Vorschriften für die Ausführung von Belagsarbeiten

(inkl. Massnahmen bei Nichterfüllen der Q-Anforderungen)

Inhaltsverzeichnis

1. Grundlagen 3

2. Konzeption, Ausführungsvorschriften, Anforderungen an eingebaute Beläge 3

2.1. Einbauplanung und Vorarbeiten (zu Ziffer 24 von [2]) 3
2.2. Fundationsschicht aus Kiessand (ungebundene Gemische) (zu Ziffer 25 von [2]) 4
2.3. Witterungsverhältnisse (zu Ziffer 33 von [2]) 5
2.4. Einbauen des Asphaltmischgutes (zu Ziffer 35 von [2]) 5
2.5. Einbaukontrollen (zu Ziffer 43 [2]) 5
2.6. Anforderungen an die eingebauten Beläge und Kontrollen der Schichten (zu Ziffer G [2]) 5

3. Ausmassbestimmungen 6

3.1. Abrechnung von Mehr- und Minderverbrauch 6
3.2. Ausmassbestimmungen bei Walzasphalt 6

4. Mischgutanforderungen 7

4.1. Anforderungen an die Baustoffe 7
4.2. Anforderungen an das Mischgut nach SN EN 13108-1, -4, -5 und -7 [4] 7
4.3. Anforderungen an Hot-Rolled-Asphalt HRA 16, EN 13108-4 9
4.4. Anforderungen an Tragdeckschichten AC TD 16 L und AC TD 22 L 10
4.5. Anforderungen an bitumenhaltige Fundationsschichten AC F 22 (TBA GR) mit 85 % Ausbauasphalt 11

5. Asphaltmischgut, Eignungsnachweis 12

5.1. Allgemeines 12
5.2. Zusätzliche vom TBA GR geforderte Angaben zur Typprüfung 12

6. Ergänzungen zum Prüfplan Walzasphalt VSS 40 434 [6] 12

6.1. Anwendungsbereich (zu Ziffer 1 von [6]) 12
6.2. Vorgehen (zu Ziffer 5 von [6]) 12
6.3. Verantwortlichkeiten der Probenahme (zu Ziffer 9 von [6]) 13
6.4. Prüflabors zur Durchführung der Prüfungen (zu Ziffer 10 von [6]) 13
6.5. Einbau und Kontrollen der Walzasphalte 13
6.6. Prüfergebnisse (zu Ziffer 11 von [6]) 17

7 Prüfverfahren 19

7.1 Prüfverfahren der Einbaukontrollen 19
7.2 Prüfverfahren der Typprüfung 23

8 Vorgehen bei Abweichungen von normierten Qualitätsanforderungen 24
8.1 Einleitung (zu Ziffer 1 der Weisung [8]).....24
8.2 Bewertung (zu Ziffer 2 der Weisung [8]).....24
8.3 Entscheid zum Einbau weiterer Schichten (zu Ziffer 3 der Weisung [8]).....25
8.4 Anforderung an die Oberfläche, ausserhalb des Bewertungs-Sytems (Ergänzung zu Ziffer 8 der Weisung [8]).....26
8.5 Datenblatt für Bindemittel aus Rückgewinnung (zu Ziffer 9 der Weisung [8]).....26
8.6 Erhebliche Abweichungen Festlegung der Massnahme: "linearer Abzug" bzw. "Nachbesserung oder Ersatz".....27
8.7 Darstellung zum Bewertungssystem.....28
8.8 Mischgut, Bindemittel aus Rückgewinnung, Elastische Rückstellung, Mittelwert von ≥ 2 Mischgutproben.....29

Ausgabe / Version	Freigabe	Gültigkeit
2027 / 2027	cad/GD	ab 01.11.2026

1. Grundlagen

Es gelten die im Anhang 02 und im Werkvertrag und dessen Bestandteilen aufgeführten Normen und Richtlinien.

Der Anhang 9 ist gemäss den nachfolgenden Normen und Weisungen gegliedert.

[1] SN 640 420 Asphalt; Grundnorm

[2] VSS 40 430 Walzasphalt - Konzeption, Ausführungsvorschriften, Anforderungen an eingebauten Schichten

[3] NPK 223 D/18 Belagsarbeiten, Ausmassbestimmungen, Kapitel 000

[4] SN EN 13108-1, -4, -5 und -7 Mischgutanforderungen

[5] SN EN 13108-20, Asphaltmischgut, Typprüfung

[6] VSS 40 434 Prüfplan für Walzasphalt, Festlegung der durchzuführenden Prüfungen

[7] SN EN 12697-ff, Prüfverfahren für Heissasphalt sowie weitere Prüfverfahren

[8] ASTRA 71 005, Qualitätsanforderungen bitumenhaltiger Schichten, Massnahmen bei Abweichungen, Ausgabe 2025 V1.23, Bundesamt für Strassen

Im Weiteren sind die Vorgaben und Empfehlungen im Belagshandbuch des Tiefbauamtes Graubünden (TBA GR) einzuhalten.

2. Konzeption, Ausführungsvorschriften, Anforderungen an eingebaute Beläge

Ergänzungen zu VSS 40 430

2.1. Einbauplanung und Vorarbeiten (zu Ziffer 24 von [2])

2.1.1. Einbauschema

Bei Kreuzungen und in allen Fällen, wo 2 Fertigerbahnen nicht ausreichen, um die ganze Breite abzudecken, ist der Bauleitung ein Einbauschema zur Genehmigung vorzulegen.

2.1.2. Belagseinbau bei einspuriger Verkehrsführung

Beim Belagseinbau unter Verkehr, d.h. bei einspuriger Verkehrsführung mit Regelung von Hand mit Drehkelle, dürfen nachfolgende Etappenlängen je nach Strassenzug nicht überschritten werden:

Strasse		Abschnitt	Verkehr	max. Etappenlänge
H3	Deutsche Strasse	Chur – Kreisel Trimmis AS Untervaz - Landquart	mittel mittel	450 m 450 m
H3a	Julierstrasse	gesamte Länge	mittel	450 m
H3b	Malojastrasse	Silvaplana - Castasegna	mittel	450 m
H13	Italienische Strasse	Chur – Domat/Ems Domat/Ems – Realta	stark mittel	300 m 450 m
H19	Oberalpstrasse	Tamins-Laax Laax-Disentis Disentis-Passhöhe	stark mittel leicht	300 m 450 m 600 m
H27	Engadinerstrasse	Silvaplana-Samedan Same-dan-Zernez Zernez - Vinadi	stark mittel leicht	300 m 450 m 600 m
H28a	Prättigauerstrasse	Klosters - Davos	mittel	450 m
H28b	Flüelastrasse	Davos - Susch	leicht	600 m
H28c	Ofenbergstrasse	Zernez - Müstair	leicht	600 m
H29	Berninastrasse	gesamte Länge	leicht	600 m
H416	Lukmanierstrasse	gesamte Länge	leicht	600 m
H417b	Landwasserstrasse	gesamte Länge	leicht	600 m
alle Verbindungsstrassen bzw. restliche Abschnitte Deutsche Strasse, Italienische Strasse etc.			leicht	600 m

Muss für eine Arbeit eine spezielle Regelung getroffen werden, so wird diese in den BB1 der entsprechenden Offerte genau definiert.

Während der Hauptsaison (Mitte Juli – Mitte August) sollte auf Strassen mit starkem Verkehr kein Belag eingebaut werden.

Regelung für Splittmastix-Beläge bei beschränkter Breite

Die Etappenlänge ist auf 300 m zu beschränken. Die Verkehrsfreigabe der Einbaubahnen darf frühestens 4 Stunden nach dem Einbau erfolgen. Bei heisser Witterung ist der Belag vor der Verkehrsübergabe noch zusätzlich mit Wasser abzukühlen.

2.2. Fundationsschicht aus Kiessand (ungebundene Gemische) (zu Ziffer 25 von [2])

Vor dem Einbau der oberen 20 cm (15 cm bei ACF) starken Fundationsschicht muss die Rohplanie bezüglich Höhengenauigkeit und M_E-Wert von der Bauleitung abgenommen werden. Die Resultate sind der Belagsunternehmung bekanntzugeben. Ebenso muss vor dem Belagseinbau die Planie von der Bauleitung abgenommen werden.

Rohplanie und Planie dürfen beim Einbau der ungebundenen Gemische resp. der Heissmischtragschicht nicht verschmutzt und abgefahren sein. Massnahmen sind z. B. das Überbauen mit anschliessendem Abstossen oder das Aufrauen mit anschliessendem Verdichten.

Für die Toleranzen gelten die Anforderungen der „Vorschriften für die Ausführung von Erdarbeiten“, BB2-Anhang 8, Abschnitt 5.2.3

Das Ausbilden (nur bei ein- bzw. zweischichtigen Belagsaufbauten; vgl. auch Projektierungsgrundlagen; Abschlüsse) der Rigole in der Planie wird inkl. allen Nebenarbeiten wie abstecken, anzeichnen, nachverdichten und notwendiger Materiallogistik als Zuschlag pro Laufmeter Rigole vergütet.

2.3. Witterungsverhältnisse (zu Ziffer 33 von [2])

Muss aus zwingenden Gründen ausnahmsweise bei tieferen Temperaturen eingebaut werden, sind die besonderen Massnahmen im Einvernehmen mit dem Techniker Beläge festzulegen.

2.4. Einbauen des Asphaltmischgutes (zu Ziffer 35 von [2])

2.4.1. Maschineller Einbau

HRA-Beläge dürfen nur mit technischer Begleitung durch einen Spezialisten eingebaut werden.

2.4.2. Handeinbau

Beim Handeinbau ergeben sich schlechtere Einbaubedingungen wie geringere Einbauleistung, fehlende Vorverdichtung, schlechtere Ebenheit, Entmischungen und grössere Temperaturverluste bis zum Einsatz der Walzen. Deshalb sind Handeinbauflächen auf das absolute Minimum zu reduzieren. Wo immer mit verhältnismässigem Aufwand durchführbar sind deshalb alternativ Kleinfertiger mit Verdichtungsbohlen einzusetzen.

2.5. Einbaukontrollen (zu Ziffer 43 [2])

Der Unternehmer hat entsprechend Ziffer 6 Kontrollen durchzuführen.

2.6. Anforderungen an die eingebauten Beläge und Kontrollen der Schichten (zu Ziffer G [2])

2.6.1. Verdichtungsgrad (zu Ziffer 46 [2])

Anforderungen an Mischgut HRA 16:
Verdichtungsgrad am Bohrkern: Keine Anforderung an Einzelwert; Mittelwert ≥ 97 %, mindestens 4 Bohrkerne

Anforderungen an Tragdeckschichten AC TD L:
Für Tragdeckschichten gelten die gleichen Anforderungen wie für Tragschichten AC T Typ L.

Anforderungen an bitumenhaltige Fundationsschichten AC F 22 (TBA GR) mit 85 % Ausbauasphalt:
Es gelten die gleichen Anforderungen wie für Tragschichten AC T 22 N.

2.6.2. Grenzwerte der Hohlraumgehalte eingebauter Schichten (zu Ziffer 47 [2])

Anforderungen an Mischgut HRA 16:

Hohlraumgehalt am Bohrkern:	Einzelwert 2,0 bis 7,5 Vol.-%
	Mittelwert 2,5 bis 6,0 Vol.-%, mindestens 4 Bohrkerne

Anforderungen an Tragdeckschichten AC TD L (in Anlehnung an Deckschichten AC Typ L):

Hohlraumgehalt am Bohrkern:	Einzelwert 1,5 bis 8,0 Vol.-%
	Mittelwert 2,0 bis 7,0 Vol.-%, mindestens 4 Bohrkerne

Anforderungen an bitumenhaltige Fundationsschichten AC F 22 (TBA GR) mit 85 % Ausbauasphalt:

Hohlraumgehalt am Bohrkern:	Einzelwert 1,5 bis 8,5 Vol.-%
	Mittelwert 2,0 bis 6,5 Vol.-%, mindestens 4 Bohrkerne

2.6.3. Ebenheit (zu Ziffer 49 [2])

Zusätzlich zur Norm VSS 40 525 gelten folgende Anforderungen:

Binder- und Tragschicht	W ≤ 25 $^0/_{00}$
	SW ≤ 2.8 $^0/_{00}$

3. Ausmassbestimmungen

Ergänzungen zu NPK 223 D/18 Belagsarbeiten, Kapitel 000 [3]

3.1. Abrechnung von Mehr- und Minderverbrauch

Abrechnung von Mehr- und Minderverbrauch für Walzasphaltbeläge gemäss NPK 223, Position 025.200 [3].

> + 5 %	=>	Mehrverbrauch:	Es wird nur der Sollwert + 5 % vergütet
- 5 % bis + 5 %	=>	Abrechnung gemäss Lieferschein	
< - 5 %	=>	Minderverbrauch:	Abrechnung gemäss Lieferschein + Mängelrüge evtl. Minderwert

Dazu ist ein Mengennachweis zu erstellen.

Hocheinbau, Einbau von Trag- Binder- und Deckschichten (mehrere Unternehmer):

Wo ein Vorprofilieren der bituminösen Unterlage wegen den geringen Unebenheiten kaum möglich ist, kann nach vorheriger Vereinbarung zwischen Bauherrn und Unternehmer der erforderliche Mehrverbrauch über die Toleranzgrenze hinaus in vollem Umfange vergütet werden.

3.2. Ausmassbestimmungen bei Walzasphalt

Ausnahmeregelung zu NPK 223, Position 025.100 [3]

Im Normalfall wird gemäss NPK 223, Position 025.100 verfahren. Bei einer Abweichung der Raumdichte von mehr als +/- 2.5% (< 2'340 bzw. > 2'460 kg/m^3), wird mit der effektiv in der Mischgutdeklaration ausgewiesenen Raumdichte gerechnet:

1) Ausmass für die Ausschreibung
   Eine Schichtdicke von 10 mm entspricht im Normalfall nach NPK 223, Position 025.100 einem Gewicht von 24 kg/m^2.
2) Kontrolle Mischgutverbrauch beim Einbau
   Normalfall: NPK 223, Position 025.100 [3]
   Abweichungen grösser +/- 2.5% der Raumdichte in der Mischgutdeklaration:
   Für das Erstellen der erforderlichen Schichtdicke ist die Raumdichte der Mischgutdeklaration bzw. wenn vorhanden der Mischgutuntersuchung massgebend. Der Sollwert des Mischgutverbrauchs wird mit dieser Raumdichte berechnet. Die Toleranzen für den Mehr- und Minderverbrauch basieren ebenfalls auf diesem Wert.
3) Ausmass für die Abrechnung
   Im Ausmass kann unter Berücksichtigung von NPK 223, Position 025.200 die effektiv gelieferte Menge gemäss Lieferscheinen (Waagscheinen) in Rechnung gestellt werden.

4. Mischgutanforderungen

Ergänzungen zu SN EN 13108-1, -4, -5 und -7 Mischgutanforderungen [4]

4.1. Anforderungen an die Baustoffe

4.1.1. Gesteinskörnungen

4.1.1.1. Gesteinskörnungen von HRA

Gesteinskörnungen von HRA ≥ 4 mm müssen die gleichen Anforderungen wie jene von AC-Deckschichten, Typ S, erfüllen. Bei den feinen Gesteinskörnungen 0/2 mm von HRA ist Rund- und / oder Brechsand zu verwenden. Bei den feinen Gesteinskörnungen 0/2 mm von HRA sind bei den folgenden Eigenschaften Abweichungen zu den Normen zulässig.

Abweichungen von den Normen der feinen Gesteinskörnungen 0/2 mm für HRA:

Merkmal	Norm	Anforderung
Petrographisch ungeeigneter Anteil, Gruppe b	VSS 70 115	≤ 4 Zahl-%
Korngrössenverteilung	SN 670 103b-NA	keine Anforderungen

4.1.1.2. Gesteinskörnungen für Tragdeckschichten AC TD

Als Anforderungen an die Gesteinskörnungen von Tragdeckschichten gelten allgemein jene von Tragschichten AC T. Zusätzlich gelten folgende Anforderungen entsprechend jenen der Deckschichten AC:

Merkmal	Norm	Anforderung
Petrographisch ungeeignete Anteile	VSS 70 115, Tab. 3	≤ 6 % bzw. ≤ 2 %
Widerstand gegen Polieren	SN 670 103b-NA, Ziffer 17	Kategorie PSV_{44}
Grobe organische Verunreinigungen	SN 670 103b-NA, Ziffer 24	Kategorie $m_{LPC}0.1$

4.1.1.3. Gesteinskörnungen von bitumenhaltigen Fundationsschichten AC F 22 BA GR) mit 85 % Ausbauasphalt

Als Anforderungen an die Gesteinskörnungen von bitumenhaltigen Fundationsschichten AC F 22 (TBA GR) mit 85 % Ausbauasphalt gelten jene von Tragschichten AC T N.

4.2. Anforderungen an das Mischgut nach SN EN 13108-1, -4, -5 und -7 [4]

4.2.1. Eigenschaften des Bindemittels aus Rückgewinnung

Zusätzliche Anforderungen

Beim Einsatz von Ausbauasphalt ist das Ergänzungsbindemittel so zu wählen, dass die angegebenen Anforderungsbereiche eingehalten werden können.

4.2.1.1. Strassenbaubitumen

Die Penetration und der Erweichungspunkt von Bindemittel aus Rückgewinnung müssen folgende Anforderungswerte erfüllen (Penetration gemäss [2], Erweichungspunkt abweichend basierend auf den langjährigen Erfahrungen des TBA Graubünden und den speziellen geographischen und klimatischen Bedingungen).

Anforderungen an Bitumen aus Rückgewinnung

Bindemittel (Zielwert)	**Penetration bei 25 °C [1/10 mm]**	**Erweichungspunkt [°C]**
B 50/70	30 – 55	48,0 – 63,0
B 70/100	40 – 75	47,0 – 59,0
B 100/150	50 – 115	44,0 – 57,0
Bitumen mit Verwendung von Ausbauasphalt in AC F 22 mit 85% Ausbauasphalt, Zielwert B 35/60 GR	21 - 50	50,0 – 66,0

4.2.1.2. Polymermodifiziertes Bitumen

Bei den PmB-Sorten CH-E entsprechen die angegebenen Bereiche Penetration der [2], beim Erweichungspunkt basieren die Werte auf den langjährigen Erfahrungen des TBA Graubünden und den speziellen geographischen und klimatischen Bedingungen.

Bei den PmB-Sorten CH-C basieren die Anforderungen an den Erweichungspunkt auf Vorgaben der Norm 670 210b-NA, Tab. 1 zur Anlieferung.

Die Anforderungen an die elastische Rückstellung sind gleich jenen an die Dauerhaftigkeit (Beständigkeit gegen Verhärtung) der SN 670 210b-NA, Tab. 1 und 2.

PmB-Sorten CH-E

Bindemittel (Zielwert)	**Penetration bei 25 °C [1/10 mm]**	**Erweichungspunkt [°C]**	**elastische Rückstellung [%]**
PmB 10/40-70 (CH-E) [1)]	10 – 35	≥ 65	≥ 50 [2)]
PmB 25/55-65 (CH-E) [1)]	15 – 50	≥ 60	≥ 60
PmB 45/80-65 (CH-E) [1)]	30 – 70	≥ 60	≥ 60
PmB 65/105-60 (CH-E) [1)]	40 – 90	≥ 55	≥ 60
PmB 90/150-60 (CH-E) [1)]	55 – 135	≥ 55	≥ 60

1) Bei mehr als 20 % bis 30 % Ausbauasphalt sind Bindemittel mit erhöhten Kunststoffanteil zu verwenden.

2) Bei 100 mm Fadenlänge.

PmB-Sorten CH-C (PmB-Bitumen mit Verwendung von Ausbauasphalt)

Bindemittel (Zielwert)	Penetration bei 25 °C [1/10 mm]	Erweichungspunkt [°C]	elastische Rückstellung [%]
PmB 10/40-60 (CH-C) 3)	10 – 35	≥ 60	≥ 50 2)
PmB 25/55-55 (CH-C) 3)	15 – 50	≥ 55	≥ 50
PmB 45/80-50 (CH-C) 3)	30 – 70	≥ 50	≥ 50
PmB 65/105-45 (CH-C) 3)	40 – 90	≥ 45	≥ 50

2) Bei 100 mm Fadenlänge.

3) Für ein Bindemittel (Zielwert) der PmB-Sorte CH-C ist bei Mischgut mit Ausbauasphalt als Zugabebitumen mindestens ein PmB der Sorte CH-E zu verwenden.

4.2.2. Mischgutkontrollen

4.2.2.1. Korngrössenverteilung

Für die Korngrössenverteilung gelten die Toleranzen der SN EN 13108-21, Tabellen 2 und 3.
Bei Prüfungen nach Ziffer 6 gelten die Toleranzen des Mittelwerts ab 2 Proben.

4.2.2.2. Löslicher Bindemittelgehalt

Für den Mittelwert des löslichen Bindemittelgehalts gelten die Toleranzen der ASTRA-Weisung "Qualitätsanforderungen bitumenhaltiger Schichten, Massnahmen bei Abweichungen" [8]
von ± 0,30 %.

Bei Prüfungen nach Ziffer 6 gelten die Toleranzen des Mittelwerts ab 2 Proben.

4.3. Anforderungen an Hot-Rolled-Asphalt HRA 16, SN EN 13108-4

4.3.1. Korngrössenverteilung

Sollwertbereich der Korngrössenverteilung von Mischgut HRA 16 *(abweichend von SN EN 13108-4, HRA 30/16 F)*

Analysensieb	**[mm]**	0.063	0.25	0.5	2	5.6	11.2	16	22
Sollwertbereich	**[Masse-%]**	8..13	30..50	50..65	57..73	65..77	70..100	95..100	100

4.3.2. Bindemittelgehalt

Mindestbindemittelgehalt B_{min} bei einer mittleren Kornrohdichte der Gesteinskörnung von 2'650 kg/m^3: B_{min} ≥ 9,0 Massen-% (dosiert)

4.3.3. Hohlraumgehalt-Marshall

Grenzwerte des Hohlraumgehaltes-Marshall (Einzelwerte): 2,0 bis 4,0 Volumen-%

4.3.4. Marshall-Werte

Stabilität und Fliessen sind anzugeben.

4.3.5. Hohlraumfüllungsgrad mit Bitumen

Hohlraumfüllungsgrad ist anzugeben.

4.3.6. Widerstand gegen bleibende Verformungen

Widerstand gegen bleibende Verformungen: kein Nachweis erforderlich.

4.3.7. Eigenschaften des Bindemittels aus Rückgewinnung

wie Ziffer 4.2.1

4.3.8. Mischgutkontrollen

4.3.8.1. Korngrössenverteilung

Es gelten die Toleranzen der SN EN 13108-21, Tabelle A.1.

Toleranzen der EN 13108-21 gegenüber der Zielzusammensetzung in Masse-% für HRA 16

Analysesieb	**[mm]**	0.063	1	2	8	16
Einzelwert	**[Masse-%]**	± 3	± 5	± 7	± 9	-9 / +5
Mittelwert	**[Masse-%]**	± 2	± 3	± 3	± 4	± 5

Bei Prüfungen nach Ziffer 6 gelten die Toleranzen des Mittelwerts ab 2 Proben.

4.3.8.2. Löslicher Bindemittelgehalt

Es gelten die Toleranzen der SN EN 13108-21, Tabelle A.1:

- Einzelwerte ± 0,6 Masse-%, Mittelwerte ± 0,3 Masse-%.

Bei Prüfungen nach Ziffer 6 gelten die Toleranzen des Mittelwerts ab 2 Proben.

4.4. Anforderungen an Tragdeckschichten AC TD 16 L und AC TD 22 L

Anwendung: Eine Asphalttragdeckschicht kann als einschichtige Befestigung auf Rad- und Gehwegen und auf Verkehrsflächen der Lastklasse T1 und T2 angewendet werden.

4.4.1. Ausbauasphalt

Die zulässigen Zugabemengen von Ausbauasphalt sind gleich wie bei den Tragschichten AC T.

4.4.2. Korngrössenverteilung

Asphalttragdeckschichtmischgut besteht aus einem sandreichen Gesteinskörnungsgemisch abgestufter Korngrössenverteilung.

Die Sollwerte müssen innerhalb der Bereiche der Tragschichten AC T liegen.
Der Anteil Sand (< 2 mm) muss mindestens folgende Massen-% betragen:

Mischgutsorte		AC TD 16 L	AC TD 22 L
Anteil Sand (< 2 mm)	**Massen-%**	35	30

4.4.3. Bindemittelgehalt

Mindestbindemittelgehalt B_{min} bei einer mittleren Kornrohdichte der Gesteinskörnung von 2'650 kg/m^3 (in Anlehnung an Deckschichten Typ L).

Mischgutsorte		AC TD 16 L	AC TD 22 L
B_{min} ≥ (dosiert)	**Massen-%**	5.4	5.0

4.4.4. Hohlraumgehalt-Marshall, Marshall-Werte und Hohlraumfüllungsgrad mit Bitumen

Es gelten die folgenden Anforderungen:

Mischgutsorte		AC TD 16 L	AC TD 22 L
Hohlraumgehalt-Marshall	**Vol.-%**	2,0 bis 5,0	
Stabilität	**kN**	5	
Fliessen	**mm**	2 … 5	
Hohlraumfüllungsgrad	**Vol.-%**	86	86

4.5. Anforderungen an bitumenhaltige Fundationsschichten AC F 22 (TBA GR) mit 85 % Ausbauasphalt

Anwendung: Verwertung von Ausbauasphalt als Kiessandersatz.

Zusätzliche Anforderungen des TBA Graubünden an den AC F 22 nach [4].

4.5.1. Ausbauasphalt

Die minimale Zugabemenge an Ausbauasphalt beträgt 85 %.

4.5.2. Bindemittelgehalt

Mindestbindemittelgehalt B_{min} bei einer mittleren Kornrohdichte der Gesteinskörnung von 2’650 kg/m^3: B_{min} ≥ 4.5 Massen-% (dosiert)

4.5.3. Hohlraumgehalt-Marshall, Marshall-Werte und Hohlraumfüllungsgrad mit Bitumen

Es gelten die folgenden Anforderungen:

Hohlraumgehalt-Marshall	**Vol.-%**	2.0 ... 6.0
Hohlraumfüllungsgrad	**Vol.-%**	≤ 80
Stabilität	**kN**	≥ 7.5
Fliessen	**mm**	1.5 ... 3.5

4.5.4. Eigenschaften des Bindemittels aus Rückgewinnung

Eigenschaften des Bindemittels aus Rückgewinnung: wie Ziffer 4.2.1.1

4.5.5. Anforderungen an den Schichtenverbund

Entgegen der VSS 40 430 gilt der minimale Schichtenverbund von ≥ 12 kN auch zwischen AC F (GR) und der Trag- bzw. Binderschicht.

5. Asphaltmischgut, Eignungsnachweis

Ergänzungen zu SN EN 13108-20 [5]

5.1. Allgemeines

- Der vom TBA GR / Sektion Materialtechnologie anerkannte Eignungsnachweis hat mindestens 5 Arbeitstage vor Beginn der entsprechenden Arbeiten vorzuliegen.
- Der Eignungsnachweis umfasst die Typprüfung und die zusätzlich vom TBA GR geforderten Angaben. Die Verantwortung für den Eignungsnachweis liegt beim Mischgutproduzenten.
- Die Anerkennung des Eignungsnachweises wird schriftlich mitgeteilt und eine Liste der anerkannten Mischgüter geführt. Werden die Anforderungen bei der Qualitätsüberwachung wiederholt nicht erfüllt, wird die Anerkennung des Mischguts aus der erwähnten Liste gestrichen.

5.2. Zusätzliche vom TBA GR geforderte Angaben zur Typprüfung

Der Eignungsnachweis für das TBA GR muss zusätzlich nachfolgende Angaben zur Typprüfung enthalten, der Typprüfungsbericht nach Norm SN EN 13108-20 ist zu ergänzen.

- Dosierter als auch löslicher Bindemittelgehalt.
- Bei Mischgut mit Ausbauasphalt, Sorte des zugegebenen Bitumens und des Zielbitumens.
- Raumdichte der Marshallprüfkörper.
- Rohdichte des Mischguts.
- Untersuchungsresultate der Bestandteile gemäss SN EN 13108-20 Tabelle 1
- Untersuchungsresultate vom Ausbauasphalt gemäss SN EN 13108-8
- Komplette Leistungs- oder Konformitätserklärung aller Gesteinskörnungen inkl. PSV; Anforderungen gemäss SN EN 13043
- Untersuchungsresultate Petrographie gemäss SN 670 115 für Gesteinskörnungen sowie SN 670 116 für Füller
- Bei Mischgut mit hohem Anteil an Ausbauasphalt und Zugabe von Verjüngungsmitteln ist das Langzeit-Alterungsverhalten zu untersuchen. Die zu erbringenden Nachweise werden vom TBA GR / Sektion Materialtechnologie festgelegt.

6. Ergänzungen zum Prüfplan Walzasphalt VSS 40 434 [6]

6.1. **Anwendungsbereich** (zu Ziffer 1 von [6])

Die Prüfplan-Stufe 2 gilt bei allen Kantonsstrassen des TBA GR der Verkehrslastklassen T1 bis T6 mit Einbauten ab 200 to oder Einbauflächen ab 2500 m^2 (siehe Ziffer 6.5.3).

Die Prüfverfahren und die Prüfhäufigkeiten der Norm [6] sind an die speziellen Gegebenheiten des Kantons Graubünden angeglichen.

6.2. **Vorgehen** (zu Ziffer 5 von [6])

Die Beurteilung des Mischguts basiert auf den Prüfergebnissen des Labors des Unternehmers (Ausnahme: siehe Ziffer 6.4 und 6.5.3.1) und für die eingebaute Schicht auf den Prüfergebnissen des Labors des Bauherrn.

6.3. Verantwortlichkeiten der Probenahme (zu Ziffer 9 von [6])

Die Entnahme von Mischgut erfolgt durch Unternehmer und stichprobenweise durch den Bauherrn auf der Baustelle.

Im Regelfall erfolgt die Entnahme der Bohrkerne aus der eingebauten Schicht durch den Unternehmer, bei Bedarf durch den Bauherrn.

Allfällige in Auftrag gegebene Mischgutproben des Bauherrn sind zusammen mit dem Prüfauftrag und der gültigen Mischgut-Sollzusammensetzung innerhalb 1 Woche nach Entnahme dem Labor der Sektion Materialtechnologie des TBA GR zuzustellen.

6.4. Prüflabors zur Durchführung der Prüfungen (zu Ziffer 10 von [6])

Das Prüflabor des Unternehmers muss akkreditiert und zusätzlich vor Beginn der Einbauten aufgrund von Vergleichsversuchen (z.B. über die Teilnahme am ROBIN Ringversuch) vom TBA GR anerkannt sein.

Mit stichprobenartigen Prüfungen des Mischguts durch das Labor des Bauherrn wird die Übereinstimmung der Resultate zum Labor des Unternehmers kontrolliert.

Sind die Differenzen zwischen den Resultaten des Labors des Bauherrn und des Labors des Unternehmers grösser als die erlaubte Prüfgenauigkeit nach Ziffer 7.1.7, so ist die Ursache abzuklären. Die Resultate des Labors des Bauherrn sind bis zum Nachweis, dass diese nicht in Ordnung sind, massgebend.

Bei wiederholtem Überschreiten der nach Ziffer 7.1.7 geforderten Prüfgenauigkeit wird die Anerkennung für das Labor des Unternehmers aufgehoben.

Das Prüflabor des Unternehmers darf nicht dasselbe sein wie jenes des Mischgutwerkes.

Anmerkung: Vom Bauherrn werden die Prüfergebnisse des Unternehmers zur Abnahme des Mischguts sowie zur Prüfung der eingebauten Schicht verwendet.

6.5. Einbau und Kontrollen der Walzasphalte

6.5.1. Probenahme von Mischgut (zu Ziffer 9 [6])

Proben für das Bauherrenlabor werden nur bei Bedarf entnommen. Die Entnahme hat so zu erfolgen, dass die beiden, vom Unternehmer und Bauherr gleichzeitig aus demselben Entnahmeort parallel entnommenen Proben, möglichst gleich zusammengesetzt sind. Mehrere Proben als auch die Rückstellproben sind von verschiedenen Mischgutlieferungen zu entnehmen.

Die Entnahme erfolgt in Gegenwart je eines Vertreters des Bauherrn und des Unternehmers. Alle massgebenden Parameter zur Probenahme werden in visierten Prüfaufträgen sowie auf den Probenahmeschachteln festgehalten. Alle gemäss Prüfplan zu entnehmenden Proben (Proben, Rückstellproben, allfällige Parallelproben) werden umgehend an die jeweiligen Prüflabore gesendet und dort sicher und geschützt bis zur Untersuchung aufbewahrt (min. bis zur Bauabnahme). Nachträglich nachgereichte Proben können nicht in der Beurteilung berücksichtigt werden.

Angaben auf den Probenschachteln:
Bauobjekt, Aufbereitungsanlage, Mischgutsorte, Bindemittelsorte, Entnahmedatum, Entnahmezeit, Entnahmetemperatur, Lieferscheinnummer, Entnahmeort.
Die Mischgutdeklaration mit Angabe der Sollzusammensetzung ist dem Prüfauftrag beizulegen.

6.5.2. **Probenahme von Bohrkernen** (zu Ziffer 8.4 und 8.5 [6])

Die Entnahme der Bohrkerne erfolgt nach Einbau der Trag- und Binderschicht bzw. nach Einbau der Deckschicht. Das Prüfen der Bohrkerne erfolgt durch das Labor des Bauherrn.

1. Ausnahme - Beim Entscheid des Unternehmers für den Einbau weiterer Schichten.

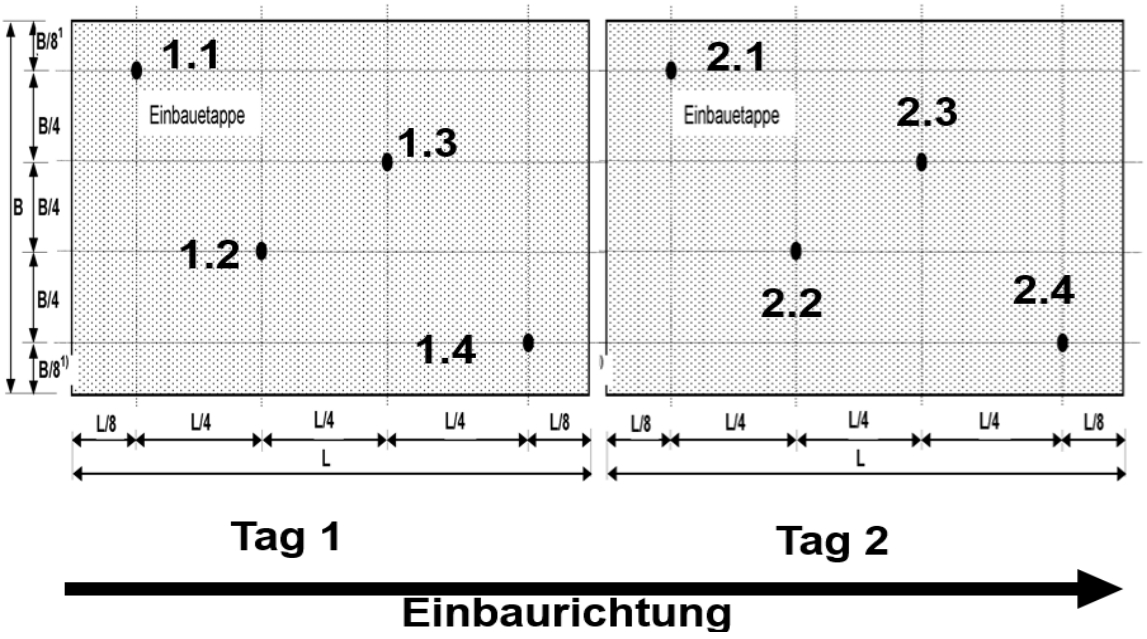
Die Bohrkernentnahme und die Prüfung erfolgt durch den Unternehmer (siehe Ablaufschema der Weisung [8])
Baut der Unternehmer weitere Schichten ein, bevor die Ergebnisse der vorgegebenen Prüfungen der darunter liegenden Schicht vorliegen oder sind diese ungenügend, trägt der Unternehmer das Risiko bezüglich aller Massnahmen bei Nichterfüllung der Q-Anforderungen gemäss Abs. 8.

2. Ausnahme - Bei ungenügenden Prüfergebnissen.

Die Bohrkernentnahme und die Prüfungen erfolgen nach Angabe TBA GR (Brl AC).
Die Bohrkern-Entnahme ist grundsätzlich gemäss der Abbildung Entnahmeplan für Bohrkerne durchzuführen. Anpassungen können vom Unternehmer vorgeschlagen werden, unterliegen aber der Zustimmung des Bauherrn, Brl AC.

Der effektive Entnahmeort wird in Absprache mit dem Unternehmer durch den Vertreter des Bauherrn festgelegt.

Abbildung: Entnahmeplan für Bohrkerne



B: Breite der in einem Arbeitsgang eingebauten Schicht bzw. Breite der Tagesetappe
L: Die Länge ergibt sich aus der zu prüfenden Fläche bzw. pro Tagesetappe (Überlappungen gemittelt)
[1)] Mindestens 0.50 m

Bohrkerne dürfen erst nach vollständigem Erkalten der Schichten entnommen werden.

Der Bohrkerndurchmesser hat 150 mm ± 2 mm zu betragen.

Die Bohrkernentnahme zur Prüfung des Schichtenverbunds nach Leutner hat gemäss SN EN 12697-48 frühestens einen Tag nach Einbau zu erfolgen.

Entnahme spätestens 14 Tage nach Einbauende. Die Bohrkerne sind umgehend dem Labor der Sektion Materialtechnologie des TBA GR zuzusenden.

Alle Angaben zur Bohrkernentnahme sind durch den Unternehmer im Prüfauftrag für Bohrkerne, visiert durch die Bauleitung festzuhalten. Die Entnahmestellen sind in der Skizze (siehe Vorlage zum Prüfauftrag) aufzuzeichnen und mit dem Prüfauftrag abzugeben.

Alle BK sind eindeutig mit geeigneten Mitteln auf der Seite zu beschriften.



6.5.3. Umfang der Prüfungen (zu Ziffer 8.3 von [6], ersetzt Tabelle 2 von [6])

Anzahl Prüfungen pro Schicht für den Einbau					
Material	**Prüfungen**	**Anforderungen gemäss**	**Stufe 2**		**Bemerkungen**
			Bauherr	**Unternehmer**	
1. Mischgut Deck-, Binder-, Trag-, Fundationsschicht	– Hohlraumgehalt-Marshall Raumdichte, VFB, VMA, Marshallwerte – Korngrössenverteilung – Löslicher Bindemittelgehalt	SN EN 13108-X VSS 40 436	**B** 4) **B** 4) **B** 4)	**B** **B** **B**	
2. Bindemittel Aus Rückgewinnung	– Erweichungspunkt RuK – Penetration – Elastische Rückstellung[1)] – Kraft-Duktilitätsprüfung[2)]	Anforderung BB2[3)]	**D** 4) **D** 4) **D** 4) **D** 4)	**D** **D** **D** **D**	Für jede Mischgutsorte und jeden Mischguttyp
	– Bitumen-Typisierungs-Schnell-Verfahren (BTSV)	Keine Anforderungen	**D** 4)	**D**	
3. Schicht	Verdichtungsmessungen mit der Isotopensonde	VSS 40 430		**V**	
4. Bohrkerne Deck-, Binder-, Trag-, Fundationsschicht	– Schichtdicke – Hohlraumgehalt – Verdichtungsgrad – Schichtenverbund nach Leutner	 VSS 40 430 VSS 40 436 	**F** 7) **F** 7) **F** 7) **F** 7)	– – – –	
5. Griffigkeit Deckschicht	Dynamisches Messsystem	VSS 40 525	1 5)	–	
6. Ebenheit Deckschicht	Ebenheit in Längsrichtung	VSS 40 525	1 5)	–	
7. Einbauprotokoll Deck-, Binder-, Trag-, Fundationsschicht		VSS 40 430	–	1	Pro Einbauetappe (Tagesetappe)
B Mischgut	<u>Einbaustärken bis und mit 40 mm</u> • Bis 200 to: pro Baumassnahme • Ab 200 to: pro Baumassnahme • Ab 200 to: pro Tagesetappe oder pro vollendete 200 to <u>Einbaustärken von 41 bis und mit 69 mm</u> • Bis 350 to: pro Baumassnahme • Ab 350 to: pro Baumassnahme • Ab 350 to: pro Tagesetappe oder pro vollendete 350 to <u>Einbaustärken grösser gleich 70 mm</u> • Bis 500 to: pro Baumassnahme • Ab 500 to: pro Baumassnahme • Ab 500 to: pro Tagesetappe oder pro vollendete 500 to				- Stichprobe 6) (mindestens 2 Proben + 2 Rückstellproben) - mindestens 2 Proben + 2 Rückstellproben - 1 Probe + 1 Rückstellprobe - Stichprobe 6) (mindestens 2 Proben + 2 Rückstellproben) - mindestens 2 Proben + 2 Rückstellproben - 1 Probe + 1 Rückstellprobe - Stichprobe 6) (mindestens 2 Proben + 2 Rückstellproben) - mindestens 2 Proben + 2 Rückstellproben - 1 Probe + 1 Rückstellprobe
D Bindemittel					- 1 pro Einbauetappe (innerhalb max. 5 Arbeitstagen 1x)

F Bohrkerne	<u>Deckschichten / Tragdeckschichten</u>	(siehe 6.5.2, 2. Ausnahme)
	• Bis 3000 m²:	- Stichprobe [6] (4 Bohrkerne)
	• Ab 3000 m² - 5000 m²:	- 4 Bohrkerne
	• Über 5000 m²:	- 4 Bohrkerne pro vollendete 5000 m²
	<u>Binder- / Trag- / Fundationsschichten</u>	
	• Bis 2500 m²:	- Stichprobe [6] (4 Bohrkerne)
	• Ab 2500 m² - 5000 m²:	- 4 Bohrkerne
	• Über 5000 m²:	- 4 Bohrkerne pro vollendete 2500 m²
V Verdichtungsmessungen Bei Belagsflächen > 2500 m² und bei allen Schutz- / Tragschichten auf Brücken. Bei Belagsflächen > 2500 m² sind 200 m der ersten Einbauetappe und ab 7500 m² 200 m einer weiteren Etappe zu messen.		

[1] Nur für elastomermodifizierte PmB
[2] Nur für plastomermodifizierte PmB
[3] BB2, TBA GR, Anhang 9
[4] Probenahme und Prüfung nach Bedarf
[5] Prüfung fakultativ
[6] kleine Objekte mit besonderer Beanspruchung (Mischgut Typ S/H) wie Kreisel, Kreuzungen, Brücken etc.
[7] Im Regelfall Bohrkernentnahme durch Unternehmer, Prüfung durch Bauherrn

Tabelle: Anzahl Prüfungen pro Schicht für den Einbau

6.5.3.1. Prüfung von Mischgut und Bindemittel aus Rückgewinnung (zu Ziffer 8.3 von [6])

Wenn bei einer Tagesetappe ein Einzelwert des Hohlraumgehaltes bzw. wenn ein Einzelwert oder ein Mittelwert des löslichen Bindemittelgehaltes ungenügend sind, prüft der Unternehmer <u>alle</u> Proben und Rückstellproben der entsprechenden Tagesetappe von der betreffenden Mischgutsorte.

Wenn die Penetration oder der Erweichungspunkt des rückgewonnenen Bitumens ungenügend ist, prüft der Unternehmer zusätzlich eine Rückstellprobe aus derselben Tagesetappe.

Rückstellproben sind mindestens 3 Monate lang nach Erstellen des Prüfberichts und in jeden Fall bis zur Abnahme des Bauobjekts vom beauftragten Labor aufzubewahren.

6.5.3.2. Prüfung von Bohrkernen (zu Ziffer 8.4 von [6])

Im Normalfall verwendet der Bauherr für die Berechnung des Hohlraumgehaltes und des Verdichtungsgrades von Bohrkernen die Prüfresultate der Bestimmungen der Rohdichte und der Bezugsraumdichte von Mischgut vom Labor des Unternehmers.

Fehlende oder unsichere Bestimmungen der Rohdichte und der Bezugsraumdichte kann der Bauherr mit Bestimmungen an der Bohrkernsammelprobe ersetzen.

6.6. Prüfergebnisse (zu Ziffer 11 von [6])

Bauherr und Unternehmer tauschen die Ergebnisse der Prüfungen gemäss Ziffer 6.5.3 laufend aus.

6.6.1. Prüfberichte des Unternehmers von Mischgut und Bindemittel

Der Prüfbericht muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Objekt
  Auftraggeber, Bauleitung, Strassenzug, Objekt, Einbaudistanz
- Mischgut
  Aufbereitungsanlage, Mischgutsorte, Zielbitumen, Zugabebitumen, Zusätze, Anteil Ausbauasphalt, Datum der Mischgutdeklaration, Prüflabor der Mischgutdeklaration
- Probenahme
  Entnahmedatum, Entnahmezeit, Entnahmetemperatur, Lieferscheinnummer, Entnahmeort und Entnahme durch.
- Resultate der gemäss Ziffer 6.5.3 erforderlichen Prüfungen an Mischgut und Bindemittel.

6.6.2. Zusammenstellung des Unternehmers zur Probenahme und Prüfung von Mischgut und Bindemittel

In der Zusammenstellung sind die Prüfresultate je Tagesetappe auszuwerten.

Die Sollzusammensetzung, die zulässigen Grenzwerte und Toleranzen sind anzugeben.

Die Angaben zur Probenahme sind sowohl für die geprüften Proben als auch für die Rückstellproben aufzulisten.

Bei den geprüften Proben sind die Einzelwerte zusammenzustellen.

Die Mittelwerte sind für jede Tagesetappe mit mindestens 2 Prüfresultaten zu berechnen, bei nur einem Prüfresultat gilt der Einzelwert als Mittelwert.

Der Hohlraumgehalt-Marshall, der Hohlraumfüllungsgrad und die Marshall-Prüfwerte sind bezüglich der Grenzwerte zu beurteilen: Ziffer 4.2 bis 4.5

Die Abweichungen des Bindemittelgehaltes und der Korngrössenverteilung sind bezüglich der Mischgut-Sollzusammensetzung zu beurteilen.

- Zulässige Toleranzen für Einzel- und Mittelwerte der Korngrössenverteilung:
  Ziffer 4.2.2.1 bzw. 4.3.8.1
- Zulässige Toleranzen für Einzel- und Mittelwerte des Bindemittelgehaltes:
  Ziffer 4.2.2.2 bzw. 4.3.8.2

Die Eigenschaften des Bitumens aus Rückgewinnung sind zu beurteilen: Ziffer 4.2.1

Die Zusammenstellung ist inklusive Prüfberichte, Prüfauftrag und Mischgutdeklaration vom Prüflabor direkt dem Bauherrn per E-Mail im pdf-Format gemäss folgendem Verteiler zuzustellen.

Verteiler:
- TBA GR, Bauleitung
- TBA GR, Sektion Materialtechnologie
  (belagsbau@tba.gr.ch)
- Lieferwerk

6.6.3 Abgabetermine

Die Abgabetermine der Prüfergebnisse des Unternehmers nach Ziffer 6.6.1 und 6.6.2 variieren je nach Qualitätsniveau des Mischguts.

- Probeeinbauten und Objekte mit provisorisch freigegebenem Mischgut gemäss Liste der anerkannten Mischgüter des TBA GR: Vor Einbau der nächsten Etappe.
- Objekte mit ungenügenden Einzelwerten bei der letzten Prüfung, insbesondere von Hohlraum- und / oder Bindemittelgehalt des Mischguts: Vor Einbau der nächsten Etappe.
- Grössere Objekte ab 1000 to Einbaumenge oder ab 5000 m^2 Einbaufläche mit mehreren Tagesetappen: 3 Arbeitstage nach Probenahme.
- Übrige Objekte: 20 Kalendertage nach Probenahme.

7 Prüfverfahren

Ergänzungen zu den Prüfnormen

7.1 Prüfverfahren der Einbaukontrollen

7.1.1 Probenahme von Mischgut, SN EN12697-27

- Die Probenahme erfolgt nach Norm SN EN 12697-27 "Asphalt - Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 27: Probenahme".
- Probenahmen aus der Förderschnecke des Fertigers sind in Abweichung zur Norm nicht zulässig.
- Probemenge für Frischbelagskontrollen: 12 kg für Nennkorngrössen ≤ 16 mm und 16 kg für Nennkorngrössen > 16 mm. In der Regel ist das eine Schachtel pro Probe.
- Die Proben müssen repräsentativ für die Tagesetappe bzw. für das Baumassnahme sein, dabei ist zu beachten:
  Die einzelnen Proben und Rückstellproben sind von verschiedenen Mischgutlieferungen zu entnehmen.
  Die erforderliche Probemenge soll aus Mischgutzonen entnommen werden, die gut durchmischt sind und homogen aussehen.
- Je nach den örtlichen Verhältnissen kann die Probenahme auf der Baustelle aus dem Lastwagen oder der Fertigermulde vorgenommen werden.

  Die Probenahme erfolgt mittels Schaufel mit hohem Rand (siehe Bild 1 oder 2 der Prüfnorm). An mindestens 4 verschiedenen Orten ist je eine Einzelprobe zu entnehmen und in den Probenbehälter (Schachtel) zu geben. Vorgängig der Entnahme ist ohne umzuschaufeln an jedem Entnahmeort die Oberschicht 10 cm tief zu entfernen.
  Die Schaufel ist jeweils nach Entnahme der letzten Einzelprobe innen auszukratzen und das Mischgut in die Schachtel zu geben. Das Mischgut aussen an der Schaufel bleibt auf der Baustelle.

7.1.2 Verdichtungskontrolle mit der Isotopensonde

Die Verdichtungskontrolle mit der Isotopensonde muss durch eine akkreditierte Prüfstelle erfolgen.

Beurteilt werden je Einbauetappe die auf ein ganzes Prozent gerundeten Mittelwerte der Verdichtungsgrade der beiden Randstreifen und der beiden Feldstreifen (4 massgebende Mittelwerte).

Für Verdichtungsmessungen mit der Isotopensonde auf der eingebauten Schicht gelten die Anforderungen an Bohrkerne.

7.1.2.1 Grundsätze

- Die Raumdichte wird mit der Isotopensonde nach der Rückstreumethode gemessen.
- Die Betriebsanleitung des jeweiligen Geräteherstellers ist einzuhalten. Die kleinste einstellbare Messtiefe beträgt beispielsweise bei der Troxlersonde (4640B) 2,5 cm.
- Die Kalibrierung der Sonde durch Lieferanten oder andere Prüfstelle darf nicht älter als 2 Jahre sein.
- Der Zeitpunkt muss eindeutig auf der Sonde ersichtlich sein (ev. Kalibrierblatt).

7.1.2.2 Vorbereitung der Messstellen

- Die Messung findet nur auf trockener Oberfläche statt.
- Es kann an jedem Messpunkt gemessen werden, auf den das Messgerätplan und satt aufliegt.

7.1.2.3 Durchführung der Messungen

Messungen in der Nähe von grossen Massen (Baugeräte, Tunnel, Gebäude etc.) sowie von Umspannwerken, Radio-, TV- und Radarstationen etc. können zu falschen Ergebnissen führen.

Die Messungen sind wie folgt auszuführen:

- 20 m Profilabstand
- 4 Messpunkte im Profil (2 Messpunkte im Feld und je einer 50 cm vom Rand)
- pro Messpunkt mind. 2 Messungen mit um 180° gedrehter Sonde (Doppelmessung)
- Die Messgenauigkeit einer Einzelmessung ist abhängig von der Messtiefe.
- Die Messdauer einer Einzelmessung beträgt für Schichtdicken ≤ 4 cm mindestens 0,5 Minuten.

7.1.2.4 Auswertung und Angabe der Ergebnisse

Die Einzelmessungen je Messpunkt dürfen nur dann zu einem arithmetischen Mittelwert zusammengefasst werden, wenn die Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten Einzelwert nicht grösser als die zulässige Spannweite a_{zul} ist.

Die zulässigen Spannweiten für die Raumdichte betragen gemäss Angaben des Herstellers zur Messgenauigkeit, z. B. beim Troxler-Modell 4640B, in kg/m^3:

Messtiefe	**2 Einzelmessungen a_{zul} bei Messzeiten in kg/m^3**				**3 Einzelmessungen a_{zul} bei Messzeiten in kg/m^3**			
	0,5 Minuten	**1 Minuten**	**2 Minuten**	**4 Minuten**	**0.5 Minuten**	**1 Minuten**	**2 Minuten**	**4 Minuten**
≤ 4 cm	64	44	30	22	76	53	36	26
über 4 cm bis 6 cm	47	36	25	19	56	43	30	23
> 6 cm	36	25	19	14	43	30	23	17

7.1.2.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Objekt
  - Auftraggeber
  - Bauleitung
  - Strassenzug, Objekt
- Eingebaute Schicht
  - Einbaudatum, Messdatum, Lufttemperatur
  - Belagssorte, Lieferwerk
  - Raumdichte und Rohdichte bei der gültigen Mischgut-Sollzusammensetzung
  - Schichtstärke

- Prüfresultate
  - Laborant
  - Sonde Nr.
  - Messtiefe, Messdauer einer Einzelmessung
  - Angabe über Offset und Datum der Offset-Kalibrierung
  - Bestimmung der Standardzählwerte
  - Überprüfung der Abweichung zwischen Standardzählwerten und Angabe der zulässigen Abweichung (abhängig von Sondentyp)
  - Messprotokoll der Einzelwerte mit Angabe von Messstelle und Messzeit
  - Überprüfung der Abweichung zwischen den beiden Messwerten der Doppelmessung mit Angabe der zulässigen Abweichung (abhängig von Sondentyp, Messtiefe, Messdauer)
  - Zusammenstellung des Verdichtungsgrades mit Mittelwerten und Standardabweichungen in Spalten
  - Beurteilung des massgebenden Mittelwerts je Einbauetappe bezüglich der Anforderungen.

Der Prüfbericht ist vom Prüflabor direkt dem Bauherrn per E-Mail im pdf-Format gemäss folgendem Verteiler zuzustellen.

Verteiler Prüfberichte: - TBA GR, Bauleitung
- TBA GR, Materialtechnologie; (belagsbau@tba.gr.ch)

Korrekturexemplare müssen als solche erkennbar und mit Datum der Korrektur versehen sein. Die vorgenommene Korrektur muss ersichtlich sein.

7.1.3 Probenahme von Bohrkernen, SN EN 12697-27

Bei fehlenden Mischgutentnahmen sind die Mischgut- und Bindemittelprüfungen des Unternehmers gemäss Ziffer 6.5.3 durch den Unternehmer mit Prüfungen an Mischgut von wiedererwärmten Bohrkernen zu ersetzen. Der Entnahmeort wird in Absprache mit dem Unternehmer durch den Vertreter des Bauherrn festgelegt.

Als Ersatz für eine Mischgutprobe sind Bohrkerne ø 150 mm zu entnehmen (Anzahl entsprechend dem Materialbedarf je Schicht).

7.1.4 Rückgewinnung des Bindemittels SN EN 12697-3

Für die Wahl der Prüfmethode und des Lösungsmittels sind abweichend zum Nationalen Anhang ebenfalls jene der EN-Norm erlaubt. Dabei gilt folgendes:

- Referenzverfahren
  Kalt-Extraktion mit Lösungsmittel Toluol, chemisch rein.
- Ebenfalls zulässige Verfahren
  Heissextraktion mit Toluol sowie Heiss- und Kaltextraktion mit chlorierten Lösungsmitteln (z. B. Tetrachlorethylen) oder anderen geeigneten Lösungsmitteln.
  - Lösungsmittel chemisch rein oder aus Rückgewinnung.
  - Wahl der Destillationsbedingungen nach Nationalem Anhang oder zusätzlich nach EN.

Präzisierung des Rückgewinnungsverfahrens für chlorierte Lösungsmittel:

- Zur Beschränkung der Bindemittelverhärtung durch chlorierte Lösungsmittel muss die Rückgewinnung innerhalb von 3 Stunden nach Start der Extraktion abgeschlossen sein.

7.1.5 Bestimmung der Rohdichte SN EN 12697-5

7.1.5.1 Rohdichte von Heissasphalt

Die Bestimmung der Rohdichte nach Verfahren C (mathematisch) ist nur unter folgenden Bedingungen erlaubt.

Je Mischgutsorte muss bei einer Baumassnahme die Bestimmung der Rohdichte an den ersten 2 Proben nach Verfahren A (Volumetrisch mit Pyknometer) erfolgen. Ebenfalls ist jede weitere 2. Probe nach Verfahren A zu bestimmen. Die übrigen Proben können nach Verfahren A oder C bestimmt werden.

Beispiel zur Wahl des Verfahrens zur Bestimmung der Rohdichte:

Probe Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Verfahren	A	A	A oder C	A	A oder C	A	A oder C	A

Beim Verfahren C sind die Rohdichte der Gesteinskörnung und die Dichte des Bindemittels gemäss Prüfnorm im Prüfbericht anzugeben.

7.1.6 Schichtenverbund mittels Scherhaftfestigkeitsprüfung, SN EN 12697-48

7.1.6.1 Bestimmung des Schichtenverbunds und des Hohlraumgehaltes am gleichen Bohrkern

Bei Binder-, Trag- und AC F (GR) kann die Bestimmung des Schichtenverbunds und des Hohlraumgehaltes am gleichen Bohrkern durchgeführt werden.

Bei Deckschichten sind die Bestimmung des Schichtenverbunds und des Hohlraumgehaltes an separat zu entnehmenden Bohrkernen durchzuführen.

7.1.6.2 Trennen des Schichtenverbunds bei der Entnahme

Erfolgt bei 4 Bohrkernen eine Trennung (Ausreisser) bei der Entnahme, so wird ein 5. Bohrkern nahe dem Getrennten entnommen. Die zusätzliche Entnahme soll mit einem maximalen Abstand von 1 m in Längsrichtung zum Bohrkern erfolgen. Der Mittelwert wird von den 4 nicht getrennten Bohrkernen berechnet.

Bei mehr als einer Trennung bei der Entnahme wird der Schichtenverbund der getrennten Schichten mit 0 kN für die Berechnung des Mittelwerts der Verbundscherkraft berücksichtigt.

7.1.7 Übereinstimmung der Prüfergebnisse verschiedener Labors

Der Vergleich der Prüfgenauigkeit der Labors des Bauherrn und des Unternehmers basiert auf parallel entnommenen Proben, so dass nur das Prüfverfahren allein die Variabilität der Resultate beeinflusst.

7.1.7.1 Maximale Differenz zwischen 2 Labors, Einzelwerte

Die erlaubten maximalen Differenzen basieren auf den Vergleichsstandardabweichungen von Vergleichsversuchen des TBA GR, sie sind gleich oder kleiner als jene der Prüfnormen.

Parameter	**Prüfnorm**	**Maximal zulässige Differenz zwischen 2 Labors Einzelwerte**					
		AC, SMA, AC T 8 mm	**AC, SMA AC T/B 11 mm**	**AC AC T/B 16 mm**	**AC T/B 22 mm**	**AC T 32 mm**	**HRA 16 16 mm**
Bindemittelgehalt	EN 12697-1 1)	0.25 Masse-%	0.27 Masse-%	0.30 Masse-%	0.35 Masse-%	0.39 Masse-%	0.50 Masse-%
Hohlraumgehalt-Marshall	EN 12697-8 2)	1,2 Vol.-%	1,3 Vol.-%	1,4 Vol.-%	1,7 Vol.-%	2,0 Vol.-%	1,7 Vol.-%
Rohdichte	EN 12697-5 1)	20 kg/m^3	20 kg/m^3	20 kg/m^3	20 kg/m^3	20 kg/m^3	30 kg/m^3
Raumdichte	EN 12697-6 2)	22 kg/m^3	25 kg/m^3	30 kg/m^3	39 kg/m^3	47 kg/m^3	30 kg/m^3
Nadelpenetration, Erweichungspunkt	EN 12697-3 3)	Präzisionsangaben der Prüfnormen					

Legende: Maximale Differenz = Vergleichsgrenze = 2,77 * Vergleichsstandardabweichung

Probentyp: 1) Mischgut 2) Marshall-Prüfkörper 3) Bindemittel aus Rückgewinnung

7.1.7.2 Maximale Differenz zwischen 2 Labors, mehrere Einzelwerte

Die Beurteilung einer Serie von Einzelwerten erfolgt fallweise. Den Entscheid fällt das TBA GR / Sektion Materialtechnologie aufgrund der Prüfgenauigkeit von Vergleichsversuchen des TBA GR.

7.2 Prüfverfahren der Typprüfung

7.2.1 Wasserempfindlichkeit, SN EN 12697-12

In Abweichung zur SN EN 12697-12, Ziffer 5, können bei Asphaltmischgut mit maximaler Korngrössen > 22 mm die Prüfkörper mit dem Marshall-Verdichtungsgerät hergestellt werden.

8 Vorgehen bei Abweichungen von normierten Qualitätsanforderungen

Ergänzungen zur Weisung ASTRA 71 005, Qualitätsanforderungen bitumenhaltiger Schichten, Massnahmen bei Abweichungen, [8]

8.1 Einleitung (zu Ziffer 1 der Weisung [8])

Für die Massnahmen bei Nichterfüllen der Qualitätsanforderungen gilt die Weisung ASTRA 71 005 [8] zusammen mit den nachfolgenden Ergänzungen für alle Belagsarbeiten des TBA GR.

Für Nationalstrassenprojekte gilt nur die Weisung ASTRA 71 005 ohne nachfolgende Ergänzungen.

Die Norm VSS 40 434 "Prüfplan für Walzasphalt" gilt zusammen mit der Ergänzung des Ziffer 6.

Die Massnahmen bei Nichterfüllen der Qualitätsanforderungen gelten ebenfalls für die bitumenhaltigen Fundationsschichten AC F (TBA GR) mit 85 % Ausbauasphalt.

8.2 Bewertung (zu Ziffer 2 der Weisung [8])

8.2.1 System

8.2.1.1 Grundsätzliches (zu Ziffer 2.1.1 und 2.3.2 der Weisung [8])

Erläuterung: Aufgrund der speziellen klimatischen Situation im Kanton Graubünden wird bei zu hohen Hohlraumgehältern der eingebauten Schicht die Gebrauchsdauer der Beläge stark verkürzt. Bei zu tiefen Hohlraumgehältern sind bei den im Kanton Graubünden üblicherweise verwendeten weichen Bitumensorten Spurrinnen möglich.

Bei Über- oder Unterschreiten der Grenzwerte für den Hohlraumgehalt-Marshall und für den Hohlraumgehalt der eingebauten Schicht der Tabellen Ziffer 8.6 sind als Massnahme "linearer Abzug" bzw. "Nachbesserung oder Ersatz" festgelegt.

Rangfolge der Massnahmen:

1. Priorität: Massnahmen nach Ziffer 8.6
2. Priorität: Massnahmen nach Ziffer 8.2.3

In Fällen von direkt unter der Deckschicht liegenden Tragschichten gelten für die Tragschichten die Massnahmen der Binderschichten gemäss Abb. 2.1 in Ziffer 2.1.1 der Weisung [8].

8.2.1.2 Massgebende Prüfergebnisse (zu Ziffer 2.1.2 der Weisung [8])

Für Bauobjekte der Stufe 2 gilt:

Pro Tagesetappe werden die Bewertungspunkte aufgrund folgender Prüfergebnisse des Labors des Unternehmers und des Bauherrn bestimmt:

Mischgut:
- Mittel von B[1] Prüfungen, ≥ 2 Proben, Prüfungen des Unternehmerlabors, sofern gemäss Ziffer 6.4 nicht abweichend vom Bauherrenlabor

Bindemittel, zurückgewonnen aus Mischgut:
- Mittel von 2 Einzelwerten (Probe und Rückstellprobe), Prüfungen des Unternehmerlabors, sofern gemäss Ziffer 6.4 nicht abweichend vom Bauherrenlabor.

Eingebaute bitumenhaltige Schicht (Belag):
- Mittel von D[1] Prüfungen, ≥ 4 Proben, Prüfungen des Bauherrenlabors

[1] Gemäss Ziffer 6.5.3, Anzahl Prüfungen pro Schicht für den Einbau

Anmerkung: Massnahmen bei ungenügender Verdichtung des eingebauten Belags werden nicht aufgrund von Isotopensondenmessungen sondern ausschliesslich aufgrund von Prüfungen an Belagsbohrkernen ergriffen.

Eine grössere Anzahl von Prüfungen kann ausnahmsweise im gegenseitigen Einverständnis zwischen TBA GR (Materialtechnologie) und Unternehmer durch die Labors der Vertragspartner durchgeführt und in die Beurteilung mit einbezogen werden.

8.2.2 Kriterien (zu Ziffer 2.2 der Weisung [8])

Keine Ergänzungen.

8.2.3 Vorgehen (zu Ziffer 2.3 der Weisung [8])

Erfolgt ein Abzug, so entspricht dessen prozentuale Höhe dem Total der Bewertungspunkte, bezogen auf die Kosten der eingebauten Schicht für die betreffende Tagesetappe:

Abzug = Einbautonnage x Einheitspreis x Bewertungspunkte / 100

Der Minimalbetrag für einen Abzug ergibt sich aus dem Mehraufwand bzgl. der Nachbohrung und -kontrolle durch das TBA GR MT und wird pauschal mit CHF 3'000.- dem Unternehmer in Rechnung gestellt.

Vergütung ungenügender Einzelproben

Die Kosten für die notwendigen, vom Bauherrn verlangten Prüfungen, werden dem Unternehmer gemäss SIA Art. 139, Abs. 1 mit den dazu vorgesehenen Positionen im NPK 112 vergütet. Es ist dabei nicht erheblich, ob diese erfüllen.

8.3 Entscheid zum Einbau weiterer Schichten (zu Ziffer 3 der Weisung [8])

8.3.1 Vorgehen (zu Ziffer 3.1 der Weisung [8])

Für Bauobjekte der Stufe 2 gilt in Anlehnung an Bauobjekte der Stufe 1 folgendes:

Der Entscheid zum Einbau einer weiteren Schicht erfolgt gemäss Ablaufschema durch den Unternehmer aufgrund der Ergebnisse seines Labors. Das Weisungsrecht des Bauherrn bleibt vorbehalten.

8.3.2 Ablaufschema (zu Ziffer 3.2 der Weisung [8])

Die Abbildung des Ablaufschemas in der Weisung [8] gilt ebenfalls für Bauobjekte der Stufe 2.

8.4 Anforderung an die Oberfläche, ausserhalb des Bewertungs-Sytems
(Ergänzung zu der Weisung [8])

8.4.1 Längsebenheit (Ergänzung der Weisung [8])

Für Bauobjekte der Stufe 2, Deckschichten:

Kriterium	Massgebender Kennwert	Anforderung	Massnahme bei Abweichung
Ebenheit längs, Mittelwert	s_W: Standardabweichung der W-Werte über eine Messlänge von 250 m Länge [‰]	VSS 40 525	≤ 0,2 ‰ vom s_W - Abnahmewert: Minderwert min. 20 % des nichterfüllten Teiles > 0,2 ‰ vom s_W - Abnahmewert: Nachbesserung, Ersatz
Ebenheit längs, Einzelwert	W: Maximaler Winkelwert als Einzelwert [‰]	VSS 40 525	Massnahme fallweise
Ebenheit quer	T: Muldentiefe unter 4-m-Latte [mm]	VSS 40 525	Massnahme fallweise

Für Bauobjekte der Stufe 2, Binder- und Tragschichten:

Kriterium	Massgebender Kennwert	Anforderung	Massnahme bei Abweichung
Ebenheit längs, Mittelwert	s_W: Standardabweichung der W-Werte über eine Messlänge von 250 m Länge [‰]	BB2, Anhang 9, Art. 2.6.3	≤ 0,4 ‰ vom s_W - Abnahmewert: Minderwert min. 20 % des nichterfüllten Teiles > 0,4 ‰ vom s_W - Abnahmewert: Nachbesserung, Ersatz
Ebenheit längs, Einzelwert	W: Maximaler Winkelwert als Einzelwert [‰]	BB2, Anhang 9	Massnahme fallweise
Ebenheit quer	T: Muldentiefe unter 4-m-Latte [mm]	BB2, Anhang 9	Massnahme fallweise

8.4.2 Griffigkeit (Ergänzung der Weisung [8])

Nachbesserung bei Nichteinhaltung der Norm VSS 40 525 definierten Richtwerte (Nulltoleranz).

8.5 Eigenschaften für Bindemittel aus Rückgewinnung (zu Ziffer 2.2.2 der Weisung [8])

Anstelle der Tabelle 10 der [2] gelten die Anforderungen des Ziffer 4.2.1

8.6 Erhebliche Abweichungen
Festlegung der Massnahme: "linearer Abzug" bzw. "Nachbesserung oder Ersatz"

8.6.1 Mischgut, Hohlraumgehalt Marshall

Mittelwert von ≥ 2 Mischgutproben.

Bei Prüfungen nach Ziffer 6 gelten die Toleranzen des Mittelwerts ab 2 Proben.

8.6.2 Eingebaute bitumenhaltige Schicht (Belag), Hohlraumgehalt
Mittelwert von ≥ 4 Bohrkernen

Erhebliche Abweichungen des Hohlraumgehaltes der eingebauten Schicht vom zulässigen Bereich nach VSS 40 430 mit Massnahme "linearer Abzug" bzw. "Nachbesserung oder Ersatz" gemäss nachfolgender Tabelle:

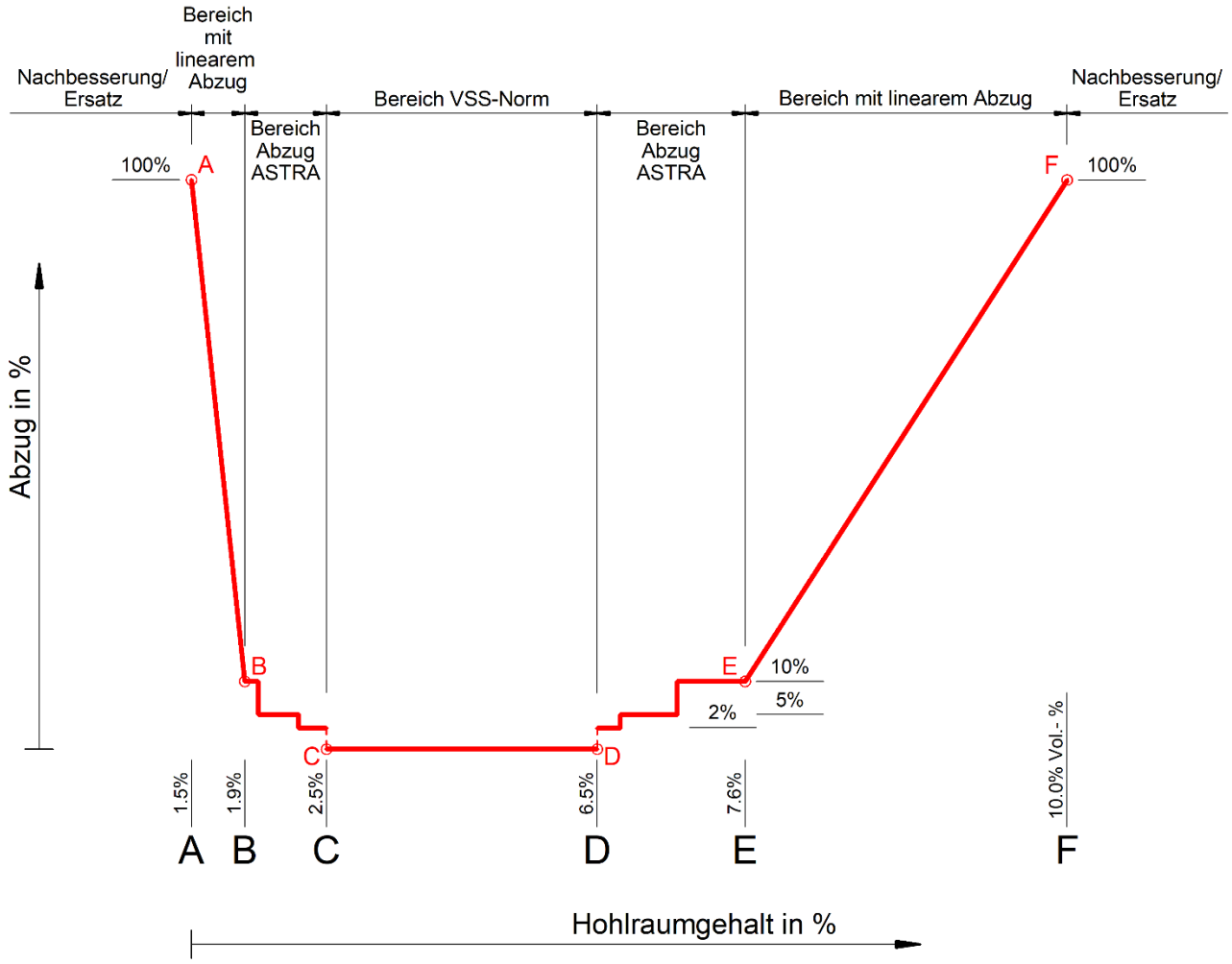
	A	B	C		D	E	F
Mischgutsorte	**Nach-bess-erung/ Ersatz Vol.-%**	**Bereich mit linearem Abzug *) Vol.-%**	**Bereich mit Abzug ASTRA**	**Zulässiger Bereich VSS 40 430 BB2, Ziffer 2.5.2** Vol.-% Vol.-%	**Bereich mit Abzug ASTRA**	**Bereich mit linearem Abzug *) Vol.-%**	**Nach-bess-erung/ Ersatz Vol.-%**
HRA 16	≤ 0,5	≤ 0,9		2,5 6,0		≥ 6,6	≥ 9,5
AC TD 16 L, AC TD 22 L	≤ 1,0	≤ 1,4		2,0 7,0		≥ 7,6	≥ 9.5
SMA 8, SMA 11	≤ 1,0	≤ 1,4		2,0 6,0		≥ 6,6	≥ 9,5
AC 8 S/H, AC 11 S/H	≤ 1,0	≤ 1,9		2,5 6,0		≥ 6,6	≥ 9,5
AC 8 N, AC 11 N	≤ 1,0	≤ 1,9		2,5 6,5		≥ 7,1	≥ 10,0
AC B 11 S, AC B 16 S/H, AC T 16 S/H	≤ 1,5	≤ 1,9		2,5 6,0		≥ 7,1	≥ 10,0
AC B 22 S/H	≤ 1,5	≤ 1,9		2,5 6,5		≥ 7,6	≥ 10,0
AC T 11 N, AC T 16 N, AC T 22 N	≤ 1,5	≤ 1,9		2,5 6,5		≥ 7,6	≥ 10,0
AC T 22 S/H, AC T 32 S/H	≤ 1,5	≤ 1,9		2,5 6,5		≥ 7,6	≥ 10,0
AC F 22 (TBA GR) mit 85 % RA	≤ 1,0	≤ 1,4		2,0 6,5		≥ 7,6	≥ 10,0
	A	B	C		D	E	F

TD = Tragdeckschicht, Ziffer 2.6.2 RA = Ausbauasphalt

*) Der Abzug zwischen den Bereichsgrenzen B und A bzw. E und F erfolgt linear zunehmend auf 100%. Siehe Darstellung zum Bewertungssystem Ziffer 8.7.

8.7 Darstellung zum Bewertungssystem

Hohlraumgehalt der eingebauten bitumenhaltigen Schicht (Belag), gemäss Ziffer 8.6.2
Beispiel für die Mischgutsorte AC T 22 N



8.8 Mischgut, Bindemittel aus Rückgewinnung, Elastische Rückstellung, Mittelwert von ≥ 2 Mischgutproben

Unterschreitung des zulässigen Bereichs gemäss Ziffer 4.2.1.2

Unterschreitung (absolut)	Bewertungspunkte
≤ 5 %	5
5-20 %	10
> 20 %	20

Die Bewertungspunkte sind dem Total der Bewertungspunkte gemäss Ziffer 2.3.1 der Weisung [8] hinzuzurechnen. Für die Massnahmen gilt Ziffer 2.3.2 der Weisung [8].

8.9 Eingebaute bitumenhaltige Schicht (Belag, AC F (GR)), Schichtenverbund Mittelwert von ≥ 4 Bohrkernen

Unterschreitung der Anforderungen aus VSS 40 430, Art. 48

Unterschreitung (absolut)	Bewertungspunkte
≤ 3 kN	5
3.1-5 kN	10
5.1-7 kN	20
7.1-9 kN	30
9.1-12 kN	40
≥ 12 kN	50

Die Bewertungspunkte sind dem Total der Bewertungspunkte gemäss Ziffer 2.3.1 der Weisung [8] hinzuzurechnen. Für die Massnahmen gilt Ziffer 2.3.2 der Weisung [8].