffes kann eine Asphaltzwischen-schicht gewählt werden, siehe Abschnitt 3.3.4
 18) Bei örtlicher Bewehrung 25 cm

Tafel 3: Bauweisen mit Pflasterdecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau

(Dickenangaben in cm; ∇ E_{v2} -Mindestwerte in MPa)

Zeile	Belastungsklasse	Bk100				Bk32				Bk10				Bk3,2				Bk1,8				Bk1,0				Bk0,3									
		B [Mio.]								> 32				> 10 - 32				> 3,2 - 10				> 1,8 - 3,2				> 1,0 - 1,8				> 0,3 - 1,0				≤ 0,3	
Dicke des frostsich. Oberbaus ¹⁾		55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85	45	55	65	75	45	55	65	75	45	55	65	75	35	45	55	65						
1	Schottertragschicht auf Frostschuttschicht ¹³⁾																																		
	Pflasterdecke ⁹⁾																																		
	Schottertragschicht																																		
	Frostschuttschicht																																		
Dicke der Frostschuttschicht																																			
2	Kiestragschicht auf Frostschuttschicht																																		
	Pflasterdecke ⁹⁾																																		
	Kiestragschicht																																		
	Frostschuttschicht																																		
Dicke der Frostschuttschicht																																			
3	Schotter- oder Kiestragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material ¹³⁾																																		
	Pflasterdecke ⁹⁾																																		
	Schotter- oder Kiestragschicht																																		
	Schicht aus frostunempfindlichem Material																																		
Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material		Ab 12 cm aus frostunempfindlichem Material, geringere Restdicke ist mit dem darüber liegenden Material auszugleichen																																	
4	Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht																																		
	Pflasterdecke ⁹⁾																																		
	Wasserdurchlässige Asphalttragschicht ¹⁰⁾																																		
	Frostschuttschicht																																		
Dicke der Frostschuttschicht																																			
5	Asphalttragschicht und Schottertragschicht auf Frostschuttschicht																																		
	Pflasterdecke ⁹⁾																																		
	Wasserdurchlässige Asphalttragschicht ¹⁰⁾																																		
	Schottertragschicht																																		
Dicke der Frostschuttschicht																																			
6	Asphalttragschicht und Kiestragschicht auf Frostschuttschicht																																		
	Pflasterdecke ⁹⁾																																		
	Wasserdurchlässige Asphalttragschicht ¹⁰⁾																																		
	Kiestragschicht																																		
Dicke der Frostschuttschicht																																			
7	Dränbetontragschicht auf Frostschuttschicht																																		
	Pflasterdecke ⁹⁾																																		
	Dränbetontragschicht (DBT) ¹⁵⁾																																		
	Frostschuttschicht																																		
Dicke der Frostschuttschicht																																			

1) Bei abweichenden Werten sind die Dicken der Frostschuttschicht bzw. des frostunempfindlichen Materials durch Differenzbildung zu bestimmen, siehe auch Tabelle 15
 2) Mit rundkörnigen Gesteinskörnungen nur bei örtlicher Bewehrung anwendbar
 3) Nur mit gebrochenen Gesteinskörnungen und bei örtlicher Bewehrung anwendbar
 9) Abweichende Steindicke siehe Abschnitt 3.3.5

10) Siehe ZTV Pflaster-StB
 11) Bei Kiestragschicht in Belastungsklassen Bk1,8 und Bk3,2 in 40 cm Dicke, in Belastungsklassen Bk0,3 und Bk1,0 in 30 cm Dicke
 13) Anwendung in Bk3,2 nur bei örtlicher Bewehrung
 15) Mit $E_{v2} \geq 150$ MPa bei bewährten regionalen Bauweisen anwendbar
 19) Nur Schottertragschicht

Tafel 4: Bauweisen mit vollgebundenem Oberbau für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau

(Dickenangaben in cm; E_{v2} -Mindestwerte in MPa)

Zeile	Belastungsklasse	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
	B [Mio.]	> 32	> 10 - 32	> 3,2 - 10	> 1,8 - 3,2	> 1,0 - 1,8	> 0,3 - 1,0	≤ 0,3
Asphaltdecke und Asphalttragschicht auf Planum ¹²⁾								
1	Asphaltdecke	12	12	12	10	10	4	4
	Asphalttragschicht	34	30	26	26	24	26	22
		Σ46	Σ42	Σ38	Σ36	Σ34	Σ30	Σ26
Betondecke und Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Planum ¹²⁾								
2	Betondecke	27	26	25				
	Vliesstoff ⁸⁾ Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln	25	25	23				
		Σ52	Σ51	Σ48				

8) Anstelle des Vliesstoffes kann eine Asphaltzwischen-schicht gewählt werden, siehe Abschnitt 3.3.4

12) Gegebenenfalls Bodenverfestigung, siehe Abschnitt 3.1.1

4 Erneuerung von Fahrbahnen

4.1 Bewertung der strukturellen Substanz der vorhandenen Befestigung

Zur Bewertung der strukturellen Substanz der vorhandenen Befestigung sowie zur Festlegung einer technisch und wirtschaftlich zweckmäßigen Erneuerungsbauweise sind heranzuziehen:

- Ermittlung der bisherigen Verkehrsbelastung und des Alters der Befestigung,
- Oberflächenzustand,
- Tragfähigkeit,
- Art und Zustand der vorhandenen Befestigung, einschließlich des Untergrundes/Unterbaus, und ihre Eignung für die vorgesehene Funktion,
- Zustand der Entwässerungseinrichtungen. Grundsätzlich sind die „Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen“ (RPE-Stra) zu beachten.

4.1.1 Verkehrsbelastung und Alter

Zur Abschätzung der ertragenen Verkehrsbelastung ist die bisherige dimensionierungsrelevante Beanspruchung (siehe RStO-Beispielsammlung, Beispiel 2) zu bestimmen. Des Weiteren ist das Alter der Schichten des Oberbaus zu ermitteln.

4.1.2 Ermittlung des Oberflächenzustandes und Feststellen von Schäden

Zur Bewertung des Oberflächenzustandes und der Schäden werden im Wesentlichen folgende Merkmale herangezogen:

- Längsunebenheit
- bei Asphaltbauweise
 - Häufung von Einzelsrissen,
 - Netzrisse,
 - Verformungen infolge unzureichender Tragfähigkeit,
 - Flickstellen.
- bei Betonbauweise
 - Einzelsrisse (längs, quer und schräg),
 - Netzrisse (infolge chemischer Reaktionen),
 - Plattenversatz, Plattenbewegung vertikal.

Darüber hinaus sind die sonstigen im Rahmen der Zustandserfassung und -bewertung erfassten Zustandsmerkmale, Schäden und deren Ursachen bei der Festlegung einer zweckmäßigen Erneuerungsbauweise zu berücksichtigen (siehe Abschnitt 4.3).

4.1.3 Tragfähigkeit

Die Bestimmung der Tragfähigkeit einer vorhandenen Befestigung kann ergänzend zu der Bewertung des Zustandes der Befestigung herangezogen werden, z. B.

- zur Ermittlung visuell nicht erkennbarer Schwachstellen,
- zur Festlegung von Erneuerungsabschnitten gleicher Tragfähigkeit,
- in Kombination mit Georadarmessungen zur Ermittlung homogener Abschnitte für die Festlegung von Bohrkernentnahmestellen.

Bei entsprechender Erfahrung können auch Messungen der Tragfähigkeit unmittelbar zur Ermittlung der erforderlichen Dicke der Schichten für die Erneuerung herangezogen werden.

4.1.4 Art und Zustand der vorhandenen Befestigung

Für die Zuordnung der maßgebenden Zustandsmerkmale zur Festlegung einer zweckmäßigen Erneuerungsart und -bauweise ist es unerlässlich, die Ursachen für einen angetroffenen Oberflächenzustand und die Eignung der vorhandenen Befestigung, einzelner Schichten und gegebenenfalls des Untergrundes/Unterbaus zu ermitteln. Insbesondere sind festzustellen:

- Art, Dicke und Eigenschaften der einzelnen Schichten,
- Art des Untergrundes/Unterbaus (insbesondere Frostempfindlichkeitsklasse, Wasserverhältnisse),
- Schichtenverbund.

Die Prüfung und Bewertung des Schichtenaufbaus erfolgt an Bohrkernen, die aus den homogenen Abschnitten entnommen werden. Bei fehlendem Schichtenverbund ist zu prüfen, ob eine Erneuerung bis zu dieser Schichtgrenze vorgenommen werden soll.

Es empfiehlt sich, in den Belastungsklassen Bk10 bis Bk100 die Materialeigenschaften der im Oberbau verbleibenden und neu einzubauenden Asphalt- bzw. Betonschichten nach den „Technischen Prüfvorschriften für Asphalt“ (TP Asphalt-StB), Teile 24 und Teil 26 bzw. den „Technischen Prüfvorschriften für Verkehrsflächenbefestigungen – Betonbauweisen“ (TP B-StB), Teil 3.1.05 zu bestimmen. Die rechnerische Abschätzung der Restnutzungsdauer der verbleibenden Schichten bzw. der Nutzungsdauer der Befestigung nach Erneuerung sollte dann für Asphaltbauweisen auf den RDO Asphalt, für Betonbauweisen auf den RDO Beton basieren.

4.1.5 Entwässerungseinrichtungen

Zur Ermittlung der Funktionsfähigkeit der vorhandenen Entwässerung sind entsprechende Untersuchungen, z. B. durch Erkundung der Leitungen durch Kamrabefahrung, durchzuführen. Auch die Funktionsfähigkeit der Wassereinleitung in den Vorfluter ist zu überprüfen. Die Ergebnisse sind der Entscheidung zugrunde zu legen, inwieweit die Entwässerungseinrichtungen zu sanieren sind.

4.2 Dicke des frostsicheren Oberbaus

Die erforderliche Dicke des frostsicheren Oberbaus der Befestigung für die Erneuerung ist in Anlehnung an die entsprechenden Festlegungen im Abschnitt 3.2 zu ermitteln.

Ergibt sich eine größere Dicke des frostsicheren Oberbaus, als durch die Befestigung nach erfolgter Erneuerung gewährleistet wäre, so ist unter Berücksichtigung der frostsicheren Schichten der vorhandenen Befestigung die Dicke der aufzubringenden Schichten entsprechend zu erhöhen.

Frostschutzmaßnahmen können entfallen, wenn die Gesamtdicke der Schichten mit Bindemitteln nach erfolgter Erneuerung der in der Tafel 4 ausgewiesenen Dicke des vollgebundenen Oberbaus entspricht. Frostschutzmaßnahmen sind ebenfalls nicht erforderlich, wenn vorhandene Schäden nicht auf mangelnde Frostsicherheit zurückzuführen sind und die zukünftige Verkehrsbelastung in höchstens eine Belastungsklasse höher als bisher einzuordnen ist.

4.3 Erneuerungsbauweisen

In die Entscheidung, welche der Bauweisen technisch zweckmäßig und für den vorgesehenen Nutzungszeitraum wirtschaftlich ist, sind neben dem Gesichtspunkt der Wiederverwendung von Baustoffen auch die örtlichen Gegebenheiten, z. B. hinsichtlich der Möglichkeiten der Verkehrsführung während der Bauzeit, sowie auch die Bauzeitvorgabe und die Länge des Erneuerungsabschnittes einzubeziehen.

Grundsätzlich sind die Ursachen struktureller Schädigungen zu analysieren und die Maßnahmen darauf abzustellen. Für die Überbauung ungeeignete Schichten sind auszubauen.

Bei häufig wechselnden örtlichen Verhältnissen ist es bautechnisch sinnvoll, möglichst lange Abschnitte in gleicher Dicke zu erneuern.

4.4 Erneuerung bei vollständigem Ersatz der vorhandenen Befestigung

Bei vollständigem Ersatz der Befestigung sind die Regelungen für den Neubau (Abschnitt 3) anzuwenden.

4.5 Erneuerung bei teilweiseem Ersatz der vorhandenen Befestigung

Sind tiefer greifende Schäden zu beseitigen, die einen Teilausbau der vorhandenen Befestigung erforderlich machen, so ist die Dicke der einzubauenden Schichten in Abhängigkeit von der Art und dem Zustand der Schicht, auf der neu aufzubauen ist, in Anlehnung an die Tafeln 1 bis 4 festzulegen.

Eine Erneuerung mit teilweiseem Ersatz der vorhandenen Befestigung kann nur dann erfolgen, wenn die im Oberbau verbleibenden Schichten geeignet, insbesondere ausreichend tragfähig und eben sind (siehe Abschnitt 4.1.4).

Bei der Pflasterbauweise muss zudem eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit der im Oberbau verbleibenden Schichten gewährleistet sein. Verbleiben Tragschichten ohne Bindemittel im Oberbau, so ist die Filterstabilität zu den Baustoffgemischen neu einzubauender angrenzender Schichten ohne Bindemittel nachzuweisen. Hierbei sind die ZTV Pflaster-StB zu beachten.

4.6 Erneuerung auf der vorhandenen Befestigung

4.6.1 Allgemeines

Die Ausführungen zum Neubau (Abschnitt 3) gelten sinngemäß auch für die Erneuerung auf der vorhandenen Befestigung.

4.6.2 Erneuerung in Asphaltbauweise

Grundsätzlich hat die Erneuerung auf der vorhandenen Befestigung auf Grundlage einer fundierten Untersuchung und Bewertung der strukturellen Substanz zu erfolgen. Dies sollte mit Berechnungen zur Nutzungsdauerermittlung bzw. Schichtdickenfestlegung nach RDO Asphalt kombiniert werden.

Alternativ kann in den Belastungsklassen Bk0,3 bis Bk3,2 bei den im Folgenden genannten Zustandsmerkmalen, die einzeln oder in ihrer Kombination auf eine strukturelle Schädigung der vorhandenen Befestigung hinweisen, eine Erneuerung mit Schichtdicken nach der Tafel 5 in Asphaltbauweise erfolgen:

- bei Asphaltbefestigungen
 - Häufung von Einzelrissen (auch Längsrisse neben den Rollspuren),
 - NetZRisse,
 - Verformung infolge unzureichender Tragfähigkeit,
 - Längsunebenheit.
- bei Betonbefestigungen
 - Einzelrisse (längs, quer und schräg),
 - NetZRisse (infolge chemischer Reaktionen),
 - Plattenversatz, Plattenbewegung vertikal,
 - Längsunebenheit.

Des Weiteren sind die ZTV BEA-StB und auf vorhandener Betondecke die „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Betonbauweisen“ (ZTV BEB-StB) zu beachten.

Die Überbauung von wiederverwendbarem Natursteinpflaster ist zu vermeiden.

Bei Erneuerung in Asphaltbauweise auf nach ZTV BEB-StB entspannter Betondecke sind Tragfähigkeitsmessungen nicht sinnvoll.

4.6.3 Erneuerung in Betonbauweise

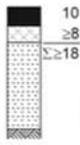
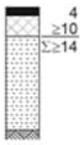
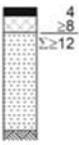
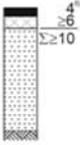
Bei der Erneuerung in Betonbauweise sind die Anforderungen an Tragfähigkeit, Frostsicherheit und Entwässerung, siehe Abschnitte 2.2 und 2.3, einzuhalten. Dabei sind die Dicken der Betondecke nach den Tafeln 2 bzw. 4 nicht zu unterschreiten, falls nicht nach RDO Beton dimensioniert wird.

Anforderungen an Ausgleichsschichten können nach RDO Beton definiert werden. Des Weiteren sind die ZTV BEB-StB zu beachten.

Tafel 5: Erneuerung in Asphaltbauweise auf vorhandener Befestigung

Vorhandene Befestigung: Bauweise mit Asphaltdecke oder nach ZTV BEB-StB entspannter Betondecke

(Dickenangaben in cm)

Belastungsklasse	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
B [Mio.]	> 32	> 10 - 32	> 3,2 - 10	> 1,8 - 3,2	> 1,0 - 1,8	> 0,3 - 1,0	≤ 0,3
Asphaltdecke Asphalttragschicht als Ausgleichsschicht vorhandene Befestigung	Einzelfallbetrachtung						

6) auch Asphalttragdeckschicht möglich, siehe Abschnitt 3.3.3

5 Neubau und Erneuerung von sonstigen Verkehrsflächen

5.1 Busverkehrsflächen

Die Zuordnung einer Busverkehrsfläche zu einer Belastungsklasse erfolgt nach dem Abschnitt 2.5.2. Für Bauweisen und Schichtdicken gelten die Tafeln 1 bis 5 sowie der Abschnitt 3.1 entsprechend.

Die erforderliche Minstdicke des frostsicheren Oberbaus ist entsprechend dem Abschnitt 3.2 zu ermitteln.

5.2 Geh- und Radwege

In der Tafel 6 sind die standardisierten Bauweisen für Geh- und Radwege dargestellt. Die Bauweisen und Schichtdicken sind so gewählt, dass diese Flächen von Fahrzeugen des Unterhaltungsdienstes befahren werden können. Eine auch nur gelegentliche Nutzung durch andere Kraftfahrzeuge ist nicht berücksichtigt. Auf Ebenheit und Entwässerung der Oberfläche ist bei der Wahl der Bauweise besonders zu achten.

Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F1 erfordern keine Frostschutzmaßnahmen (siehe Abschnitt 3.1.2). Die ToB kann gemäß der Tafel 6, Zeile 1 unmittelbar auf dem F1-Boden angeordnet werden. Die Dicke der ToB richtet sich dabei nach der Tabelle 15.

Für Böden der Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3 beträgt die Minstdicke des frostsicheren Oberbaus 30 cm. Ungünstige Klimaeinflüsse und Wasserverhältnisse im Untergrund sind zu berücksichtigen.

Im Bereich von Überfahrten für Kraftfahrzeuge ist die Befestigungsdicke auf die Verkehrsbelastung abgestimmt zu wählen. Bei einer dichten Folge von Überfahrten sind die für die Überfahrten gewählte Bauweise und Dicke auch in den Zwischenbereichen zu überprüfen. Bauweisen mit Plattenbelägen sollten hierfür nicht vorgesehen werden.

Tafel 6: Bauweisen für Geh- und Radwege auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau

(Dickenangaben in cm; ∇ E_{v2} -Mindestwerte in MPa)

Zeile	Bauweisen	Asphalt		Beton		Pflaster (Plattenbelag)		ohne Bindemittel		
		30	40	30	40	30	40	30	40	
Schotter- oder Kiestragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material										
1	Decke	$\nabla 100^{20}$	$10^{6)}$	$\nabla 100^{20}$	$12^{17)}$	$\nabla 100^{20}$	$8^{14)}$	$\nabla 120$	4	
	Schotter- oder Kiestragschicht	15	$\Sigma 25$	15	$\Sigma 27$	4	15	25	$\Sigma 29$	
	Schicht aus frostunempfindlichem Material									
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material ¹⁶⁾	-	15	-	13	-	13	-	11	
ToB auf Planum										
2	Decke	$\nabla 100^{20}$	$10^{6)}$	$\nabla 100^{20}$	$12^{17)}$	$\nabla 100^{20}$	$8^{14)}$	$\nabla 120$	4	
	Schotter-, Kiestragschicht oder Frostschutzschicht	$\Sigma 10$	$\Sigma 10$	$\Sigma 12$	$\Sigma 12$	$\Sigma 12$	$\Sigma 4$	$\Sigma 4$		
	Dicke der Schotter-, Kiestragschicht oder Frostschutzschicht	20	30	18	28	18	28	26	36	

6) Asphalttragdeckschicht oder Asphalttrag- und Asphaltdeckschicht, siehe auch Abschnitt 3.3.3

14) Auch geringere Dicke möglich

16) Aus 12 cm aus frostunempfindlichem Material, geringere Restdicke ist mit dem darüber liegenden Material auszugleichen

17) Bei einer 12 cm dicken Betondecke ist keine Verdübelung bzw. Verankerung möglich

20) Kann keine Belastung durch Fahrzeuge (Wartung und Unterhaltung) erfolgen, so ist auch $E_{v2} \geq 80$ MPa möglich

Werden Geh- und Radwege am tiefer liegenden Rand der Straße angeordnet, so ist es insbesondere aus entwässerungstechnischen Gründen zweckmäßig, Planum und Frostschicht der Fahrbahn unter der Geh- und Radwegbefestigung hindurchzuführen.

5.3 Neben- und Rastanlagen

Die Zuordnung einer Verkehrsfläche in Neben- und Rastanlagen zu einer Belastungsklasse erfolgt nach dem Abschnitt 2.5.3. Für Bauweisen und Schichtdicken gelten die Tafeln 1 bis 5 sowie Abschnitt 3.1 entsprechend.

Die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ist entsprechend dem Abschnitt 3.2 zu ermitteln.

Im Bereich von Zapfstellen für Kraftstoffe ist eine gegen Kraftstoffe unempfindliche Befestigung zu wählen.

5.4 Abstellflächen

Die Zuordnung der Abstellflächen zu einer Belastungsklasse erfolgt nach der Tabelle 5. Für Bauweisen und Schichtdicken gelten die Tafeln 1 bis 5 sowie Abschnitt 3.1 entsprechend.

Die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ist entsprechend Abschnitt 3.2 zu ermitteln.

Für gelegentlich benutzte Abstellflächen können je nach Nutzungsart Einfachbauweisen (z. B. Schotterrasen gemäß den „Richtlinien für die Planung, Ausführung und Unterhaltung von begrünbaren Flächenbefestigungen“ der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung, Landschaftsbau (FLL) oder Deckschicht ohne Bindemittel) verwendet werden. Darüber hinaus können auch ästhetische und gestalterische Gesichtspunkte durch die Wahl einer geeigneten Befestigungsart berücksichtigt werden.

6 Technische Regelwerke

FGSV	BBSV	Begriffsbestimmungen für das Straßen- und Verkehrswesen (FGSV 005/1)	1)
	M AFS-H	Merkblatt für Asphaltfundationsschichten in Heißbauweise (FGSV 759)	1)
	M DBT	Merkblatt für Dränbetontragschichten (FGSV 827)	1)
	M KRC	Merkblatt für Kaltrecycling in situ im Straßenoberbau (FGSV 636)	1)
	M VB-K	Merkblatt für die Verwertung von pechhaltigen Straßenausbaustoffen und von Asphaltgranulat in bitumengebundenen Tragschichten durch Kaltaufbereitung in Mischanlagen (FGSV 755)	1)
	M VV	Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen (FGSV 947)	1)
	RASt	Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (FGSV 200)	1)
	REwS	Richtlinien für die Entwässerung von Straßen (FGSV 539)	1)
	RiStWag	Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten (FGSV 514)	1)
	RDO Asphalt	Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen in Asphaltbauweise (FGSV 498)	1)
	RDO Beton	Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung von Betondecken im Oberbau von Verkehrsflächen (FGSV 497)	1)
	RPE-Stra	Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (FGSV 488)	1)
	RStO-Beispielsammlung	Beispielsammlung zu den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (FGSV 499/1)	1)
	TL AG-StB	Technische Lieferbedingungen für Asphaltgranulat (FGSV 749)	1)
	TP Asphalt-StB	Technische Prüfvorschriften für Asphalt – Teil 24: Spaltzug-Schwellversuch – Beständigkeit gegen Ermüdung (FGSV 756/24)	1)
		– Teil 26: Spaltzug-Schwellversuch – Bestimmung der Steifigkeit (FGSV 756/26)	1)
	TP B-StB	Technische Prüfvorschriften für Verkehrsflächenbefestigungen – Betonbauweisen – Teil 3.1.05: Spaltzugfestigkeit von Beton an Zylinderscheiben (FGSV 843/3.1.05)	1)
	ZTV Asphalt-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt (FGSV 799)	1)
	ZTV BEA-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Asphaltbauweisen (FGSV 798)	1)

Fortsetzung Technische Regelwerke

FGSV	ZTV BEB-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen – Betonbauweisen (FGSV 898)	1)
	ZTV Beton-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton (FGSV 899)	1)
	ZTV E-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (FGSV 599)	1)
	ZTV Ew-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau (FGSV 598)	1)
	ZTV Pflaster-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken, Plattenbelägen sowie von Einfassungen (FGSV 699)	1)
	ZTV SoB-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (FGSV 698)	1)
FLL		Richtlinien für die Planung, Ausführung und Unterhaltung von begrünbaren Flächenbefestigungen	2)

Bezugsquellen

1) FGSV Verlag GmbH

Anschrift: Wesselingener Straße 15-17, 50999 Köln

Tel.: 0 22 36 / 38 46 30

E-Mail: info@fgsv-verlag.de, Internet: www.fgsv-verlag.de

Alle aufgeführten FGSV-Regelwerke sind auch digital für den FGSV Reader erhältlich und enthalten im umfassenden Abo-Service „FGSV – Technisches Regelwerk – Digital“.

2) Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL)

Anschrift: Friedensplatz 4, 53111 Bonn

Tel.: 02 28 / 96 50 10-0

E-Mail: info@fll.de, Internet: www.fll.de

Erläuterung zur Systematik von Technischen Veröffentlichungen der FGSV

R steht für Regelwerke:

Solche Veröffentlichungen regeln entweder, wie technische Sachverhalte geplant oder realisiert werden müssen bzw. sollen (R 1), oder empfehlen, wie diese geplant oder realisiert werden sollten (R 2).

W steht für Wissensdokumente:

Solche Veröffentlichungen zeigen den aktuellen Stand des Wissens auf und erläutern, wie ein technischer Sachverhalt zweckmäßigerweise behandelt werden kann oder schon erfolgreich behandelt worden ist.

Die Kategorie **R 1** bezeichnet Regelwerke der 1. Kategorie:

R 1-Veröffentlichungen umfassen Vertragsgrundlagen (ZTV – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien, TL – Technische Lieferbedingungen und TP – Technische Prüfvorschriften) sowie Richtlinien. Sie sind stets innerhalb der FGSV abgestimmt. Sie haben, insbesondere wenn sie als Vertragsbestandteil vereinbart werden sollen, eine hohe Verbindlichkeit.

Die Kategorie **R 2** bezeichnet Regelwerke der 2. Kategorie:

R 2-Veröffentlichungen umfassen Merkblätter und Empfehlungen. Sie sind stets innerhalb der FGSV abgestimmt. Die FGSV empfiehlt ihre Anwendung als Stand der Technik.

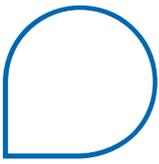
Die Kategorie **W 1** bezeichnet Wissensdokumente der 1. Kategorie:

W 1-Veröffentlichungen umfassen Hinweise. Sie sind stets innerhalb der FGSV, jedoch nicht mit Externen abgestimmt. Sie geben den aktuellen Stand des Wissens innerhalb der zuständigen FGSV-Gremien wieder.

Die Kategorie **W 2** bezeichnet Wissensdokumente der 2. Kategorie:

W 2-Veröffentlichungen umfassen Arbeitspapiere. Dabei kann es sich um Zwischenstände bei der Erarbeitung von weitergehenden Aktivitäten oder um Informations- und Arbeitshilfen handeln. Sie sind nicht innerhalb der FGSV abgestimmt; sie geben die Auffassung eines einzelnen FGSV-Gremiums wieder.

FGSV 499



FGSV
DER VERLAG

Herstellung und Vertrieb:

FGSV Verlag GmbH

Wesselinger Str. 15-17 · 50999 Köln

Tel. 02236 3846-30

info@fgsv-verlag.de · www.fgsv-verlag.de

Januar 2024

ISBN 978-3-86446-391-4