

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen

Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement

**Richtlinien
für die Standardisierung des Oberbaues
von Verkehrsflächen**

RStO 12

Ausgabe 2012

Arbeitsgruppe: Infrastrukturmanagement

Arbeitsausschuss: Dimensionierung

Arbeitskreis: Neufassung RStO

Im Rahmen der mehrjährigen Arbeit haben folgende Damen und Herren mitgewirkt:

L e i t e r :

TRDir Dipl.-Ing. S i e b e r, Bonn

M i t a r b e i t e r :

Univ.-Prof. Dr.-Ing. B e c k e d a h l, Wuppertal

BDir Dipl.-Ing. B e d n o r z, Bonn

Dipl.-Ing. B e y e r, Magdeburg

Dipl.-Ing. B ö h m e, Leinfelden-Echterdingen

Dipl.-Ing. G o l k o w s k i, Bergisch-Gladbach

MR'in Dipl.-Ing. G i p p e r, Bonn

Dipl.-Ing. H e l b i g, Hannover

Dipl.-Ing. H e l b l, Rostock

Dipl.-Ing. K i e h n e, Dresden

Dipl.-Ing. K n a a k, Kiel

Prof. Dr.-Ing. K o c h, Köln

Dr.-Ing. L e c h n e r, München

Akad. Dir Dr.-Ing. L o r e n z l, Braunschweig

Dipl.-Ing. L u d e w i g, Berlin

Dipl.-Ing. L ü t k e W e r m e l i n g, Hamm

Dipl.-Phys. N i c k o l, Halberstadt

Dipl.-Ing. O h m e n, Hamburg

Dipl.-Ing. P l e h m, Hoppegarten

Univ.-Prof. Dr.-Ing. R a d e n b e r g, Bochum

BDir Dipl.-Ing. R o d e h a c k, Kempten

Dipl.-Ing. (FH) S c h e i p e r s, Gelsenkirchen

Dipl.-Ing. (FH) T ä u b e, Bonn

Dipl.-Ing. V i l l a r e t, Hoppegarten

Univ.-Prof. Dr.-Ing. W e l l n e r, Dresden

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Z a n d e r, Siegen

V o r b e m e r k u n g

Die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen“, Ausgabe 2012 (RStO 12) sind vom Arbeitskreis „Neufassung RStO“ im Arbeitsausschuss „Dimensionierung“ (Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wellner) erarbeitet worden. Die Überarbeitung der RStO 01 wurde auf Grund neuer Erkenntnisse insbesondere der Zunahme der Verkehrsbelastung und der Veränderung der Verkehrszusammensetzung erforderlich. Die RStO 12 wurden unter Mitwirkung von Vertretern der kommunalen Bauverwaltungen aufgestellt und mit dem Bundesminister für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung und den obersten Straßenbaubehörden der Länder abgestimmt.

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 204 vom 21.7.1998, S. 37), die zuletzt durch die Richtlinie 2006/96/EG (ABl. L 363 vom 20.12.2006, S. 81) geändert worden ist, sind beachtet worden.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Allgemeines	8
2 Grundlagen	9
2.1 Begriffe	9
2.1.1 Aufbau	9
2.1.2 Erneuerung	12
2.1.3 Verkehrsbelastung	12
2.1.4 Beanspruchung aus Verkehr	12
2.2 Kriterien für die Dickenfestlegung des Straßenaufbaues	12
2.3 Entwässerung	12
2.4 Wahl der Bauweisen	13
2.4.1 Neubau	13
2.4.2 Erneuerung	13
2.5 Bauklassen und Verkehrsbelastung	14
2.5.1 Fahrbahnen.....	14
2.5.2 Busverkehrsflächen.....	15
2.5.3 Neben- und Rastanlagen	16
2.5.4 Abstellflächen.....	16
2.5.5 Weitere Verkehrsflächen	16
2.6 Besondere Beanspruchungen	17
3 Neubau von Fahrbahnen	18
3.1 Untergrund und Unterbau	18
3.1.1 F2- und F3-Böden	18
3.1.2 F1-Böden	18
3.2 Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues	19
3.2.1 Allgemeines	19
3.2.2 Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke	19
3.2.3 Mehr- oder Minderdicken	20
3.3 Oberbau	23
3.3.1 Bauweisen und Schichtdicken.....	23
3.3.2 Tragschichten.....	24
3.3.3 Asphaltdecken	24
3.3.4 Betondecken	24
3.3.5 Pflasterdecken	25
3.3.6 Besonderheiten	25
3.4 Ergänzende Hinweise für Verkehrsflächen in geschlossener Ortslage	25
4 Erneuerung von Fahrbahnen	31
4.1 Bewertung der strukturellen Substanz der vorhandenen Befestigung	31
4.1.1 Verkehrsbelastung und Alter	31
4.1.2 Ermittlung des Oberflächenzustandes und Feststellen von Schäden	31
4.1.3 Tragfähigkeit	32
4.1.4 Art und Zustand der vorhandenen Befestigung	32
4.1.5 Entwässerungseinrichtungen	32
4.2 Dicke des frostsicheren Oberbaues	32
4.3 Erneuerungsbauweisen	33

4.4 Erneuerung bei vollständigem Ersatz der vorhandenen Befestigung.....	33
4.5 Erneuerung bei teilweisem Ersatz der vorhandenen Befestigung	33
4.6 Erneuerung auf der vorhandenen Befestigung.....	33
4.6.1 Allgemeines	33
4.6.2 Erneuerung in Asphaltbauweise	33
4.6.3 Erneuerung in Betonbauweise	35
4.6.4 Erneuerung in Pflasterbauweise.....	35
5 Neubau und Erneuerung von sonstigen Verkehrsflächen	36
5.1 Busverkehrsflächen	36
5.2 Rad- und Gehwege.....	36
5.3 Neben- und Rastanlagen	37
5.4 Abstellflächen.....	37
Anhang	38
Anhang 1: Ermittlung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B.....	47
Methode 1 – Bestimmung der dimensionierungsrelevanten	
Beanspruchung B aus DTV^(SV)-Werten.....	47
Methode 1.1 – Bestimmung von B bei variablen Faktoren	47
Methode 1.2 – Bestimmung von B bei konstanten Faktoren	48
Methode 2 – Bestimmung der dimensionierungsrelevanten	
Beanspruchung B anhand von Achslastdaten.....	48
Methode 2.1 – Bestimmung von B bei variablen Faktoren	48
Methode 2.2 – Bestimmung von B bei konstanten Faktoren	49
Anhang 2: Beispiele.....	53
Beispiele 1 bis 10 zur Berechnung der dimensionierungsrelevanten	
Beanspruchung B	53
Anhang 3: Technische Regelwerke	78

Verzeichnis der Bilder

Bild 1	Beispielhafter Aufbau einer Befestigung außerhalb geschlossener Ortslage sowie in geschlossener Ortslage mit wasserdurchlässigen Randbereichen – Damm/Einschnitt –	11
Bild 2	Beispielhafter Aufbau einer Befestigung in geschlossener Ortslage mit teilweise wasserundurchlässigen Randbereichen sowie mit Entwässerungseinrichtungen	11
Bild 3	Beispielhafter Aufbau einer Befestigung in geschlossener Ortslage mit wasserundurchlässigen Randbereichen und geschlossener seitlicher Bebauung sowie mit Entwässerungseinrichtungen	11
Bild 4	Bauweisen auf F1-Boden mit einem Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ (bei Bauklasse $B_{k0,3}$ von $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$)	18
Bild 5	Bauweisen auf F1-Boden mit Verfestigung gemäß ZTV Beton-StB	19
Bild 6	Frosteinwirkungszonen	22

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1	Dimensionierungsrelevante Beanspruchung und zugeordnete Bauklasse (siehe auch Anhang 1)	14
Tabelle 2	Mögliche Bauklassen für die typischen Entwurfssituationen nach den RAST	15
Tabelle 3	Belastung von Busverkehrsflächen und zugeordnete Bauklasse	16
Tabelle 4	Verkehrsfläche in Neben- und Rastanlagen und zugeordnete Bauklasse	16
Tabelle 5	Abstellfläche und zugeordnete Bauklasse	16
Tabelle 6	Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues	20
Tabelle 7	Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse	21
Tabelle 8	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 Tragschichtart (Dickenangaben in cm)	23
Tabelle 9	Erneuerungsklassen in Abhängigkeit von den Zustandsmerkmalen der vorhandenen Befestigung bei einer Erneuerung in Asphaltbauweise	34

Verzeichnis der Tafeln

Tafel 1	Bauweisen mit Asphaltdecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau	27
Tafel 2	Bauweisen mit Betondecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau	28
Tafel 3	Bauweisen mit Pflasterdecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau	29
Tafel 4	Bauweisen mit vollgebundenem Oberbau für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau	30
Tafel 5	Erneuerung in Asphaltbauweise auf vorhandener Befestigung	35
Tafel 6	Bauweisen für Rad- und Gehwege auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau	37

Verzeichnis der Tabellen im Anhang 1

Tabelle A 1.1	Achszahlfaktor f_A	50
Tabelle A 1.2	Lastkollektivquotient q_{Bm}	50
Tabelle A 1.3	Fahrstreifenfaktor f_1	50
Tabelle A 1.4	Fahrstreifenbreitenfaktor f_2	51
Tabelle A 1.5	Steigungsfaktor f_3	51
Tabelle A 1.6	Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs p	51
Tabelle A 1.7	Mittlerer jährlicher Zuwachsfaktor des Schwerverkehrs f_z	52

Verzeichnis der Beispiele im Anhang 2

Beispiel 1	Ermittlung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B und die zuzuordnende Bauklasse für einen Autobahnneubau	54
Beispiel 2	Überprüfung, ob die 20 Jahre vor dem Betrachtungszeitpunkt nach Bauklasse Bk_{10} gebaute Autobahnbefestigung zur Aufnahme der Verkehrsbelastung in den nächsten 10 Jahren (Umbau geplant) ausreicht.....	56
Beispiel 3	Überprüfung des vorhandenen Oberbaus der Bauklasse $Bk_{1,0}$ einer Landesstraße auf seine Eignung als Umleitungsstrecke.....	59
Beispiel 4	Stufenweiser Aufbau einer Fahrbahnbefestigung	62
Beispiel 5	Ermittlung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B und die zuzuordnende Bauklasse für eine kommunale Busverkehrsfläche.....	64
Beispiel 6	Erneuerung im Tiefeinbau eines Autobahnabschnittes mit bekannten Achslastdaten	67
Beispiel 7	Überprüfung des Aufbaues im Zuge einer Ausbauplanung	69
Beispiel 8	Erneuerung einer Asphaltbefestigung auf einer Bundesstraße außerhalb der geschlossenen Ortslage	73
Beispiel 9	Erneuerung einer Asphaltbefestigung im Hocheinbau bei teilweisem Ersatz der vorhandenen Befestigung.....	75
Beispiel 10	Erneuerung einer Asphaltbefestigung auf einer Landesstraße.....	76

Tabellen der Beispiele im Anhang 2

Tabelle A 2.1	Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B für Beispiel 1 nach Methode 1.1.....	55
Tabelle A 2.2	Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B für die vergangenen 20 Jahre für Beispiel 2 nach Methode 1.1	57
Tabelle A 2.3	Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B für die nächsten 10 Jahre für Beispiel 2 nach Methode 1.1.....	58
Tabelle A 2.4	Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B für Beispiel 3 für die Zeit vor der Umleitung nach Methode 1.1	61
Tabelle A 2.5	Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B für Beispiel 3 für die Zeit während der Umleitung nach Methode 1.1.....	61
Tabelle A 2.6	Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B für Beispiel 3 für die Zeit nach der Umleitung nach Methode 1.1.....	61

Tabelle A 2.7	Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B für Beispiel 4 nach Methode 1.1	63
Tabelle A 2.8	Berechnung der äquivalenten durchschnittlichen täglichen Achsübergänge des Schwerverkehrs für Beispiel 5 für die Jahre 1 bis 6	65
Tabelle A 2.9	Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B für Beispiel 5 nach Methode 2.1 für die Jahre 1 bis 6.....	65
Tabelle A 2.10	Berechnung der äquivalenten durchschnittlichen täglichen Achsübergänge des Schwerverkehrs für Beispiel 5 für die Jahre 7 bis 30	65
Tabelle A 2.11	Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B für Beispiel 5 nach Methode 2.1 für die Jahre 7 bis 30.....	66
Tabelle A 2.12	Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B für Beispiel 6 nach Methode 2.1	68
Tabelle A 2.13	Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B für Beispiel 7 nach Methode 1.1	71

1 Allgemeines

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

Soll der Aufbau mit Hilfe der RDO dimensioniert werden, ist im Vorentwurf ein der zugeordneten Bauklasse entsprechender Aufbau 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 dem gleichen, nach dem Hauptfahrstreifen 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 Verkehrsflächenbefestigungen, von Erkenntnissen aus wissenschaftlichen Untersuchungen und Berechnungen zur Abschätzung des Verhaltens der verschiedenen Bauweisen aufgestellt worden.

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

Produkte und Ursprungswaren aus anderen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union oder der Türkei oder einem EFTA-Staat, der Vertragspartei des EWR-Abkommens ist, die diesen Richtlinien nicht entsprechen, werden einschließlich der im Herstellerstaat durchgeführten Prüfungen und Überwachungen als gleichwertig behandelt, wenn mit ihnen das geforderte Schutzniveau in Bezug auf Sicherheit, Gesundheit und Gebrauchstauglichkeit gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

2 Grundlagen

2.1 Begriffe

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 Tabelle 7 angegebenen örtlichen Verhältnisse.

Oberbau	Alle Schichten oberhalb des Planums.
Vollgebundener Oberbau	Oberbau, der nur aus Schichten mit Bindemitteln besteht und aufgrund seiner Gesamtdicke keine weiteren Frostschutzmaßnahmen erfordert.
Decke	Decke aus Asphalt, Beton, Plattenbelag oder Pflaster.
Asphaltdecke	Asphaltdeckschicht und ggf. Asphaltbinderschicht.
Betondecke	Fahrbahndecken aus Beton sind der obere Teil des Oberbaus; sie liegen auf der Tragschicht oder einer anderen geeigneten Unterlage und können ein- oder zweischichtig hergestellt werden.
Pflasterdecke	Pflasterstein, Bettung und Fugenfüllung.
Plattenbelag	Platten, Bettung und Fugenfüllung.
Asphaltzwischen-schicht unter Beton (AZSuB)	Asphaltschicht nach Abschnitt 4.4.4 der RDO Beton 09 auf Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel bei Neubau oder Erneuerung.
Asphalttragdeck-schicht	Einschichtige Asphaltschicht, die gleichzeitig die Funktion von Asphalttrag- und Asphaltdeckschicht erfüllt.
Tragschicht	Tragschichten werden unterschieden in: <ul style="list-style-type: none"> – Tragschichten mit Bindemittel <ul style="list-style-type: none"> • Asphalttragschicht • Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln <ul style="list-style-type: none"> – Verfestigung – Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT) – Betontragschicht – Dränbetontragschicht (DBT) – Tragschichten ohne Bindemittel (ToB) <ul style="list-style-type: none"> • Frostschuttschicht (FSS) • Schottertragschicht (STS)

- Kiestragschicht (KTS).

Schicht aus frost-unempfindlichem Material (SfM)

Schicht auf dem Untergrund bzw. Unterbau, die zusätzlich unterhalb einer Tragschicht angeordnet werden kann, um eine ausreichende Dicke des frostsicheren Oberbaues zu schaffen. Sie muss auch im verdichteten Zustand ausreichend wasserdurchlässig sein.

Unterbau

Künstlich hergestellter Erdkörper zwischen Untergrund und Oberbau.

Untergrund

Unmittelbar unter dem Ober- oder Unterbau angrenzender Boden bzw. Fels.

Planum

Bearbeitete Oberfläche des Untergrundes bzw. des Unterbaues (Abschluss des Erdbaues).

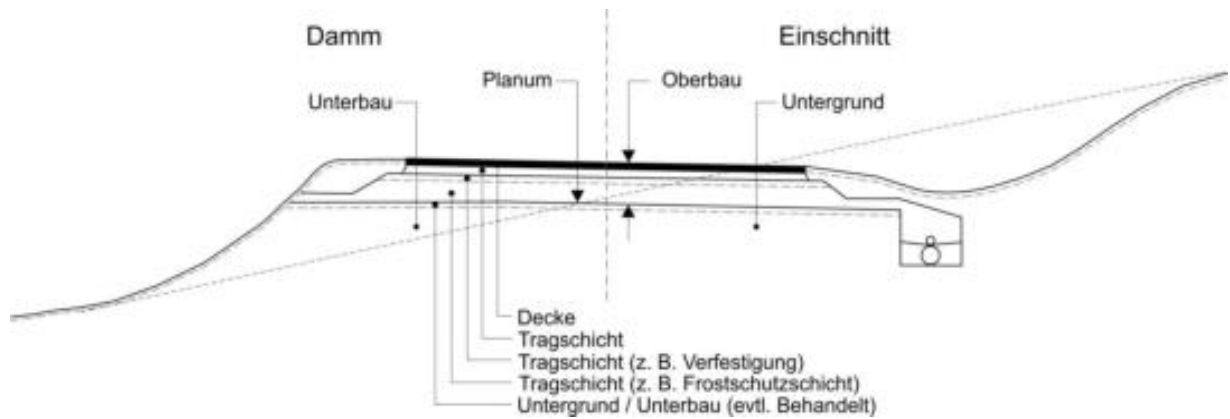


Bild 1 Beispielhafter Aufbau einer Befestigung außerhalb geschlossener Ortslage sowie in geschlossener Ortslage mit wasserdurchlässigen Randbereichen – Damm/Einschnitt –

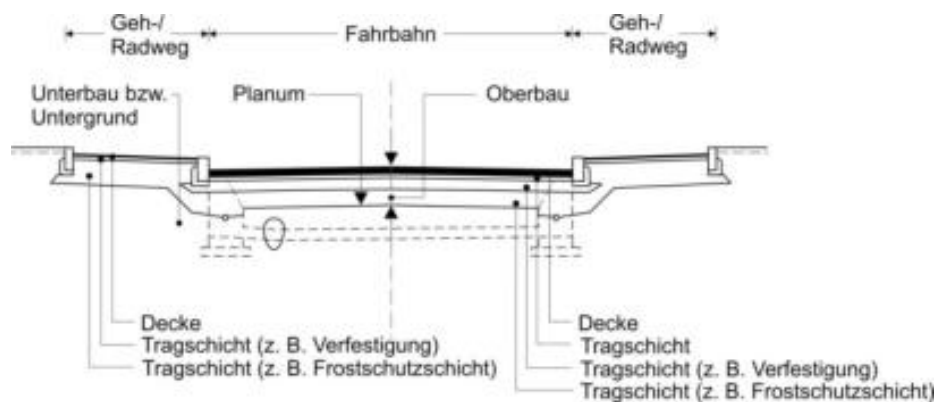


Bild 2 Beispielhafter Aufbau einer Befestigung in geschlossener Ortslage mit teilweise wasserundurchlässigen Randbereichen sowie mit Entwässerungseinrichtungen

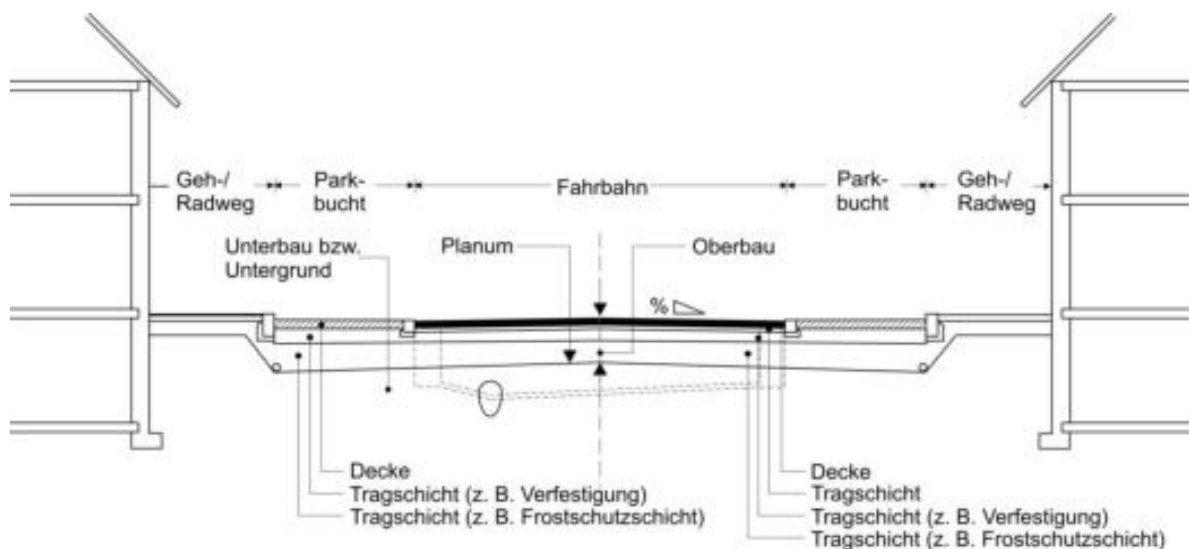


Bild 3 Beispielhafter Aufbau einer Befestigung in geschlossener Ortslage mit wasserundurchlässigen Randbereichen und geschlossener seitlicher Bebauung sowie mit Entwässerungseinrichtungen

2.1.2 Erneuerung

Als Erneuerung werden Maßnahmen zur Verbesserung der Substanz unter vollständiger Wiederherstellung des Gebrauchswertes einer vorhandenen Verkehrsflächenbefestigung bezeichnet. Die Erneuerung kann durch vollständigen oder teilweisen Ersatz des vorhandenen Oberbaues, gegebenenfalls bei gleichzeitiger Anpassung an geänderte Belastungsbedingungen, oder durch Einbau von einer oder mehreren Schichten auf die vorhandene Verkehrsflächenbefestigung 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) [Fz/24h]	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke der Fahrzeugarten des Schwerverkehrs.
DTA ^(SV) [Aü/24h]	Durchschnittliche Anzahl der täglichen Achsübergänge (Aü) des Schwerverkehrs.

2.1.4 Beanspruchung aus Verkehr

Äquivalente 10 t-Achsübergänge	Beanspruchung 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 Verkehrsbeanspruchung zu erwarten sind. Die Gewichtung erfolgt durch die Berücksichtigung von Fahrstreifen-, Fahrstreifenbreiten- und Steigungsfaktoren.

2.2 Kriterien für die Dickenfestlegung des Straßenaufbaues

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

2.3 Entwässerung

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

Die vorzusehenden Entwässerungseinrichtungen zur Ableitung des Oberflächenwassers und zur Entwässerung von Böschungen, Untergrund, Unterbau und Frostschutzschicht sind in den RAS-Ew beschrieben. Weitere Regelungen zu Entwässerungsmaßnahmen sind in den ZTV Ew-StB enthalten. In Wasserschutzgebieten sind zusätzlich die Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wassergewinnungsgebieten (RiStWag) zu beachten.

In Bereichen von Wannen, für Bauweisen mit vollgebundenem Oberbau sowie für Erneuerungs- und Verbreiterungsmaßnahmen können darüber hinausgehende Entwässerungseinrichtungen notwendig werden.

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

2.4 Wahl der Bauweisen

2.4.1 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 Bauklasse können die prognostizierte Verkehrsbelastung im Oberbau so aufnehmen, dass die Gebrauchstauglichkeit mit wirtschaftlichen Maßnahmen erhalten werden kann. Bei einigen Bauweisen wurden aus bautechnischen Gründen größere Dicken als aus Gründen des Tragverhaltens erforderlich festgelegt.

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

Die Bauweisen für Rad- und Gehwege (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
- Verwendung von industriell hergestellten Gesteinskörnungen und Recycling-Baustoffen
- Nutzungsbedingte Besonderheiten
- Erhaltungsstrategien.

2.4.2 Erneuerung

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

- eine Erneuerung erforderlich wird und/oder
- die Befestigungsdicke an die gestiegenen Verkehrsbeanspruchungen 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).

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 Bauklassen und Verkehrsbelastung

Fahrbahnen, Busverkehrsflächen, Verkehrsflächen von Neben- und Rastanlagen, Stellflächen sowie Seiten-, Verzögerungs- und Beschleunigungsstreifen werden entsprechend der Beanspruchung aus Verkehr den Bauklassen Bk_{0,3} bis Bk₁₀₀ zugeordnet.

2.5.1 Fahrbahnen

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

Tabelle 1 Dimensionierungsrelevante Beanspruchung und zugeordnete Bauklasse (siehe auch Anhang 1)

Dimensionierungsrelevante Beanspruchung B Äquivalente 10 t-Achsübergänge in Mio.				Bauklasse
über	32 ¹⁾			Bk ₁₀₀
über	10	bis	32	Bk ₃₂
über	3,2	bis	10	Bk ₁₀
über	1,8	bis	3,2	Bk _{3,2}
über	1,0	bis	1,8	Bk _{1,8}
über	0,3	bis	1,0	Bk _{1,0}
		bis	0,3	Bk _{0,3}

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

Die dimensionierungsrelevante Beanspruchung B kann auf der Grundlage des DTV^(SV) unter Zuhilfenahme von straßenklassenspezifischen Lastkollektivquotienten oder anhand detaillierter Achslastdaten ermittelt werden (siehe Anhang 1). Sie wird berechnet für den Fahrstreifen mit der höchsten Verkehrsbelastung durch Schwerverkehr unter Berücksichtigung der zukünftigen

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

Gegebenenfalls ist statt der Breite des Fahrstreifens die zu erwartende Spurtreue des Verkehrs zu berücksichtigen.

Anhang 2 enthält Beispiele für die Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B.

Die Berechnungen sind auch geeignet, bisherige Beanspruchungen einer Straße zu ermitteln.

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

Lässt sich für Verkehrsflächen in der geschlossenen Ortslage die dimensionierungsrelevante Beanspruchung B nicht ermitteln, so können die Bauklassen den typischen Entwurfssituationen nach den RAST gemäß Tabelle 2 zugeordnet werden. Die Auswahl der Bauklasse muss sich an der zu erwartenden Schwerverkehrsbelastung orientieren.

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

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

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

Tabelle 2 Mögliche Bauklassen für die typischen Entwurfssituationen nach den RAST

Typische Entwurfssituation	Straßenkategorie	Bauklasse
Anbaufreie Straße	VS II, VS III	Bk ₁₀ bis Bk ₁₀₀
Verbindungsstraße	HS III, HS IV	Bk _{3,2} / Bk ₁₀
Industriestraße	HS IV, ES IV, ES V	Bk _{3,2} bis Bk ₁₀₀
Gewerbestraße	HS IV, ES IV, ES V	Bk _{1,8} bis Bk ₁₀₀
Hauptgeschäftsstraße	HS IV, ES IV	Bk _{1,8} bis Bk ₁₀
Örtliche Geschäftsstraße	HS IV, ES IV	Bk _{1,8} bis Bk ₁₀
Örtliche Einfahrtsstraße	HS III, HS IV	Bk _{3,2} / Bk ₁₀
Dörfliche Hauptstraße	HS IV, ES IV	Bk _{1,0} bis Bk _{3,2}
Quartiersstraße	HS IV, ES IV	Bk _{1,0} bis Bk _{3,2}
Sammelstraße	ES IV	Bk _{1,0} bis Bk _{3,2}
Wohnstraße	ES V	Bk _{0,3} / Bk _{1,0}
Wohnweg	ES V	Bk _{0,3}

2.5.2 Busverkehrsflächen

Busverkehrsflächen können auf Grund ihrer Verkehrsbelastung den Bauklassen gemäß Tabelle 3 zugeordnet werden. Wird eine Ermittlung der Bauklasse gemäß Abschnitt 2.5.1 durchgeführt, ist die verkehrsflächenspezifische Abweichung von Spurbreitenfaktor f_2 (Spurtreue), Achszahlfaktor f_A und Lastkollektivquotient q_{Bm} zu beachten.

Tabelle 3 Belastung von Busverkehrsflächen und zugeordnete Bauklasse

Verkehrsbelastung	Bauklasse
über 1400 Busse / Tag	Bk ₁₀₀
über 425 Busse / Tag bis 1400 Busse / Tag	Bk ₃₂
über 130 Busse / Tag bis 425 Busse / Tag	Bk ₁₀
über 65 Busse / Tag bis 130 Busse / Tag	Bk _{3,2}
bis 65 Busse / Tag	Bk _{1,8}

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

2.5.3 Neben- und Rastanlagen

Den Verkehrsflächen in Neben- und Rastanlagen – außer Abstellflächen – können die Bauklassen gemäß Tabelle 4 zugeordnet werden, sofern keine Ermittlung der Bauklasse gemäß Abschnitt 2.5.1 erfolgt. Abstellflächen sind gemäß Tabelle 5 zuzuordnen.

Tabelle 4 Verkehrsfläche in Neben- und Rastanlagen und zugeordnete Bauklasse

Verkehrsart	Bauklasse
Schwerverkehr	Bk _{3,2}
Pkw-Verkehr einschließlich geringem Schwerverkehrsanteil	Bk _{0,3} bis Bk _{1,8}

2.5.4 Abstellflächen

Den Abstellflächen können die Bauklassen gemäß Tabelle 5 zugeordnet werden.

Tabelle 5 Abstellfläche und zugeordnete Bauklasse

Verkehrsart	Bauklasse
Schwerverkehr	Bk _{3,2}
Nicht ständig von Schwerverkehr genutzte Flächen	Bk _{1,0} / Bk _{1,8}
Pkw-Verkehr (Befahren durch Fahrzeuge des Unterhaltungsdienstes möglich)	Bk _{0,3}

2.5.5 Weitere Verkehrsflächen

Verzögerungs- und Beschleunigungsstreifen 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 Bauklasse $Bk_{3,2}$, sofern nicht eine höhere dimensionierungsrelevante Beanspruchung nachgewiesen wird.

Mittelstreifenüberfahrten erhalten eine Bauweise nach Bauklasse $Bk_{3,2}$, sofern sie nicht beanspruchungsgerecht dimensioniert werden.

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

2.6 Besondere Beanspruchungen

Verkehrsflächen können besonderen Beanspruchungen durch Schwerverkehr unterliegen, z B.

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

Verkehrsflächen der Bauklassen $Bk_{3,2}$ bis Bk_{100} unterliegen immer besonderen Beanspruchungen.

Der Einfluss von spurfahrendem Verkehr und von Verkehr auf Steigungsstrecken auf die Dicke des Oberbaues ist durch die Faktoren f_2 und f_3 berücksichtigt (siehe Anhang 1).

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 Oberbaues Rechnung getragen werden muss (siehe ZTV Asphalt/ZTV Pflaster).

3 Neubau von Fahrbahnen

3.1 Untergrund und Unterbau

Anforderungen an den Untergrund bzw. Unterbau sind in den ZTV E-StB enthalten.

3.1.1 F2- und F3-Böden

Die in Tafel 1 bis Tafel 4 ausgewiesenen Schichtdicken setzen auf dem Planum einen Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ voraus.

Bei Bauweisen mit vollgebundenem Oberbau ist bei Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3, bei ungünstigen Wasserverhältnissen auch bei Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F2, eine Bodenverfestigung des Untergrundes bzw. Unterbaues in einer Mindestdicke von 15 cm vorzusehen, die nicht anrechenbar ist.

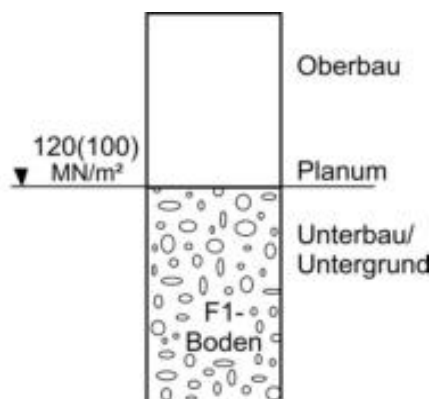
3.1.2 F1-Böden

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 in den unter dem Planum verbleibenden oberen 35 cm zusätzlich zu den Anforderungen der ZTV SoB-StB an Frostschuttschichten die Anforderung bezüglich des Verdichtungsgrades erfüllen.

Wird auf dem F1-Boden ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ (Bauklassen $Bk_{1,0}$ bis Bk_{100}) bzw. $E_{v2} = 100 \text{ MN/m}^2$ (Bauklasse $Bk_{0,3}$) erreicht, kann der Oberbau gemäß dem Aufbau ab Oberkante Frostschuttschicht angeordnet werden (Bild 4).

Erfüllt der F1-Boden diese Anforderungen an den Verformungsmodul nicht, ist eine Verfestigung nach ZTV Beton-StB (Bild 5) vorzusehen oder alternativ der F1-Boden mechanisch zu verbessern oder die Dicke der darüberliegenden Tragschicht nach Tabelle 8 zu erhöhen. Die Schotter- oder Kiestragschicht der Bauweisen gemäß Tafel 1, Zeile 5, Tafel 2, Zeile 3 und Tafel 3, Zeile 3 kann unmittelbar auf dem F1-Boden angeordnet werden.



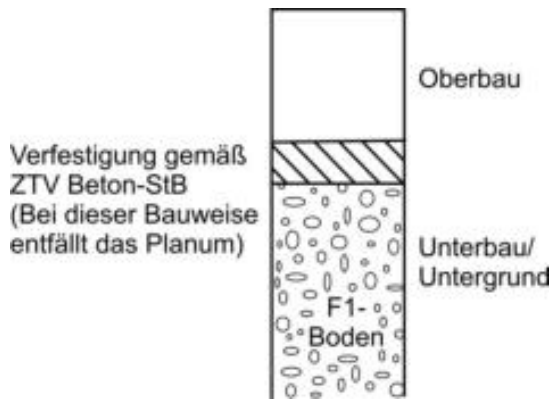
Wahl und Dicke der restlichen Schichten des Oberbaues wie ab Oberkante Frostschuttschicht nach:

Tafel 1, Zeilen 1, 2.1, 3 und 4

Tafel 2, Zeilen 1.1, 2 und 4

Tafel 3, Zeilen 1, 2 und 4 bis 7

Bild 4 Bauweisen auf F1-Böden mit einem Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ (bei Bauklasse $Bk_{0,3}$ von $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$)



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 Oberbaues

3.2.1 Allgemeines

Die Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues 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 Straßenaufbaues vorliegen, kann diese Dicke unter Berücksichtigung

- der Frostempfindlichkeit des Untergrundes/Unterbaues gemäß Abschnitt 3.2.2 für die jeweilige Bauklasse
- der nach 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. Unterbaues ist bis zu einer Dicke von maximal 20 cm auf die Dicke des frostsicheren Oberbaues anrechenbar.

Die Ausführung einer qualifizierten Bodenverbesserung von ≥ 25 cm wird durch die Einstufung des frostempfindlichen Untergrundes bzw. Unterbaues in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 berücksichtigt.

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

Das Verfahren zur Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues gilt nicht für

- vollgebundenen Oberbau
- Verkehrsflächen, die während des Frostaufganges auf ein bestimmtes zulässiges Gesamtgewicht der Fahrzeuge beschränkt werden.

3.2.2 Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke

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

Für Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F2 und F3 gemäß den ZTV E-StB gelten in Abhängigkeit von der Bauklasse und damit von der Verkehrsbelastung und der Nutzungsdauer die Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues nach Tabelle 6.

Tabelle 6 Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues

Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke in cm bei Bauklasse		
	Bk ₁₀ / Bk ₃₂ / Bk ₁₀₀	Bk _{1,0} / Bk _{1,8} / Bk _{3,2}	Bk _{0,3}
F2	55	50	40
F3	65	60	50

3.2.3 Mehr- oder Minderdicken

Frosteinwirkung, Lage der Gradiente und der Trasse, Wasserverhältnisse sowie Ausführung der Randbereiche sind zusätzlich bei der Festlegung der Gesamtdicke des frostsicheren Straßenaufbaues zu berücksichtigen. Die Mehr- oder Minderdicke zur Bestimmung dieser Gesamtdicke aus den Einzelwerten für die verschiedenen Kriterien wird gemäß Tabelle 7 wie folgt bestimmt:

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

In Bild 6 sind die Frosteinwirkungszonen I, II und III dargestellt; die Grenzen zwischen den Zonen bilden dabei nur einen groben Anhalt. Die eingetragenen geografischen Merkmale (Flüsse, Gebirge, Städte) erleichtern die Zuordnung einer Baumaßnahme zu einer Region mit deren jeweiliger Frosteinwirkungszone. Örtliche Besonderheiten – z. B. wie tief eingeschnittene Täler, schmale Höhenzüge – können der Karte nicht entnommen werden. Solche topografischen Gegebenheiten sind bei der Bemessung der Dicke des frostsicheren Oberbaues je nach Lage einer Straße im Einzelfall zu berücksichtigen.

Die Tiefe der Frosteinwirkung 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 ausschließlich in besonders gelagerten Fällen als sinnvoll zu betrachten sind, sollten bei der Bemessung eines Straßenoberbaues langjährige Erfahrungen und sonstige örtliche Kenntnisse in die Beurteilung der Frosteinwirkung im jeweiligen Einzelfall einbezogen werden.

Tabelle 7 Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse

Örtliche Verhältnisse		A	B	C	D	E
Frost- einwirkung	Zone I	± 0 cm				
	Zone II	+ 5 cm				
	Zone III	+ 15 cm				
Kleinräumige Klimaunter- schiede	ungünstige Klimaeinflüsse z.B. durch Nordhang oder in Kammlagen von Gebirgen		+5 cm			
	keine besonderen Klimaeinflüsse		± 0 cm			
	günstige Klimaeinflüsse bei ge- schlossener seitlicher Bebauung entlang der Straße		-5 cm			
Wasserver- hältnisse im Untergrund	kein Grund- und Schichtenwas- ser 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 Randbe- reiche	Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschun- gen					± 0 cm
	Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen					- 5 cm

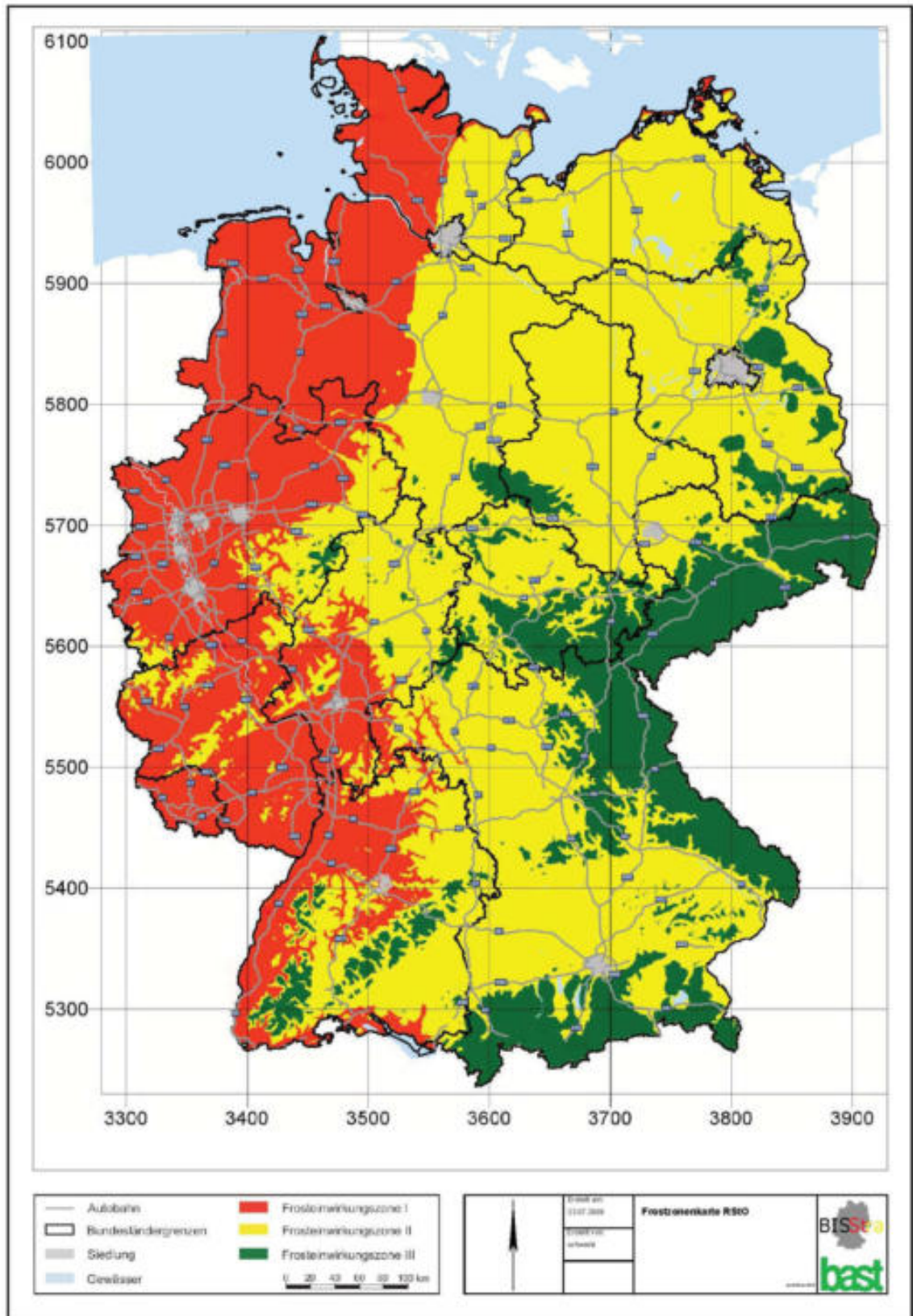


Bild 6 Frosteinwirkungszonen

Die Karte ist detailliert auf der Homepage der Bundesanstalt für Straßenwesen (www.bast.de) 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 Bauklassen dargestellt. Für F1-Böden gilt Abschnitt 3.1.2.

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



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

Den Dicken der Tragschichten ohne Bindemittel liegen die in den Tafeln angegebenen Mindestwerte für die Verformungsmoduln unter Berücksichtigung der Tabelle 8 zugrunde. Ergibt sich eine geringere Dicke des frostsicheren Oberbaues, so ist zu prüfen, ob mit der gewählten Bauweise die Anforderungen der ZTV SoB-StB an den Verformungsmodul erfüllt werden können.

Wird auf dem Planum ein E_{v2} -Wert von $\geq 80 \text{ MN/m}^2$ erreicht, können die Dicken der Tragschichten ohne Bindemittel gemäß Tabelle 8 festgelegt werden. Dies gilt nicht für Schotter- oder Kiestragschichten nach Tafel 1, Zeile 5, und Tafel 3, Zeile 3, für Schottertragschichten nach Tafel 2, Zeile 3, sowie für Schichten aus frostunempfindlichem Material.

Tabelle 8 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 Tragschichtart (Dickenangaben in cm)

E_{v2} -Wert [MN/m ²] auf Oberfläche SoB		80	100	120	150	100	120	150	120	150	180	150	180
		Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ
		↑				↑			↑			↑	
Art des Tragschichtmaterials	Schottertragschicht [cm]	15*	15*	25	35**	-	20	25	15*	20	30	15*	20
	Kiestragschicht [cm]	15*	15*	30	50**	-	25	35	20	30	X	20	X
	Frostschuttschicht [cm] überwiegend gebrochen	15*	20	30	X	15*	25	X	X	X	X	X	X
	Frostschuttschicht [cm] überwiegend ungebrochen	20	25	35	X	-	-	X	X	X	X	X	X
		↑				↑			↑			↑	
E_{v2} -Wert [MN/m ²]		45				80			100			120	
Unterlage		Planum						Frostschuttschicht					

-  nicht mögliche Kombination
 nicht gebräuchliche Kombination

- 15* technologische Mindestdicke mit 0/32
 ** bei örtlicher Bewehrung auch geringere Dicke möglich

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

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 (DBT).

Auf Maßnahmen zur gezielten Rissbildung gemäß ZTV Beton-StB ist zu achten.

Asphalttragschichten

Asphalttragschichten unter Pflasterdecken müssen wasserdurchlässig ausgebildet werden (WDA).

3.3.3 Asphaltdecken

Anforderungen an Schichten der Asphaltdecke und an die in den Bauklassen Bk₁₀₀ bis Bk_{3,2} erforderlichen Asphaltbinderschichten sind in den ZTV Asphalt-StB enthalten.

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

In Bauklasse Bk_{0,3} kann bis zu einer dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B von 0,1 Mio. auf einer Tragschicht ohne Bindemittel (FSS, KTS, STS) auch eine 10 cm dicke Asphalttragdeckschicht angewendet werden. Anstelle einer Asphalttragdeckschicht kann auch eine mindestens 8 cm dicke Asphalttragschicht mit einer Asphaltdeckschicht gemäß ZTV Asphalt-StB, gewählt werden.

3.3.4 Betondecken

Die Anforderungen an Betondecken und an Vliesstoff sind in den TL Beton-StB bzw. den ZTV Beton-StB enthalten.

Bei den Bauweisen der Tafel 2 und Tafel 4 wird von einer Verdübelung der Querfugen und einer Verankerung der Längsfugen ausgegangen.

Abweichend von 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 Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel anstelle des Vliesstoffes eine Asphaltzwichenschicht

(AZSuB) gewählt werden. Dabei ist die Betondecke um 1 cm zu reduzieren. Die Dicke der AZSuB kann auf die Dicke der Frostschuttschicht oder der Schicht aus frostunempfindlichem Material angerechnet werden.

Bei Verwendung der in Tafel 2 abgedruckten Deckendicken sind die zugrunde gelegten Plattengeometrien zu berücksichtigen:

- Plattenbreite im Hauptfahrstreifen 4,0 bis 4,5m
 - Bauklassen Bk_{3,2} bis Bk₁₀₀ Typische Plattenlänge 5,0 m
 - Bauklassen Bk_{0,3} bis Bk_{1,8} Typische Plattenlänge 4,0 m bis 4,5 m
- Plattenbreite im Hauptfahrstreifen 3,0 bis 4,0m
 - Alle Bauklassen Typische Plattenlänge 4,0 m

Maßgebend sind die Festlegungen der ZTV Beton-StB.

Bei Anwendung einer Bauweise nach Tafel 2, Zeile 3 wird empfohlen, die Anforderung an den E_{V2} -Wert auf der Oberfläche der 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 Tafel 3 sind Pflasterbauweisen mit ihren Regeldicken dargestellt. Es kann auch Pflaster mit größerer Dicke verwendet werden. Die Regelungen zur Bettungsdicke und zur Dicke von Pflasterdecken mit Naturstein sind in diesen Fällen den ZTV Pflaster-StB zu entnehmen.

Auf eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit aller Tragschichten ist zu achten. Bei guter örtlicher Bewährung ist in der Bauklasse Bk_{3,2} ein Verformungsmodul E_{V2} auf der ungebundenen Tragschicht von 150 MN/m² ausreichend.

Kleinere Pflasterdicken, jedoch nicht unter 6,0 cm, können verwendet werden unter der Voraussetzung, dass ausreichende Erfahrungen mit bewährten regionalen Bauweisen vorliegen. Die Mehr- oder Minderdicke – auch bei abweichender Dicke der Bettung – ist im Aufbau 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 können Abweichungen von den Regelungen der Abschnitte 3.1 bis 3.3.5 erforderlich werden.

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 Straßenbaues 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, Schiebern, Schächten, Abläufen

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

Je nach örtlichen Gegebenheiten sind neben der Wahl standfester Asphaltsschichten 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 Fahrbahnbefestigung vorzusehen, dessen erste Baustufe den zu erwartenden Baustellenverkehr aufnehmen muss. Dafür sind in der Regel Bauweisen zu wählen, die Tragschichten mit Bindemittel aufweisen. Soll nach weitgehender Fertigstellung der angrenzenden Bebauung der vollständige Aufbau hergestellt werden, ist der Zustand der verbleibenden Teilbefestigung gemäß Abschnitt 4 zu berücksichtigen (Beispiel 8). Ist kein stufenweiser Aufbau der Fahrbahnbefestigung vorgesehen, ist bei der Ermittlung der Bauklasse der Baustellenverkehr zu berücksichtigen.

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

(Dickenangaben in cm; ∇ E_{T0} -Mindestwerte in MN/m²)

Zeile	Bauklasse	Bk ₁₀₀	Bk ₈₀	Bk ₆₀	Bk ₄₀	Bk ₂₀	Bk ₁₀	Bk ₅																					
		B [Mio]	> 32	> 10 - 32	> 3,2 - 10	> 1,8 - 3,2	> 1,0 - 1,8	> 0,3 - 1,0	≤ 0,3																				
Dicke des frostsch. Oberbaus ¹⁾		55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85	45	55	65	75	45	55	65	75	35	45	55	65	35	45	55	65
1	Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht																												
	Asphaltdecke	12																											
	Asphalttragschicht																												
	Frostschuttschicht	45																											
Dicke der Frostschuttschicht		-	31 ²⁾	41	51	25 ³⁾	35	45	55	29 ⁴⁾	39	49	59	-	33 ⁵⁾	43	53	25 ⁶⁾	35	45	55	17 ⁷⁾	27	37	47	21	31	41	51
2.1	Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel auf Frostschuttschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material																												
	Asphaltdecke	12																											
	Asphalttragschicht																												
	Frostschuttschicht	45																											
Dicke der Frostschuttschicht		-	-	34 ²⁾	44	-	28 ³⁾	38	48	-	30 ⁴⁾	40	50	-	31 ⁵⁾	41	51	25 ⁶⁾	35	45	55	27 ⁷⁾	37	47	57	21	31	41	51
2.2	Asphaltdecke	12																											
	Asphalttragschicht																												
	Verfestigung																												
	Schicht aus frostunempfindlichem Material -weil- oder internitierend gestuft gemäß DIN 18196-																												
Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material		10 ¹⁾	20 ²⁾	30	40	14 ³⁾	24	34	44	18 ⁴⁾	28	38	48	10 ⁵⁾	20	30	40	14 ⁶⁾	24	34	44	6 ⁷⁾	16 ⁸⁾	26	36	6 ⁹⁾	16 ¹⁰⁾	26	36
2.3	Asphaltdecke	12																											
	Asphalttragschicht																												
	Verfestigung																												
	Schicht aus frostunempfindlichem Material -eingestuft gemäß DIN 18196-																												
Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material		5 ¹⁾	15 ²⁾	25	35	9 ³⁾	19 ⁴⁾	29	39	13 ⁵⁾	23	33	43	5 ⁶⁾	15 ⁷⁾	25	35	14 ⁸⁾	24	34	44	6 ⁹⁾	16 ¹⁰⁾	26	36	6 ¹¹⁾	16 ¹²⁾	26	36
3	Asphalttragschicht und Schottertragschicht auf Frostschuttschicht																												
	Asphaltdecke	12																											
	Asphalttragschicht																												
	Frostschuttschicht	45																											
Dicke der Frostschuttschicht		-	-	30 ²⁾	40	-	-	34 ³⁾	44	-	28 ⁴⁾	38	48	-	-	30 ⁵⁾	40	-	24 ⁶⁾	34	44	-	26 ⁷⁾	36	46	-	18 ⁸⁾	28	38
4	Asphalttragschicht und Kiestragschicht auf Frostschuttschicht																												
	Asphaltdecke	12																											
	Asphalttragschicht																												
	Frostschuttschicht	45																											
Dicke der Frostschuttschicht		-	-	25 ²⁾	35	-	-	29 ³⁾	39	-	33 ⁴⁾	43	-	-	25 ⁵⁾	35	-	-	29 ⁶⁾	39	-	-	31 ⁷⁾	41	-	-	23 ⁸⁾	33	
5	Asphalttragschicht und Schotter- oder Kiestragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material																												
	Asphaltdecke	12																											
	Asphalttragschicht																												
	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																											

1) Bei abweichenden Werten sind die Dicken der Frostschuttschicht bzw. des frostunempfindlichen Materials durch Differenzbildung zu bestimmen, siehe auch Tabelle 8.
 2) Mit runderen 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 Bauklassen Bk₁₀ bis Bk₂₀ in 40 cm Dicke, in Bauklassen Bk₅ und Bk₁₀ in 30 cm Dicke.
 6) Tragschicht, siehe auch Abschnitt 3.3.3.
 7) alternativ: Abminderung der Asphalttragschicht um 2 cm bei 20 cm dicker Schottertragschicht und E_{T0} 180 MN/m² (in Bauklassen Bk₁₀ bis Bk₂₀) bzw. E_{T0} 150 MN/m².

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

(Dickenangaben in cm; ∇ E₁₀-Mindestwerte in MN/m²)

Zeile	Bauklasse	Bk ₃₆	Bk ₃₂	Bk ₂₈	Bk ₂₄	Bk ₂₀	Bk ₁₆	Bk ₁₂	Bk ₈																				
	B [Mio]	> 32	> 10 - 32	> 3,2 - 10	> 1,8 - 3,2	> 1,0 - 1,8	> 0,3 - 1,0	≤ 0,3																					
Dicke des frostsch. Oberbaues ¹⁾		55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85	45	55	65	75	45	55	65	75	35	45	55	65	35	45	55	65
1.1	Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel auf Frostschuttschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material																												
	Betondecke	27		26		25		24		23																			
	Vliesstoff ²⁾	15		15		15		15		15																			
	Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)	120		120		120		120		120																			
Frostschuttschicht		45		45		45		45		45																			
Dicke der Frostschuttschicht		33 ³⁾		24 ³⁾		25 ³⁾		26 ³⁾		27 ³⁾																			
1.2	Verfestigung Schicht aus frostunempfindlichem Material -weit- oder internierend gestuft gemäß DIN 18196-																												
	Betondecke	27		26		25		24		23																			
	Vliesstoff ²⁾	15		15		15		15		15																			
	Verfestigung	120		120		120		120		120																			
Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material		18 ³⁾		24 ³⁾		25 ³⁾		16 ³⁾		27 ³⁾																			
1.3	Verfestigung Schicht aus frostunempfindlichem Material -gestuft gemäß DIN 18196-																												
	Betondecke	27		26		25		24		23		20		20															
	Vliesstoff ²⁾	15		15		15		15		15		15		15															
	Verfestigung	120		120		120		120		120		120		120															
Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material		13 ³⁾		19 ³⁾		20 ³⁾		11 ³⁾		22 ³⁾		20 ³⁾		10 ³⁾															
2	Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht																												
	Betondecke	26		25		24		23		22																			
	Asphalttragschicht	120		120		120		120		120		8																	
	Frostschuttschicht	45		45		45		45		45		30																	
Dicke der Frostschuttschicht		29 ³⁾		30 ³⁾		31 ³⁾		32 ³⁾		25 ³⁾																			
3.1	Schottertragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material																												
	Betondecke	29		28		27		26		24																			
	Schottertragschicht	150		150		150		150		150																			
	Schicht aus frostunempfindlichem Material	45		45		45		45		45		49																	
Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material		Ab 12 cm aus frostunempfindlichem Material, geringere Restdicke ist mit dem darüber liegenden Material auszugleichen																											
3.2	Schottertragschicht auf Frostschuttschicht																												
	Betondecke	29		28		27		26		24																			
	Schottertragschicht	150		150		150		150		150																			
	Frostschuttschicht	45		45		45		45		45		44																	
Dicke der Frostschuttschicht		26 ³⁾		27 ³⁾		28 ³⁾		19 ³⁾		21 ³⁾																			
4	Frostschuttschicht																												
	Betondecke											21		21															
	Frostschuttschicht											45		45															
Dicke der Frostschuttschicht												24 ³⁾		34 ³⁾		44 ³⁾		54 ³⁾		14 ³⁾									

1) Bei abweichenden Verker sind die Dicken der Frostschuttschicht bzw. des frostunempfindlichen Materials durch Differenzbildung zu bestimmen, siehe auch Tabelle 6
 2) Mit rundkömigen 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) Anstelle des Vliesstoffes kann eine Asphalttragschicht gewählt werden

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

(Dickenangaben in cm; ∇ E_{ct} -Mindestwerte in MN/m²)

Zeile	Bauklasse	Bk ₃₀				Bk ₂₂				Bk ₁₅				Bk ₈				Bk ₃											
		B [Mio]				> 10 - 32				> 3,2 - 10				> 1,8 - 3,2				> 1,0 - 1,8				> 0,3 - 1,0				≤ 0,3			
Dicke des frostsich. Oberbaues ¹⁾		55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85	45	55	65	75	45	55	65	75	35	45	55	65	35	45	55	65
Schottertragschicht auf Frostschuttschicht																													
1	Pflasterdecke ¹⁾																												
	Schottertragschicht																												
	Frostschuttschicht																												
Dicke der Frostschuttschicht																													
Kiestragschicht auf Frostschuttschicht																													
2	Pflasterdecke ¹⁾																												
	Kiestragschicht																												
	Frostschuttschicht																												
Dicke der Frostschuttschicht																													
Schotter- oder Kiestragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material																													
3	Pflasterdecke ¹⁾																												
	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																											
Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht																													
4	Pflasterdecke ¹⁾																												
	Wasserdurchlässige Asphalttragschicht ²⁾																												
	Frostschuttschicht																												
Dicke der Frostschuttschicht																													
Asphalttragschicht und Schottertragschicht auf Frostschuttschicht																													
5	Pflasterdecke ¹⁾																												
	Wasserdurchlässige Asphalttragschicht ²⁾																												
	Schottertragschicht																												
	Frostschuttschicht																												
Dicke der Frostschuttschicht																													
Asphalttragschicht und Kiestragschicht auf Frostschuttschicht																													
6	Pflasterdecke ¹⁾																												
	Wasserdurchlässige Asphalttragschicht ²⁾																												
	Kiestragschicht																												
	Frostschuttschicht																												
Dicke der Frostschuttschicht																													
Dränbetontragschicht auf Frostschuttschicht																													
7	Pflasterdecke ¹⁾																												
	Dränbetontragschicht (DBT) ¹⁾																												
	Frostschuttschicht																												
Dicke der Frostschuttschicht																													

1) Bei abweichenden Werten sind die Dicken der Frostschuttschicht bzw. des frostunempfindlichen Materials durch Differenzbildung zu bestimmen, siehe auch Tabelle 5.
 2) Mit rundkörnigen Gesteinskörnungen nur bei örtlicher Bewehrung anwendbar.
 3) Nur mit getrockneten Gesteinskörnungen und bei örtlicher Bewehrung anwendbar.

9) Abweichende Stördicke siehe Abschnitt 3.3.5.
 10) Siehe ZTV Pflaster.
 11) Bei Kiestragschicht in Bauklassen Bk₁₅ und Bk₈ in 40 cm Dicke, in Bauklassen Bk₃₀ und Bk₂₂ in 30 cm Dicke.
 12) Mit $E_{ct} > 150$ MN/m² bei bewährten regionalen Bauweisen anwendbar.

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

.....angaben in cm; — E₁₀-Mindestwerte in MN/m²)

Erneuerungsklasse	Bauklasse	Bk ₁₀₀	Bk ₂₀	Bk ₁₀	Bk ₅	Bk ₃	Bk _{1,5}	Bk _{0,5}
	B [Mio]	> 10000	> 10000	> 10000	> 10000	> 10000	> 10000	> 10000
1	Asphaltoberbau							
	Asphalttragschicht auf Planum¹¹⁾							
	Asphaltdecke	12	12	12	10	10	8	4
	Asphalttragschicht	34	30	26	28	24	22	22
		Σ 46	Σ 42	Σ 38	Σ 36	Σ 34	Σ 30	Σ 26
2	Betonoberbau und Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel auf Planum¹²⁾							
	Betondecke	27	25	24				
	Vliesstoff ¹¹⁾							
	Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel	25	25	23				
		Σ 52	Σ 50	Σ 47				

11) Anstelle des Vliesstoffes kann eine Asphaltzweischicht gewählt werden
 12) ggf. 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/Unterbaues, und ihre Eignung für die vorgesehene Funktion
- Zustand der Entwässerungseinrichtungen.

4.1.1 Verkehrsbelastung und Alter

Zur Abschätzung der ertragenen Belastung ist die bisherige dimensionierungsrelevante Beanspruchung (siehe Anhang 2, Beispiel 2) zu ermitteln. Des Weiteren ist das Alter der Schichten des Oberbaus zu ermitteln.

4.1.2 Ermittlung des Oberflächenzustandes und Feststellen von Schäden

Zur Bewertung der Schäden wie Gefügestörungen, Einzelrisse und Netzrisse ist eine systematische visuelle Erfassung des Oberflächenbildes mittels Streckenbegehung durchzuführen. Darüber hinaus sind vorhandene Zustandserfassungen und -bewertungen (ZEB) auszuwerten. In die Bewertung einzubeziehen sind dabei nur solche Zustandsmerkmale, die den Zustandswert von 4,5 (Schwellenwert) bis zur Maßnahmenrealisierung erreichen oder überschreiten werden. Bereits beim Erreichen eines Zustandswertes von 3,5 (Warnwert) sollte eine Analyse der Ursachen für das jeweils angetroffene Oberflächenmerkmal erfolgen. Liegt keine Zustandserfassung vor, sollte in Abhängigkeit von der Objektgröße und der Verkehrsbedeutung der Straße eine messtechnische Zustandserfassung erfolgen.

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

- Längsunebenheit (nicht infolge von Setzungen des Untergrundes/Unterbaues oder im Hinterfüllungsbereich von Bauwerken)
- Bei Asphaltbauweise:
 - Häufung von Einzelrissen
 - Netzrisse
 - Verformungen infolge mangelhafter Tragfähigkeit
 - Flickstellen.
- Bei Betonbauweise:
 - Einzelrisse (längs, quer und schräg)
 - Netzrisse (infolge chemischer Reaktionen)
 - Plattenversatz, Plattenbewegung vertikal.

Bei einer Erneuerung in Asphaltbauweise sind die Zustandsmerkmale maßgebend für die Zuordnung zu einer Erneuerungsklasse.

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 zu den Erneuerungsklassen und 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/Unterbaues zu ermitteln. Insbesondere sind festzustellen:

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

Die Prüfung und Bewertung des Schichtenaufbaus erfolgt an Bohrkernen, die aus den homogenen Abschnitten entnommen werden.

Es empfiehlt sich in den Bauklassen Bk₁₀ bis Bk₁₀₀ die Materialeigenschaften nach den AL Sp-Asphalt bzw. AL Sp-Beton zu bestimmen. Die rechnerische Abschätzung der Nutzungsdauer basiert dann für Asphaltbauweisen auf den RDO-Asphalt, für Betonbauweisen auf den RDO-Beton.

4.1.5 Entwässerungseinrichtungen

Zur Ermittlung der Funktionsfähigkeit der vorhandenen Entwässerung sind entsprechende Untersuchungen, z. B. durch Erkundung der Leitungen durch Kamerabefahrung, 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 Oberbaues

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

Ergibt sich eine größere Dicke des frostsicheren Oberbaues, 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 gebundenen Schichten nach erfolgter Erneuerung der in Tafel 4 ausgewiesenen Dicke des vollgebundenen Oberbaues entspricht.

Frostschutzmaßnahmen sind ebenfalls nicht erforderlich, wenn vorhandenen Schäden nicht auf mangelnde Frostsicherheit zurückzuführen sind und die zukünftige Verkehrsbelastung höchstens in eine Bauklasse 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 (Beispiel siehe Anhang 2).

Eine Erneuerung kann nur erfolgen, wenn der verbleibende Teil der Unterlage ausreichend tragfähig und eben ist.

Bei der Pflasterbauweise muss zudem eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit gewährleistet sein. Besteht die Unterlage aus einer Tragschicht ohne Bindemittel, so ist die Filterstabilität zwischen den Baustoffgemischen für die Bettung und die Tragschicht 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 sollte die Erneuerung auf der vorhandenen Befestigung auf Grundlage einer fundierten Untersuchung und Bewertung der strukturellen Substanz kombiniert mit der Schichtdicken Ermittlung nach den RDO Asphalt erfolgen.

Alternativ kann in den Bauklassen Bk_{0,3} bis Bk_{3,2} den Zustandsmerkmalen, die einzeln oder in ihrer Kombination auf eine strukturelle Schädigung der vorhandenen Befestigung hinweisen, eine Erneuerungsklasse gemäß Tabelle 9 zugeordnet werden. Die zugehörigen Dicken der Erneuerungsschichten sind Tafel 5 zu entnehmen.

Des Weiteren sind die ZTV BEA-StB und auf vorhandener Betondecke die ZTV BEB-StB zu beachten.

Tabelle 9 Erneuerungsklassen in Abhängigkeit von den Zustandsmerkmalen der vorhandenen Befestigung bei einer Erneuerung in Asphaltbauweise

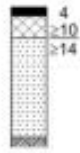
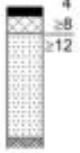
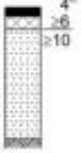

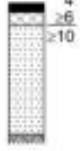
Erneuerungsklasse	Zustandsmerkmale	
	Vorhandene	
	Asphaltbefestigung	Betonbefestigung
E 1	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Netzrisse ◆ Häufung von Einzelrissen (auch Längsrisse neben den Rollspuren) ◆ Verformung infolge unzureichender Tragfähigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Einzelrisse (längs, quer und schräg) ◆ Netzrisse (infolge chemischer Reaktionen) ◆ Plattenversatz, Plattenbewegung vertikal
E 2	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Längsunebenheit ◆ Spurrinnen 	

Die Überbauung von wiederverwendbarem Natursteinpflaster sollte vermieden werden.

Tafel 5 Erneuerung in Asphaltbauweise auf vorhandener Befestigung

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

(Dickenangaben in cm)

Erneuerungsklasse	Bauklasse	Bk ₁₀₀	Bk ₃₂	Bk ₁₀	Bk _{3,2}	Bk _{1,8}	Bk _{0,3}	Bk _{0,3}
	B(Mio)	> 32	> 10 - 32	> 3,2 - 10	> 1,8 - 3,2	> 1,0 - 1,8	> 0,3 - 1,0	≤ 0,3
E1	Asphaltdecke Asphalttragschicht als Ausgleichsschicht vorhandene Befestigung							
	E2	Asphaltdecke Asphalttragschicht ¹⁾ als Ausgleichsschicht vorhandene Befestigung						

1) auch Tragdeckschicht möglich

12) Bei besonderer Beanspruchung kann eine Asphaltbinderschicht anstelle einer Asphalttragschicht vorgesehen werden

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 Abschnitt 2.2 und 2.3, einzuhalten. Dabei sind die Dicken der Betondecke nach Tafel 2 bzw. Tafel 4 nicht zu unterschreiten, falls nicht nach RDO Beton dimensioniert wird.

Erforderliche Ausgleichsschichten sind nach Abschnitt 4.4.4 der RDO Beton 09 auszuführen.

Des Weiteren sind die ZTV BEB-StB zu beachten.

4.6.4 Erneuerung in Pflasterbauweise

Eine Erneuerung in Pflasterbauweise auf der vorhandenen Befestigung ist in der Regel nicht wirtschaftlich.

5 Neubau und Erneuerung von sonstigen Verkehrsflächen

5.1 Busverkehrsflächen

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

Die erforderliche Dicke des frostsicheren Oberbaues ist entsprechend Abschnitt 3.2 zu ermitteln.

5.2 Rad- und Gehwege

In Tafel 6 sind die standardisierten Bauweisen für Rad- und Gehwege 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).

Weist ein F1-Boden einen E_{v2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf, kann die ToB gemäß Tafel 6, Zeile 2 unmittelbar auf dem F1-Boden angeordnet werden. Die Dicke ist nach Tabelle 8 festzulegen.

Für Böden der Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3 beträgt die Minstdicke des frostsicheren Oberbaues 30 cm. Mehrdicken gemäß Tabelle 7 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.

Neben den in Tafel 6 dargestellten Bauweisen können auch dünnere Befestigungen ausreichend sein, wenn die Nutzung mit Fahrzeugen des Schwerverkehrs durch bauliche Maßnahmen ausgeschlossen ist.

Werden Rad- und Gehwege am tiefer liegenden Rand der Straße angeordnet, so ist es insbesondere aus entwässerungstechnischen Gründen zweckmäßig, Planum und Frostschutzschicht der Fahrbahn unter der Rad- und Gehwegbefestigung hindurchzuführen.

Tafel 6 Bauweisen für Rad- und Gehwege auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau

(Dickenangaben in cm; Σ E_{v} -Mindestwerte in MN/m²)

Zeile	Bauweisen mit	Asphaltdecke		Betondecke		Pflasterdecke (Plattenbelag)		Ungebundene Deckschicht	
		30	40	30	40	30	40	30	40
Schicht aus frostunempfindlichem Material Decke Schicht aus frostunempfindlichem Material Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material									
1									
		20	30	18	28	19	29	26	36
Schotter- oder Kiestragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material Decke Schotter- oder Kiestragschicht Schicht aus frostunempfindlichem Material Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material									
2									
		-	15	-	13	-	13	-	11
ToB auf Planum Decke Schotter-, Kiestragschicht oder Frostschutzschicht Dicke der Schotter- oder Kiestragschicht									
3									
		20	30	18	28	18	28	26	36

6) Tragschicht, 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 Verteilung bzw. Versäuerung möglich

5.3 Neben- und Rastanlagen

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

Die erforderliche Dicke des frostsicheren Oberbaues ist entsprechend 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 Abstellfläche zu einer Bauklasse erfolgt nach Tabelle 5. Für Bauweisen und Schichtdicken gelten die Tafeln 1 bis 5 sowie Abschnitt 3.1 entsprechend.

Die erforderliche Dicke des frostsicheren Oberbaues ist entsprechend Abschnitt 3.2 zu ermitteln.

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