

Ersetzt:

Ausgabe: 202X-XX

VSS 40 733b:2019-03

Erhaltung von Fahrbahnen

Oberbauverstärkung von Fahrbahnen in bituminöser Bauweise anhand von Deflektionsmessungen

**Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.
Vernehmlassungsentwurf 02.12.2024: Frist bis 09.02.2024**

Für diese Norm ist die Normierungs- und Forschungskommission (NFK) 4.1 Bemessung, Erdbau, Oberbau des VSS zuständig.

Ref.-Nr.:
VSS 40 733:202X-XX de

Urheberrechte:
REGnorm, Nationales Register zur
Veröffentlichung von Normen,
Standards und weiterer Regulierungen

Anzahl Seiten:
16

Gültig ab:
202X-XX-XX

Herausgeber:
Schweizerischer Verband der
Strassen- und Verkehrsfachleute VSS

© REGnorm

Bearbeitung

VSS-Normierungs- und Forschungskommission
NFK 4.1 Bemessung, Erdbau, Oberbau

Liste der beteiligten Mitglieder

Arrigada Martin, Dübendorf, Bildung, Forschung und Labor
Bauer Pascal, Servion, Bildung, Forschung und Labor
Buchs Thierry, Lausanne, Behörden
Bühler Tony, Lausanne, Behörden
Devaud Raymond, Fribourg, Normenanwender
Horat Martin, Zürich, Behörden
Ould-Henia Mehdi, Ecublens, Bildung, Forschung und Labor
Schellenberg Urs, Zürich, Behörden
Traber Fabian, Bern, Behörden

Diese Norm wurde gemäss dem aktuellen Wissensstand
in den Bereichen der Sicherheit und der Nachhaltigkeit
erarbeitet.

Genehmigung

VSS-Fachkommission
FK 4 Bau- und Geotechnik

Publikation

Monat 202X

Haftungsausschluss

Für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden
Publikation entstehen können, wird keine Haftung
übernommen.

**Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.
Vernehmlassungsentwurf 02.12.2024: Frist bis 09.02.2024**

INHALTSVERZEICHNIS		Seite
A	Allgemeines	4
1	<i>Geltungsbereich</i>	4
2	<i>Gegenstand</i>	4
3	<i>Zweck</i>	4
B	Begriffe	5
4	<i>Erhaltungsmassnahme</i>	5
C	Vorgehen	5
5	<i>Grundsätzliches</i>	5
6	<i>Datenerhebung</i>	7
	6.1 <i>Allgemeine Daten</i>	7
	6.2 <i>Massgebende Verkehrslast</i>	7
7	<i>Zustandserfassung</i>	7
	7.1 <i>Deflektionsmessungen</i>	7
	7.2 <i>Visuelle Zustandserfassung</i>	8
	7.3 <i>Erfassung von ergänzenden Daten</i>	8
8	<i>Auswertung der Messungen (Deflektionsmessungen)</i>	8
9	<i>Wahl der Erhaltungsmassnahme</i>	8
10	<i>Erhaltungsmassnahmen bei unvertretbaren Frostschädenrisiken</i>	8
D	Berechnung der Verstärkung anhand der massgebenden Deflektion	8
11	<i>Messmethoden und Messgeräte</i>	8
12	<i>Allgemeines Vorgehen</i>	8
13	<i>Korrektur der Deflektionsmessungen in Funktion der klimatischen Bedingungen</i>	8
14	<i>Ausscheiden von Bereichen mit besonders schwacher Tragfähigkeit</i>	9
15	<i>Unterteilung in homogene Abschnitte</i>	9
16	<i>Massgebende Deflektion</i>	9
17	<i>Tragfähigkeitsbewertung der Oberbauschichten</i>	10
18	<i>Erneuerung im Hocheinbau</i>	10
	18.1 <i>Voraussetzung</i>	10
	18.2 <i>Dimensionierung der Verstärkung</i>	10
19	<i>Verstärkung durch teilweise Erneuerung</i>	10
	19.1 <i>Grundsätzliches</i>	10
	19.2 <i>Dimensionierung der teilweisen Oberbauerneuerung</i>	11
E	Ermittlung der Verstärkung durch Rückrechnung	11
20	<i>Allgemeines</i>	11
21	<i>Messmethoden</i>	11
22	<i>Grundlage der Rückrechnung</i>	11
23	<i>Ergebnisse</i>	11
24	<i>Begrenzungen</i>	11
F	Konzeption und konstruktive Massnahmen	12
25	<i>Konzeption</i>	12
26	<i>Örtliche Massnahmen zur Verbesserung der Tragfähigkeit</i>	12
27	<i>Entwässerung</i>	12
28	<i>Vorbereiten der Unterlage</i>	12
29	<i>Anpassungen</i>	13
30	<i>Mischgut, Einbau und Verdichtung</i>	13
G	Literaturverzeichnis	16

Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.
Vermessungsentwurf 02.2.2024: Frist bis 09.02.2024

A Allgemeines

1 Geltungsbereich

Diese Norm ist auf Fahrbahnen mit Asphaltsschichten anwendbar.

2 Gegenstand

Die Norm legt das Vorgehen bei der Projektierung und der Dimensionierung von Oberbauverstärkungen in bituminöser Bauweise anhand von Deflektionsmessungen mittels Benkelman-Balken gemäss VSS 70 362 «Eigenschaften der Fahrbahnoberflächen; Deflexionsmessungen – Benkelman-Balken» [11], dem Deflektographen Lacroix [14] oder dem Falling Weight Deflectometer (FWD) und Heavy Weight Deflectometer (HWD) gemäss VSS 40 330 «Eigenschaften der Fahrbahnoberflächen; Messverfahren der Tragfähigkeit – Deflexionsmessungen» [3] fest.

Diese verschiedenen Messgeräte und ihre Messungen sind in der VSS 40 330 [3] beschrieben.

Andere Messgeräte wie Curvi metre, Traffic Speed Deflectometer (TSD), Rolling Weight Deflectometer (RWD) oder RAPTOR® (Rapid Pavement Tester®) werden in dieser Norm nicht behandelt. Sie werden momentan in der Schweiz nicht oder wenig eingesetzt.

Die Beziehungen zwischen den einzelnen Normen im Bereich Planung von Massnahmen zur Erhaltung von Fahrbahnen sind in Abbildung 1 dargestellt.



Abb. 1
Erhaltung von Fahrbahnen: Zusammenstellung der anwendbaren Normen

3 Zweck

Die Norm ermöglicht die Bestimmung der Verstärkungsdicke von Fahrbahnen in bituminöser Bauweise hauptsächlich basierend auf Deflektionsmessungen, täglicher äquivalenter Verkehrslast und erwarteten Nutzungsdauer.

B Begriffe**4 Erhaltungsmassnahme**

Ohne anderweitigen spezifischen Vermerk wird in dieser Norm der Begriff «Erhaltungsmassnahme» als einen strukturellen Erhalt der Fahrbahn auf Basis von Deflektionsmessungen (Teilerneuerung, Verstärkung) verstanden.

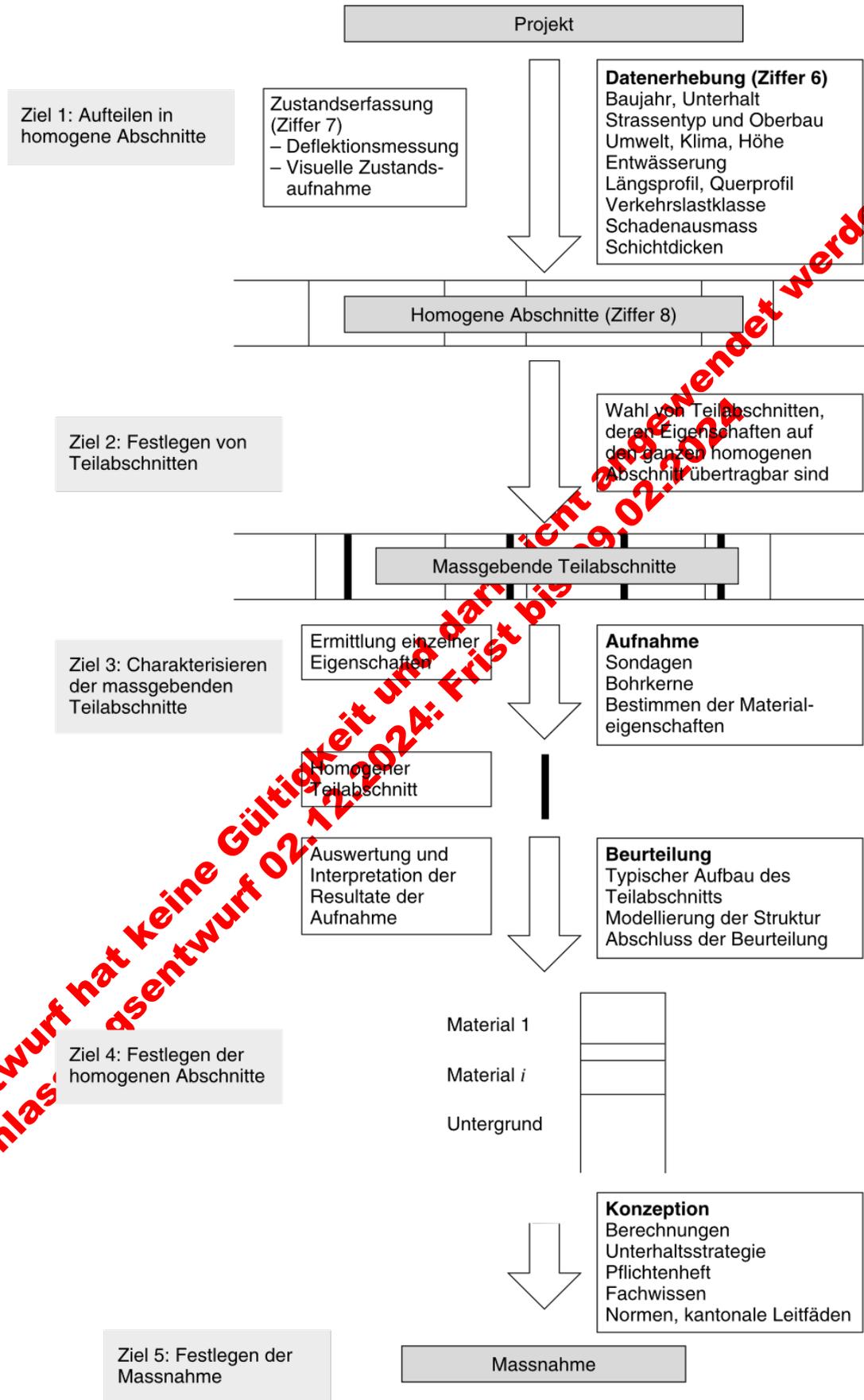
Die Oberbauverstärkung ist eine Massnahme zur Erhöhung der Tragfähigkeit eines bestehenden Strassenoberbaus. Man unterscheidet zwischen

- Verstärkung im Hocheinbau, bei welcher auf den bestehenden Oberbau eine oder mehrere Verstärkungsschichten eingebaut werden
- Verstärkung durch teilweise Oberbauerneuerung, bei welcher einzelne Schichten des vorhandenen Oberbaus entfernt und durch neue tragfähigere Schichten ersetzt werden

C Vorgehen**5 Grundsätzliches**

Das Vorgehen bei der Projektierung von Oberbauverstärkungen ist in Abbildung 2 schematisch dargestellt. Die Hauptphasen sind unter Ziffern 6 bis 9 detailliert erläutert. Die Frostdimensionierung wird in der VSS 70 140 «Frost» [10] behandelt.

**Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.
Vernehmlassungsentwurf 02.12.2024: Frist bis 09.02.2024**



Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.
Vernehmlassungsantwort 02.12.2024: Frist bis 19.02.2024

Abb. 2
Vorgehen zur Projektierung von Oberbauverstärkungen

6 Datenerhebung

6.1 Allgemeine Daten

Die allgemeinen Daten bestehen aus jenen Strassen- und Oberbaudaten, die das Langzeitverhalten der Strassen beeinflussen und aus jenen, die für die Wahl der Massnahmen und das Festlegen der Dimensionierungsparameter massgebend sind.

Es handelt vorrangig um die folgenden Daten, die auf den massgebenden Abschnitten gesammelt werden

- Strassentyp und -klasse, Lage und Geometrie
- Eigenschaften des Untergrunds und Unterbaus: Bodentragfähigkeit, Frostempfindlichkeit
- für die Dimensionierung vorausgesetzte tägliche äquivalente Verkehrslast TF (siehe Ziffer 6.2)
- Klimatische und örtliche Bedingungen: Höhenlage, Besonnung, Frosttiefe
- Fahrbahn Zustandserfassung

Die folgenden Daten können ebenfalls beigezogen werden

- Historische Entwicklung der Verkehrslast
- Längs- und Normalprofil
- Entwässerungssystem: Oberflächenentwässerung, Drainage
- Erstellungsjahr des Oberbaus und seither durchgeführte Erhaltungsmaßnahmen
- Grundwasserspiegel und -fliessrichtung

6.2 Massgebende Verkehrslast

Die massgebende Verkehrslast ist gemäss VSS 40 320 «Dimensionierung des Strassenaufbaus; Äquivalente Verkehrslast» [1] zu ermitteln.

Die Verstärkungsdicke kann anhand der gesamten äquivalenten Verkehrslast W oder der Verkehrslastklasse T_{120} gemäss VSS 40 324 «Dimensionierung des Strassenaufbaus; Unterbau und Oberbau» [2] bestimmt werden.

7 Zustandserfassung

Die angegebenen Grössen in dieser Norm sind Minimalwerte. Bei gewissen Projekten können aus bautechnischen oder Struktur- und Komfortgründen höhere Werte angenommen werden, sofern diese zumutbar sind und finanziell tragbar. Je nach Situation und Platzverhältnissen können Werte auch reduziert werden, was zu einer Reduktion der Struktur und des Komforts führen wird. Die mögliche Reduzierung der Minimalwerte ist anzugeben.

7.1 Deflektionsmessungen

Die Deflektionsmessungen sind gemäss VSS 40 330 [3] auszuführen.

Die empfohlenen Messgeräte sind unter Betrachtung ihrer Auswertungsmöglichkeiten in der Tabelle 1 aufgelistet.

Empfohlene Auswertungen für die in der Schweiz allgemein verwendete Geräte				
Auswertung	Parameter	FWD/HWD	Lacroix/Flash	Benkelman
Diagramm (Kapitel D)	Verstärkungsdicke gemäss dv	+	++	++
	Restlebensdauer	+	++	++
Rückrechnung (Kapitel E)	Steifigkeit der Schichten	++	+	0
	Verstärkungsdicke	++	+	0
	Restlebensdauer	++	+	0

++ Auswertung empfohlen

+ Auswertung möglich

0 Auswertung nicht empfohlen

Tab. 1

Empfohlene Auswertungen für die in der Schweiz allgemein verwendete Geräte

Die Anordnung der Messpunkte ist gemäss Empfehlung der VSS 40 330 [3] zu bestimmen.

7.2 Visuelle Zustandserfassung

Mit der visuellen Zustandserfassung werden Schwere und Ausmass der Fahrbahnschäden festgestellt. Sie ist gemäss VSS 40 925 «Erhaltungsmanagement der Fahrbahnen (EMF); Zustandserhebung und Index-bewertung» [9] auszuführen.

7.3 Erfassung von ergänzenden Daten

Die erforderlichen ergänzenden Daten werden anhand von Deflektionsmessungen definiert. Diese betreffen insbesondere die folgenden Elemente

- Oberbau: Dicke und Materialeigenschaften der Schichten
- Eigenschaften des Untergrunds (Boden und Fundation)

8 Auswertung der Messungen (Deflektionsmessungen)

Die Auswertung der Messungen bedarf der vorgängigen Festlegung von homogenen Abschnitten gemäss Ziffer 15.

Die Ergebnisse früherer Zustandserfassungen und Bewertungen (z.B. Tragfähigkeitsmessungen) sind bei der Beurteilung des aktuellen Strassenzustands und bei der Massnahmenprojektierung zu berücksichtigen.

9 Wahl der Erhaltungsmassnahme

Die Wahl der Erhaltungsmassnahme hat anhand der folgenden Ansätze zu erfolgen

- Dimensionierung der Verstärkung anhand der massgebenden Deflektion (Kapitel D)
- Dimensionierung der Verstärkung durch Rückrechnung (Kapitel E)

Im Fall von Verkehrslastklassen grösser als T5 ist der Ansatz mit der massgebenden Deflektion nicht anzuwenden.

Die Wahl der Erhaltungsmassnahme muss die lokalen Verhältnisse (Hydrogeologie, Klima) und die Eigenheiten des Projekts unter Berücksichtigen der geltenden Normen beachten.

10 Erhaltungsmassnahmen bei unvermeidbaren Frostschädenrisiken

Bei ausgedehnten und schweren Frostschäden, die auf unvermeidbare Risiken schliessen lassen, ist gemäss VSS 40 324 [2] eine Gesamterneuerung des Oberbaus unter Anwendung einer Frostdimensionierung gemäss VSS 70 140 [10] vorzunehmen.

D Berechnung der Verstärkung anhand der massgebenden Deflektion

11 Messmethoden und Messgeräte

Die Dimensionierung der Verstärkung anhand der massgebenden Deflektion kann mithilfe der in der Tabelle 1 empfohlenen Messgeräte erfolgen.

12 Allgemeines Vorgehen

Das allgemeine Vorgehen besteht in der Berechnung der massgebenden Deflektion für einen homogenen Abschnitt, der anschliessend durch einen massgebenden Teilabschnitt charakterisiert wird. Die Bestimmung des Verstärkungsbedarfs und/oder der restlichen Nutzungsdauer erfolgt anhand der Diagrammen gemäss Abbildungen 4, 5 und 6.

13 Korrektur der Deflektionsmessungen in Funktion der klimatischen Bedingungen

Die Deflektionen einer Strasse ändern sich im Verlauf eines Jahres. Sie sind am Ende der Auftauperiode am höchsten und nehmen während den folgenden Monaten ab. Für die Beurteilung einer Fahrbahn hinsichtlich der erforderlichen Verstärkung sind die während der Auftauperiode gemessenen Deflektionen massgebend. Da die Deflektionen während dieses Zeitabschnitts stark schwanken, wird daher empfohlen, die Messungen ausserhalb der Auftauperiode durchzuführen und die Ergebnisse mit dem Faktor c zu korrigieren.

$$\text{Korrekturfaktor } c = \frac{\text{maximale Deflektion}}{\text{gemessene Deflektion}} = \frac{d_{\max}}{d_i}$$

Passende Korrekturen in Funktion der Belagtemperatur müssen je nach Messmethode erfolgen. Die Referenztemperatur beträgt 15 °C.

14 Ausscheiden von Bereichen mit besonders schwacher Tragfähigkeit

Bereiche, die sich von den benachbarten Flächen durch wesentlich höhere Deflektionen abheben, sind separat zu behandeln und mittels speziellen Massnahmen zu sanieren (Ziffer 26).

15 Unterteilung in homogene Abschnitte

Nach Ausscheidung der Bereiche mit besonders schwacher Tragfähigkeit wird die verbleibende Strecke in homogene Abschnitte unterteilt. Dabei sind die Ergebnisse der Deflektionsmessungen sowie der örtlichen Besonderheiten, z.B. Wechsel zwischen Einschnitten, Auffüllungen, Dämmen und Aufschüttungen oder zwischen schattigen und besonnten Teilstrecken, zu berücksichtigen. Die minimale Länge einer homogenen Zone ist unter Betrachtung der Eigenschaften des Erhaltungsabschnitts zu definieren. Ein homogener Abschnitt muss aus statistischen Gründen mindestens 10 Messpunkte umfassen. Zur Definition von homogenen Abschnitten können verschiedene Indikatoren beigezogen werden. Eine der Methode betrachtet eine Zone als homogen, wenn ihr Variationskoeffizient CV kleiner als 0,35 ist.

$$\text{Variationskoeffizient } CV = \frac{\sigma}{d}$$

16 Massgebende Deflektion

Die für die Oberbauverstärkung der einzelnen homogenen Abschnitte massgebende Deflektion ist vom Messgerät abhängige Wert d_v .

Sie wird nachfolgender Formel berechnet

$$d_v = c \cdot (d + 2\sigma)$$

Im Fall von heterogenen Abschnitten können andere statistische Indikatoren verwendet werden. Das für die Messung eingesetzte Messgerät wird anhand eines Indizes vermerkt: $d_{V, Ben}$ (Benkelman), $d_{V, Lac}$ (Lacroix), $d_{V, FWD/HWD}$ (FWD/HWD).

Der Faktor c ist ein globaler Korrekturfaktor, der anhand folgender Einflussfaktoren abgeschätzt werden kann (siehe Forschungsbericht [13])

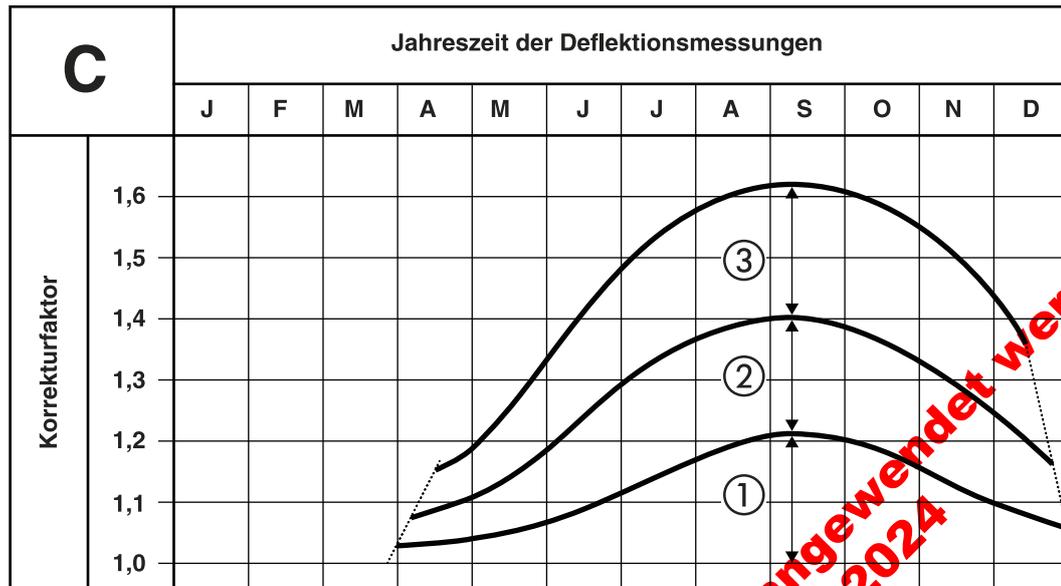
- Jahreszeit der Deflektionsmessungen
- Belagsdicke und Oberbaustärke
- Zustand des Oberbaus, Rissbilder
- klimatische Verhältnisse im vorangehenden Winter
- hydrologische Verhältnisse von den Messungen

In der Abbildung 3 sind drei Bereiche des Korrekturfaktors c in Abhängigkeit der gemäss Ziffer 17 bewerteten vorhandenen Belagsschichten angegeben.

Die Werte von c liegen im oberen Teil des entsprechenden Bereichs bei

- kaum auftretenden, nur leichten Netzzrissen oder Verdrückungen
- langen Frostperioden und überdurchschnittlicher Frosteindringtiefe im vorangegangenen Winter
- Messung der Deflektion nach Niederschlagsperiode

Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.
Vernehmlassungsantrag 02/2024, Frist bis 09.02.2024



- ① Schwacher Oberbau – Belag < 10 cm
 ② Mittlerer Oberbau – Belag 10...15 cm
 ③ Starker Oberbau – Belag > 15 cm

Abb. 3

Bereiche für den Korrekturfaktor c

17 Tragfähigkeitsbewertung der Oberbauschichten

Bei einer teilweisen Oberbauerneuerung müssen die zu entfernenden Oberbauschichten und die Ersatzschichten bewertet werden.

Diese Tragfähigkeitsbewertung kann mithilfe der Tragfähigkeitswerte (a -Werte) der Oberbauschichten erfolgen, die in der VSS 40 324 [2] angegeben sind.

18 Erneuerung im Hocheinbau

18.1 Voraussetzung

Eine Verstärkung im Hocheinbau darf nur angewendet werden, wenn die vorhandenen bituminösen Schichten genügend standfest sind und sich nicht plastisch verformen.

Bei der Dimensionierung der Verstärkung wird vorausgesetzt, dass die verwendeten Mischgutsorten und Mischguttypen den einschlägigen Normen entsprechen. Die nach Ziffer 18.2 bestimmten Verstärkungsdicken sind Gesamtdicken, die als Mittelwerte zu betrachten sind. Sie dürfen an keiner Stelle um mehr als 20% unterschritten werden.

18.2 Dimensionierung der Verstärkung

Die Gesamtdicke der Verstärkung wird nach Abbildung 4 (Benkelman) beziehungsweise nach Abbildung 5 (Lacroix) oder Abbildung 6 (FWD/HWD) (siehe Forschungsbericht [13]) aufgrund der für das jeweilige Messgerät massgebenden Deflektion $d_{V, \text{Messgerät}}$ und der während der Nutzungsdauer zu erwartenden Verkehrslast bestimmt.

Die in den Abbildungen 4 bis 6 angegebenen Verstärkungsdicken beziehen sich auf Asphaltbetonbeläge. Bei Verwendung anderer Materialien ist eine analytische Dimensionierung gemäss VSS 40 324 [2] vorzunehmen.

19 Verstärkung durch teilweise Erneuerung

19.1 Grundsätzliches

Bei einer teilweisen Oberbauerneuerung werden einzelne Schichten des vorhandenen Oberbaus, in der Regel die bituminösen Deck-, Binder- und Tragschichten, durch geeignete Materialien ersetzt. Sofern keine Massnahmen zur Vermeidung von Frostschäden erforderlich sind und die massgebende Verkehrslast W 20 Millionen ESAL nicht übersteigt, kann die Dimensionierung der Ersatzschichten aufgrund der auf der Fahrbahnoberfläche gemessenen Deflektionen erfolgen (Ziffer 18). Andernfalls ist für die Dimensionierung der teilweisen Oberbauerneuerung gemäss VSS 40 324 [2] vorzugehen (Ziffer 19.2).

19.2 Dimensionierung der teilweisen Oberbauerneuerung

Vorerst wird die erforderliche Dicke für eine Verstärkung im Hocheinbau in Funktion der täglichen äquivalenten Verkehrslast TF und der massgebenden Deflektion $d_{V, \text{Messgerät}}$ gemäss Ziffer 16 ermittelt. In einem zweiten Schritt sind dann die Dicken jener Schichten zu bestimmen, die erforderlich sind, um die zu entfernenden Schichten des vorhandenen Oberbaus zu ersetzen und dies im Einklang mit der gängigen Baukunst. Für die Tragfähigkeitsbewertung der alten, zu entfernenden Schichten und für die Bewertung der neu erforderlichen Ersatzschichten sind die in VSS 40 324 [2] angegebenen Tragfähigkeitswerte (a -Werte) anzuwenden.

E Ermittlung der Verstärkung durch Rückrechnung

20 Allgemeines

Neben der Verstärkungsberechnung anhand der massgebenden Deflektion (Kapitel D) kann die Oberbauverstärkung durch eine Rückrechnung, auch «Backcalculation» genannt, bestimmt werden. Anhand der mechanischen Eigenschaften (Elastizitätsmodul) kann mit der Rückrechnung den Verstärkungsbedarf bestimmt werden.

Diese Berechnung bedarf vorgängig Informationen über die Dicken der gebundenen und ungebundenen Oberbauschichten sowie eine Abschätzung über den Schichtverbund und dem benutzten Rechnungsmodell. Die Temperatur der bituminösen Schichten während den Deflektionsmessungen ist ebenfalls zu berücksichtigen.

21 Messmethoden

Die für eine Beurteilung mit der Rückrechnung passenden Messmethoden sind in der Tabelle 1 aufgelistet.

22 Grundlage der Rückrechnung

Bei der Rückrechnung wird für die vorhandenen Messbedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit) die Steifigkeit (Elastizitätsmodul) der gebundenen und ungebundenen Oberbauschichten sowie des Untergrunds bestimmt. Dies wird mit einem Vergleich zwischen der real gemessenen und der im Modell berechneten Deflektionsmulde realisiert. Die Berechnung erfolgt iterativ bis zur Erreichung von passenden Festigkeitswerten.

Verschiedene Modelle können für die Bestimmung der berechneten Deflektionsmulde angewendet werden, zum Beispiel anhand der Odemark-Boussinesq-Gleichungen.

23 Ergebnisse

In einer ersten Phase wird mit der Rückrechnung dem Fall entsprechend die Steifigkeit der gebundenen und ungebundenen Oberbauschichten sowie des Untergrunds bestimmt.

Anhand der Materialsteifigkeiten, Schichtdicken und der vorgesehenen Verkehrsbelastung können die Oberbauverstärkung und die Restnutzungsdauer berechnet werden.

Diesbezüglich sind anhand einer mehrschichtigen Modellierung die Beanspruchungen des Oberbaus bei der Belastung mit einer Referenzlast berechnet. Anschliessend wird die Verkehrsbelastung bestimmt, die der Oberbau während der Nutzungsdauer bewältigen kann.

24 Begrenzungen

Die Rückrechnung ist eine weitverbreitete Methode. Es ist jedoch nützlich, dass die damit bestimmten Ergebnisse indikativ sind.

Die für die Modellierung nötigen Parameter (Temperaturgradient, Schichtstärken, Schichtenverbund) können nicht immer mit der gewünschten Genauigkeit bestimmt werden.

Um die Verlässlichkeit der Ergebnisse zu verbessern, ist es nötig, eine genügende Anzahl von repräsentativen Messpunkten und eine möglichst genaue Ermittlung der Schichtstärken zu verfügen. Aus diesem Grund wird empfohlen, Rückrechnungen für homogene Abschnitte und nicht für einzelne Messpunkte zu erstellen.

F Konzeption und konstruktive Massnahmen

25 Konzeption

Das Aufteilen der Gesamtdicke der Oberbauverstärkung in Schichten erfolgt gemäss SN EN 13108-1 «Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen – Teil 1: Asphaltbeton» [12].

Die Anzahl der Schichten ist möglichst klein zu halten, wobei die Anforderungen an die Ebenheit der Fahrbahnoberfläche gemäss SN 640 510 «Eigenschaften der Fahrbahnoberflächen; Grundnorm» [4] und die Sollwertbereiche der Schichtdicken in Abhängigkeit der Mischgutsorten und Mischguttypen eingehalten werden müssen (siehe SN EN 13108-1 [12]).

Bei der Wahl der Mischgutsorten und Mischguttypen sind die Beanspruchung durch Verkehr und Klima sowie die erforderliche Fahrsicherheit und Verschleissfestigkeit zu berücksichtigen (siehe SN EN 13108-1) [12].

26 Örtliche Massnahmen zur Verbesserung der Tragfähigkeit

In Bereichen mit sehr hohen oder ungleichmässigen Deflektionen und/oder stark gerissenen bituminösen Belägen sind Sondierungen und Materialuntersuchungen anzuordnen

- Dicke und Material der einzelnen Oberbauschichten
- Mischgutzusammensetzung und Bindemittelverhärtung
- Schichtenverbund
- Frostempfindlichkeit der Fundationsmaterialien
- Tragfähigkeit Untergrund und Unterbau
- örtliche hydraulische Verhältnisse

Je nach Ergebnis der durchgeführten Materialuntersuchungen sind örtliche Massnahmen zur Verbesserung der Tragfähigkeit (z.B. örtliche Oberbauerneuerung) zu bestimmen.

Die Ersatzschichten sind gemäss VSS 40 324 [2] und unter Berücksichtigung der Tragfähigkeitswerte festzulegen.

Örtliche Oberbauerneuerungen im Rahmen einer Verstärkung müssen grossflächig ausgeführt werden, damit eine genügende Verdichtung möglich ist. Die alten Belagsschichten sind zu fräsen, die Anschlüsse mit Heissbitumen oder einer geeigneten Masse anzustreichen oder es ist ein bituminöses Fugenband zwischen altem und neuem Belag einzulegen gemäss VSS 40 731 «Erhaltung des Oberbaus; Reparatur, Instandsetzung und Erneuerung von Asphaltsschichten» [6].

Die für eine homogene Zone vorgesehenen Verstärkungsschichten sind auch über den Bereich der örtlichen Verbesserungen mit gleichbleibender Dicke einzubauen.

Die Erfahrung zeigt, dass die Strassenränder oft eine grössere Verstärkung als den mittleren Strassenbereich benötigen. Dies hängt mit der Oberbauhistorie (ungenügende Bankette oder unfachmännische Verbreiterungen) oder mit den hydrogeologischen Verhältnissen zusammen. In diesem Fall sind spezifischen Massnahmen zu treffen.

27 Entwässerung

Vor jeder Oberbauverstärkung sind die hydrogeologischen Verhältnisse des Strassenkörpers abzuklären

- gute Funktionsfähigkeit der Fahrbahn- und Planumsentwässerung
- gut funktionierende Drainageleitungen und Böschungsentwässerungen
- Abflussverhältnisse und urbane Vorfluter

Durch das Erstellen, Ergänzen oder Sanieren von Entwässerungssystemen können Frost- und Auftauschäden verkleinert oder vermieden werden.

28 Vorbereiten der Unterlage

Unebenheiten in der Fahrbahn sollen mit der ersten Verstärkungsschicht ausgeglichen werden. Durch Abfräsen von Aufwölbungen und/oder durch Füllen von Vertiefungen sind grössere Profildifferenzen vorgängig auszugleichen.

Mischgutsorte und Mischguttyp sind gemäss Schichtdicke und der Beanspruchung anzupassen.

Ein einwandfreier Verbund der Verstärkungsschicht mit dem vorhandenen Belag ist zu gewährleisten. Die Dosierung des Haftvermittlers ist dem Zustand der Unterlage anzupassen. Bitumenreiche glatte Stellen sind vorgängig abzufräsen.

Belagsrisse und offene Fugen sind vor dem Einbau der Verstärkungsschichten zu sanieren.

29 *Anpassungen*

Aus Gründen der Verkehrssicherheit und der seitlichen Stabilität der Belagsschichten sind die Bankette den neuen Höhen anzupassen. Für die Randausbildung bieten sich folgende Massnahmen an

- Fundations-, Trag-, Binder- und Deckschicht erhalten eine Überbreite von 20 bis 40 cm und die Ränder der Asphaltbetonschichten werden abgestuft
- der Belag wird seitlich durch Bund- oder Stellsteine abgegrenzt

30 *Mischgut, Einbau und Verdichtung*

Für die Lieferung von bituminösem Mischgut, den Einbau und das Verdichten der bituminösen Verstärkungsschichten gelten die entsprechenden Normen, insbesondere die VSS 40 324 [2].

werden.

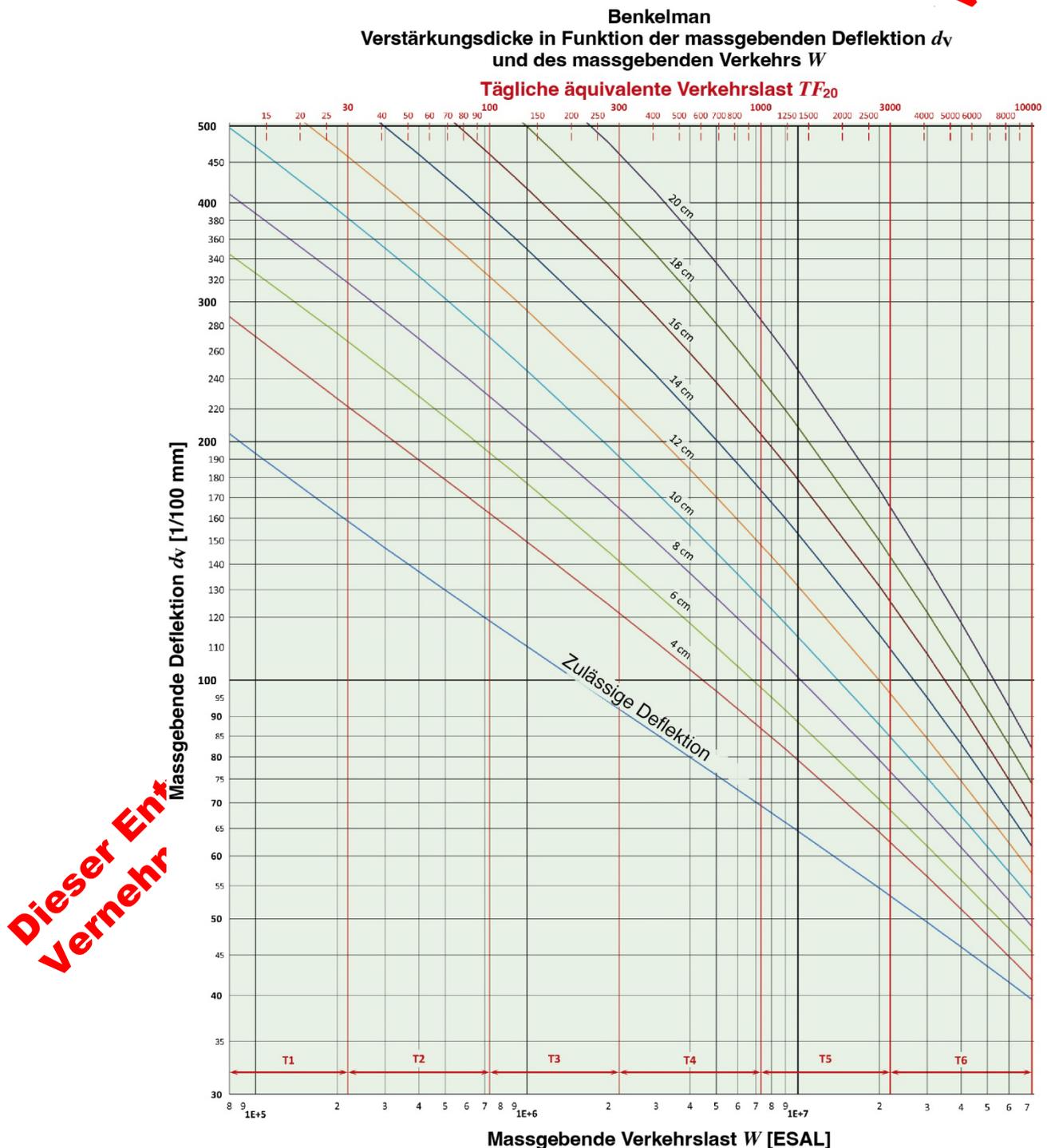
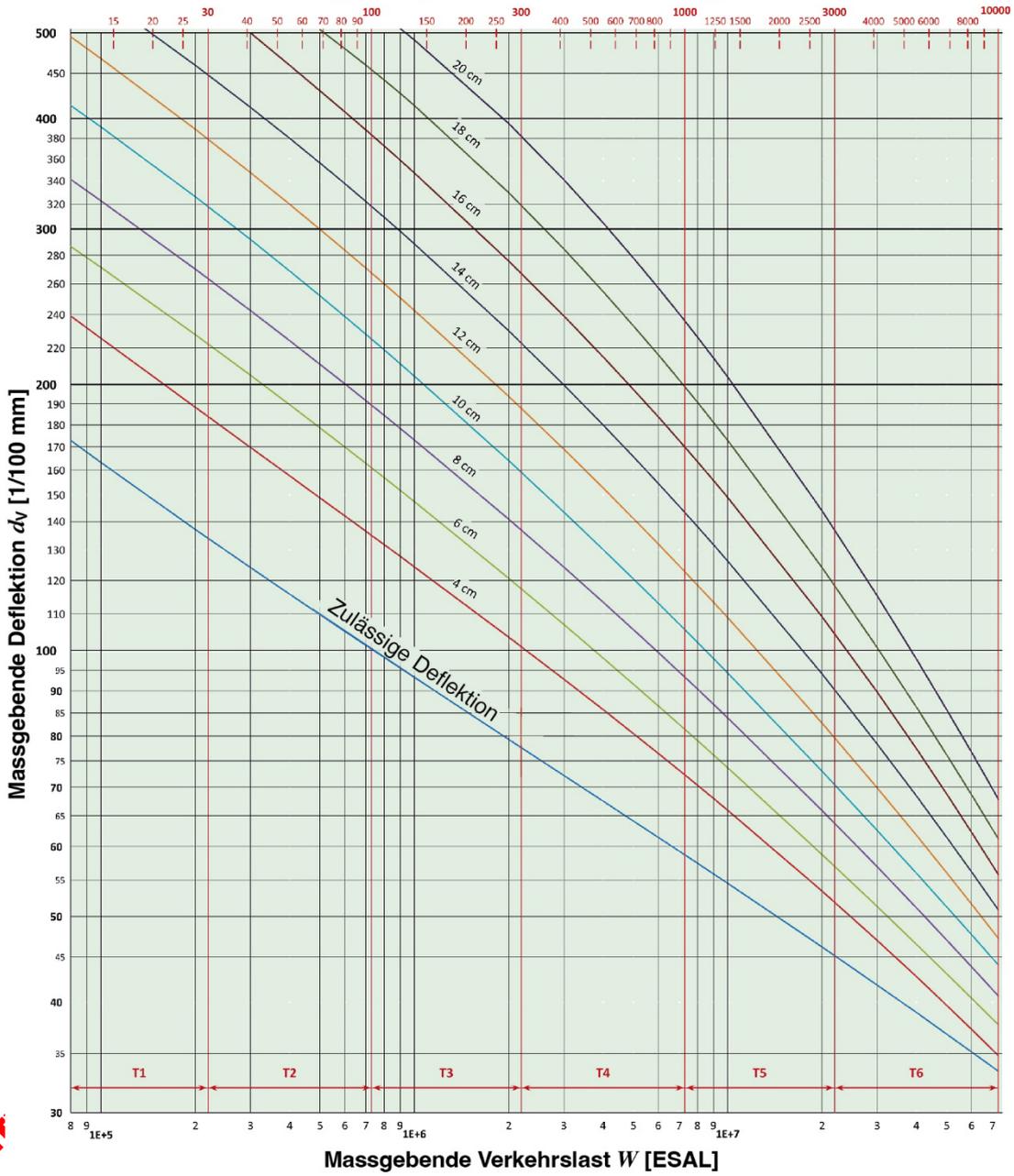


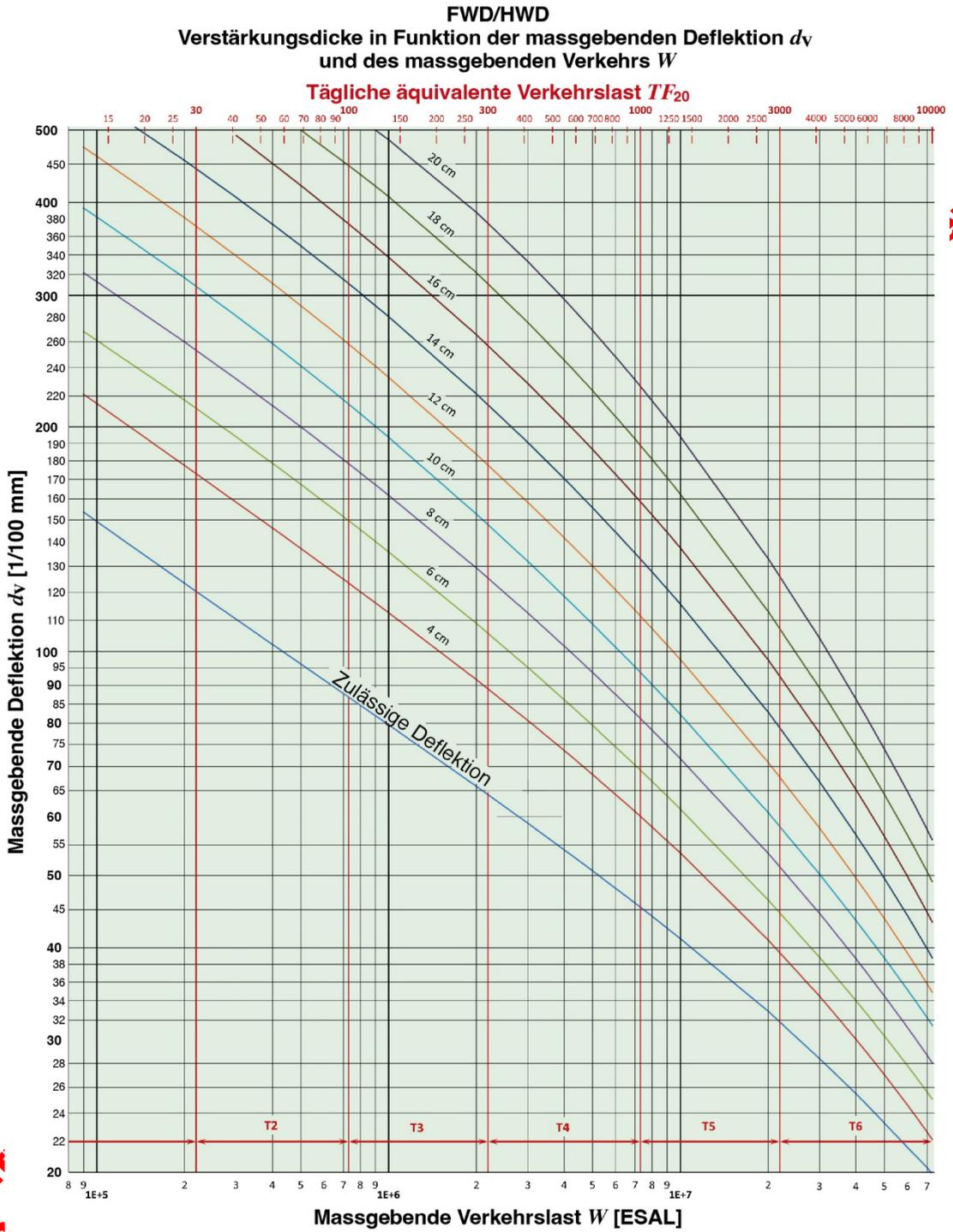
Abb. 4
Verstärkungsdiagramm Benkelman

Lacroix
Verstärkungsdicke in Funktion der massgebenden Deflektion d_v
und des massgebenden Verkehrs W
Tägliche äquivalente Verkehrslast TF_{20}



Dieser Entwurf
Vernehmlich

Abb. 5
Verstärkungsdiagramm Lacroix



**Dieser Entwurf
Verfehlt**

Abb. 6
Verstärkungsdiagramm FWD/HWD

G Literaturverzeichnis

- [1] VSS 40 320 Dimensionierung des Strassenaufbaus; Äquivalente Verkehrslast
- [2] VSS 40 324 Dimensionierung des Strassenaufbaus; Unterbau und Oberbau
- [3] VSS 40 330 Eigenschaften der Fahrbahnoberflächen; Messverfahren der Tragfähigkeit – Deflexionsmessungen
- [4] SN 640 510 Eigenschaften der Fahrbahnoberflächen; Grundnorm
- [5] VSS 40 730 Erhaltung von Fahrbahnen; Kopfnorm; Massnahmenkonzept
- [6] VSS 40 731 Erhaltung des Oberbaus; Reparatur, Instandsetzung und Erneuerung von Asphaltchichten
- [7] VSS 40 735 Erhaltung des Oberbaus; Reparatur und Instandsetzung von Betondecken
- [8] VSS 40 737 Erhaltung des Oberbaus; Asphaltchichten auf bestehenden Betonfahrbahnen
- [9] VSS 40 925 Erhaltungsmanagement der Fahrbahnen (EMF); Zustandserhebung und Indexbewertung
- [10] VSS 70 140 Frost, inkl. Karte
- [11] VSS 70 362 Eigenschaften der Fahrbahnoberflächen; Deflexionsmessungen – Benkelman-Balken
- [12] SN EN 13108-1 Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen – Teil 1: Asphaltbeton
- [13] Saisonbedingte Schwankungen der Deflektion auf flexiblen Strassenoberbauten – Bibliographische Auswertung, Forschungsbericht Nr. 231. Zürich, 1991
- [14] Antoine Baucheron de Boissoudy, Jean-Claude Gramsammer, Paul Keryel, Michel Paillard; Le deflectographe 04, Bulletin de liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées n° 129, janv.-févr. 1984

**Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.
Vernehmlassungsentwurf 02.12.2024: Frist bis 09.02.2025**