



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC  
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

**Bundesamt für Strassen**  
**Office fédéral des routes**  
**Ufficio federale delle Strade**

## **Einfluss der Verdichtungstemperatur auf die Ergebnisse der Marshall- Prüfung und der Einbaukontrolle**

**Influence de la température de compactage sur les résultats de l'essai Marshall et sur le contrôle de la mise en œuvre**

**Influence of the compaction temperature on the results of the Marshall test and of the quality of asphalt layers**

**Tecnotest AG, Rüschlikon**  
**Max Seeberger**

**Remy Gubler Beratung, Thusis**  
**Dr. Remy Gubler**

**Forschungsprojekt VSS 2001/506 auf Antrag des Schweizerischen  
Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen unterstützten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que les auteurs ayant obtenu l'appui de l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 « Clôture du projet », qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

La responsabilità per il contenuto di questo rapporto spetta unicamente agli autori sostenuti dall'Ufficio federale delle strade. Tale indicazione non si applica al modulo 3 "conclusione del progetto", che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e di cui risponde solo quest'ultima.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) supported by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC  
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

**Bundesamt für Strassen**  
**Office fédéral des routes**  
**Ufficio federale delle Strade**

## **Einfluss der Verdichtungstemperatur auf die Ergebnisse der Marshall- Prüfung und der Einbaukontrolle**

**Influence de la température de compactage sur les résultats de l'essai Marshall et sur le contrôle de la mise en œuvre**

**Influence of the compaction temperature on the results of the Marshall test and of the quality of asphalt layers**

**Tecnotest AG, Rüschlikon**  
**Max Seeberger**

**Remy Gubler Beratung, Thuisis**  
**Dr. Remy Gubler**

**Forschungsprojekt VSS 2001/506 auf Antrag des Schweizerischen  
Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

# Impressum

## **Forschungsstelle und Projektteam**

**Projektleitung**  
Max Seeberger

**Mitglied**  
Dr. Remy Gubler

## **Federführende Fachkommission**

Fachkommission 5: Bau- und Geotechnik

## **Begleitkommission**

**Präsident**  
Dr. Christian Angst, IMP Bautest AG, Oberbuchsitzen

**Mitglieder**  
Michel Pittet, LAVOC, Lausanne  
Yvan Ramel, Ertec SA, Yverdon-les-Bains  
Felix Solcà, Baustoffprüflabor BSL, Uetendorf

## **Antragsteller**

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

## **Bezugsquelle**

Das Dokument kann kostenlos von <http://www.mobilityplatform.ch> heruntergeladen werden.

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Impressum .....</b>	<b>4</b>
	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>7</b>
	<b>Résumé .....</b>	<b>8</b>
	<b>Summary .....</b>	<b>9</b>
<b>1</b>	<b>Zielsetzung.....</b>	<b>11</b>
1.1	Ausgangslage .....	11
1.2	Projekt und Forschungsgesuch.....	11
<b>2</b>	<b>Vorgehen und Prüfprogramm .....</b>	<b>12</b>
2.1	Zeitlicher Ablauf .....	12
2.2	Änderung des Prüfprogramms .....	12
2.2.1	Änderung der Verdichtungstemperaturen in [EN1].....	12
2.2.2	Marshall-Verdichtungsgeräte .....	13
2.3	Durchgeführtes Prüfprogramm.....	15
2.4	Verwendete Prüfmethode .....	15
2.4.1	Probenvorbereitung, Marshall-Verdichtungsgerät .....	15
<b>3</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>17</b>
3.1	Altes Verdichtungsgerät .....	17
3.1.1	Zielbitumen 50/70.....	17
3.1.2	Zielbitumen 70/100.....	19
3.2	Neues Verdichtungsgerät.....	20
3.2.1	Zielbitumen 50/70.....	20
3.2.2	Zielbitumen 70/100.....	20
3.3	Einfluss der Verdichtungstemperatur .....	21
3.3.1	Überprüfen der Normalverteilung.....	21
3.3.2	Überprüfen der Relevanz mit dem t-Test, Grundlagen.....	23
3.3.3	Überprüfen der Relevanz der Verdichtungstemperatur .....	24
3.4	Einfluss des Verdichtungsgerätes.....	27
3.5	Einfluss des Alters des Prüfkopfes .....	28
<b>4</b>	<b>Folgerungen und Empfehlungen.....</b>	<b>29</b>
4.1	Datenlage und Forschungsziele.....	29
4.2	Einfluss der Verdichtungstemperatur .....	29
4.3	Vergleich des alten und neuen Verdichtungsgerätes .....	30
4.4	Alter und neuer Prüfkopf .....	30
4.5	Empfehlungen .....	30
4.5.1	Marshall-Prüfung, Normen .....	30
4.5.2	Kontrolle der Qualität von Asphalt-Mischgut und Verdichtung .....	30
4.5.3	Probenvorbereitung, Marshall-Verdichtungsgerät [EN1] .....	31
4.5.4	Marshall-Prüfung [EN2], Zustand des Prüfkopfes.....	31
	<b>Anhänge .....</b>	<b>32</b>
	<b>Abkürzungen .....</b>	<b>91</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>93</b>
	<b>Projektabschluss .....</b>	<b>95</b>
	<b>Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen .....</b>	<b>98</b>



## Zusammenfassung

Beim Wechsel von der alten Schweizer Norm SN 671 969c Marshall-Prüfung [SN1] zu den neuen Europäischen Normen EN 12697-30 Probenvorbereitung, Marshall-Verdichtungsgerät [EN1] und EN 12697-34 Marshall-Prüfung [EN2] erfolgte mit der tieferen Verdichtungstemperatur die wichtigste Umstellung im Prüfverfahren. In dieser Forschung konnten die Auswirkungen abgeklärt werden. Die durchgeführten statistischen Untersuchungen erlauben die Bewertung der gefundenen Unterschiede.

Am 1. Dezember 2004 lagen die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit vor und wurden in einem Entwurf der Fachkommission 5 zugestellt und besprochen. Die Ergebnisse konnten für die im Januar 2005 veröffentlichten Schweizer Normen berücksichtigt werden. Entsprechend waren keine Anpassungen an die Anforderungswerte für die Hohlraumgehalte der Marshall-Prüfkörper (Normen SN 640 431-1, -5 und -7) und an die Verdichtungsgrade (Norm SN 640 430) vorzunehmen.

### **Auswirkungen auf die Verdichtung gemäss EN 12697-30**

Geprüft wurden Asphalt-Mischgut mit Zielbindemittel 70/100 (für das neu ein Sollwert der Verdichtungstemperatur von 135°C statt 145°C gilt) und mit der grössten Temperaturdifferenz das Zielbindemittel 50/70 (Sollwert neu 135°C statt 155°C). In beiden Fällen nimmt die Raumdichte für [EN1] leicht ab und dementsprechend, durch die etwas geringere Verdichtung, der Hohlraumgehalt leicht zu (0.2 Volumen-% bei Zielbindemittel 70/100 und 0.35 Volumen-% bei Zielbindemittel 50/70). Die Zunahme ist statistisch signifikant. Was die Kontrolle der Mischgutproduktion angeht, sind diese geringen Verschiebungen nicht relevant. Die niedrigeren Raumdichten der Marshall-Prüfkörper bei Verdichtung nach der neuen EN-Norm [EN1] führen im Rahmen der Einbaukontrollen rein rechnerisch zu leicht höheren Verdichtungsgraden für die eingebauten Schichten. Das kann in wenigen Grenzfällen dazu führen, dass solche Schichten neu die Anforderungen erfüllen. Eine Verschärfung der Normanforderungen drängt sich angesichts der geringen Verschiebungen aber nicht auf.

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde auch ein altes und neues Verdichtungsgerät verglichen, die beide normgerecht, aber unterschiedlich verdichten. Es zeigt sich, dass die durch den Wechsel des Verdichtungsgerätes verursachte Veränderung von gleicher Grössenordnung ist, wie bei Wechsel der Verdichtungstemperatur.

### **Auswirkungen auf die Marshall-Kennwerte gemäss EN 12697-34**

Im Falle der Stabilität-Marshall nach [EN2] nehmen die gemessenen Werte leicht ab (0.6 kN bei Zielbindemittel 70/100 und 1.2 kN bei Zielbindemittel 50/70). Das kann bei Mischgütern, die die alte Schweizer Norm bisher gerade noch erfüllen, bei Prüfung mit der EN-Norm [EN1] zu einer Änderung dieser Bewertung führen. Nach heutigen Erfahrungen ist die Aussagekraft von Stabilität- und Fliessen-Marshall fraglich. In den Schweizer Normen gibt es entsprechend auch nur noch Anforderungen für N- und L-Mischgut. Keine Anforderungen gibt es jedoch für die Mischgut-Sorten vom Typ S und H für hohe Beanspruchungsklassen.

Auf die Ergebnisse von Stabilität- und Fliessen-Marshall nach [SN1] und [EN2] wurde der Einfluss des Austausches eines alten Prüfkopfes durch einen neuen untersucht. Einen wesentlich grösseren Einfluss als alle anderen Faktoren hat das Alter und dadurch die durch die Benutzung verbundene mechanische Abnutzung sowie Verformung des Prüfkopfes. Der Kontrolle des Zustandes und der geometrischen Abmessungen des Prüfkopfes nach [EN2] ist grösste Beachtung beizumessen.

## Résumé

Le principal changement dans la méthode d'essai qu'a entraîné le passage de l'ancienne norme suisse SN 671 969c Essai Marshall [SN1] aux nouvelles normes européennes EN 12697-30 Confection d'éprouvettes par compacteur à impact, [EN1] et EN 12697-34 Essai Marshall [EN2] réside en une température de compactage plus basse. L'étude statistique effectuée a permis d'évaluer les différences constatées.

Les résultats de cette étude, achevée le 1 décembre 2004, ont été soumis à la Commission technique 5 et discutés au sein de cette dernière. Ces résultats ont été pris en compte dans la norme suisse publiée en 2005, en ce sens qu'il n'a pas été nécessaire d'adapter les valeurs requises pour la teneur en vide des éprouvettes Marshall (Normes SN 640 431-1, -5 et -7) ni celles du degré de compactage (Norme SN 640 430).

### Effets sur le compactage selon la norme EN 12697-30

Les essais ont été effectués sur un enrobé bitumineux avec un liant 70/100 (pour lequel la valeur imposée de la température de compactage est maintenant de 135° au lieu de 145°C) et sur un enrobé avec un liant 50/70 pour lequel cette différence de température est plus importante (nouvelle valeur imposée: 135°C au lieu de 150°). Dans les deux cas, la masse volumique [EN1] diminue légèrement (0.2 % en volume pour le liant 70/100 et 0.35 % en volume pour le liant 50/70). Cette augmentation est statistiquement significative. Ces faibles différences n'ont toutefois pas d'importance pour le contrôle des enrobés lors de leur production. Dans le contrôle de la mise en œuvre, les masses volumiques apparentes plus faibles des éprouvettes Marshall avec le compactage selon la nouvelle norme EN [EN1] conduisent, sur le plan purement mathématique, à des degrés de compactage légèrement plus élevés pour les couches en place. Ceci peut conduire, dans certains cas limites, à ce que de telles couches remplissent maintenant les performances requises. Un durcissement des performances fixées par la norme ne s'impose toutefois pas du fait de ces faibles différences.

Dans ce projet de recherche, on a également procédé à une comparaison entre un ancien et un nouvel appareil de compactage, tous deux conformes à la norme mais sur lesquels le compactage s'effectue différemment. Il en ressort que les différences provoquées par le changement du type d'appareil de compactage sont du même ordre de grandeur que celles dues au changement de la température de compactage.

### Effet sur les valeurs Marshall selon la norme EN 12697-34

Pour ce qui est de la stabilité Marshall selon [EN2], les valeurs mesurées diminuent légèrement (0.6 kN pour le liant cible 70/100 et 1.2 kN pour le liant cible 50/70). Ceci peut conduire, avec l'essai selon la norme EN [EN1], à des changements de classement de type d'enrobé pour les enrobés qui satisfaisaient tout juste les performances requises selon l'ancienne norme suisse. Selon les expériences actuelles, la pertinence de la stabilité et du fluage Marshall est remise en question. Les normes suisses ne mentionnent en conséquence des performances requises que pour les enrobés des types N et L. Elles ne fixent cependant plus de valeurs requises pour les enrobés des types S et H des classes de sollicitation élevées.

On a également étudié l'influence qu'exerce le remplacement d'une vieille tête d'essai par une tête neuve sur les résultats de la stabilité et du fluage Marshall selon [SN1] et [EN2]. L'âge, ainsi que l'usure mécanique provoquée par l'usage et la déformation de la tête d'essai exercent une influence notablement plus grande que tous les autres facteurs. C'est aussi la raison pour laquelle il faut accorder la plus grande attention au contrôle de l'état de la tête d'essai et de ses dimensions géométriques selon [EN2].

## Summary

With the change from the old Swiss Standard SN 671 969c, Marshall test, [SN1] to the new European Standards EN 12697-30, Specimen preparation by impact compactor, [EN1] and EN 12697-34, Marshall test, [EN2] the most important change in the test method is the lower compaction temperature. The effects of this change are made clear in this study. The statistical investigations conducted allow an assessment of the identified differences.

The findings of this study were issued 1 December 2004 and a draft report of the study was submitted to Technical Committee 5 and discussed. These results were taken into account in the Swiss Standard issued in January 2005. In this process, no adjustment of the required values for the void content level of Marshall specimens (Standards SN 640 431-1, -5 and -7) and of the degree of compaction (Standard SN 640 430) was found necessary.

### **Influence on compaction in accordance with EN 12697-30**

The bituminous mixtures tested were those with target binder 70/100 (for which the new specified value for compaction temperature is 135°C instead of 145°C) and those with the greatest temperature difference, with target binder 50/70 (new specified value 135°C instead of 155°C). In both cases, the bulk density under [EN1] decreases slightly and as a consequence of the slightly lower compaction the void content increases slightly (0.2 volume-% for target binder 70/100 and 0.35 volume-% for target binder 50/70). The increase is statistically significant. Concerning the quality control of the asphalt production, these slight differences are irrelevant. Purely mathematically, as part of the quality control of the asphalt layers the lower bulk densities of the Marshall specimens compacted in accordance with the new European Standard [EN1] lead to slightly higher compaction ratios for the layers. In certain borderline cases this can lead to the difference that such layers now meet the requirements. In consideration of the slight differences, elevating the requirements of the standard is not necessary.

As part of the project to investigate this matter, an old impact compactor was compared with a new one. Both comply with the standards, but compact differently. It was found that changing the compactor led to differences in results equal in magnitude to those due to changing the compaction temperature.

### **Influence on Marshall values in accordance with EN 12697-34**

Regarding Marshall stability in accordance with [EN2], the measured values decrease slightly (0.6 kN for target binder 70/100 and 1.2 kN for target binder 50/70). This can lead to a different outcome for bituminous mixtures that barely meet the old Swiss Standard when they are tested in accordance with the European Standard [EN1]. Experience to date suggests that the significance of Marshall stability and flow is questionable. Swiss standards thus also set forth requirements only for N and L asphalt mixtures. No requirements exist for mixture types S and H for higher performance grades.

Also investigated was how exchanging an old testing head for a new one influences the results of Marshall stability and flow in accordance with [SN1] and [EN2]. Age, and the associated mechanical wear and deformation of the testing head caused by use, has a significantly greater influence than all other factors. Quality control of the condition and the geometric dimensions of the testing head in accordance with [EN2] demands utmost attention.



# 1 Zielsetzung

## 1.1 Ausgangslage

Die Marshall-Prüfung ist in der Schweiz ein seit vielen Jahren sehr häufig angewendetes Prüfverfahren. Diese Prüfung wird eingesetzt für die Optimierung der Qualität von Asphalt-Mischgut in der Eignungsprüfung (Erstprüfung), für die Qualitätskontrolle bei der Produktion und beim Einbau, sowie für die Kontrolle der Verdichtung beim Einbau. In der Schweiz sind beim Einbau von Asphalten hohe Anforderungen an die Verdichtung gestellt.

Die Marshall-Prüfung umfasst zwei Teile. Die Herstellung von Marshall-Prüfkörpern durch Schlagverdichtung und die mechanische Prüfung. Die Charakterisierung der neu hergestellten Marshall-Prüfkörper erfolgt durch die Bestimmung der Raumdichten und den daraus berechneten Hohlraumgehalten. Bei der mechanischen Marshall-Prüfung werden Stabilität SM und Fließen FM bestimmt.

Anfang Jahr 2003, als das Forschungsgesuch gestellt wurde, war die Marshall-Prüfung in der Norm SN 671 969c [SN1] festgelegt. Diese Schweizer Norm soll durch zwei Euronormen ersetzt werden. Die eine Norm EN 12697-30 [prEN1] behandelt die Probenvorbereitung und die Prüfkörperherstellung mit dem Marshall-Verdichtungsgerät, die andere Norm EN 12697-34 [prEN2] die Marshall-Prüfung. Gegenüber der bisherigen Praxis in der Marshall-Prüfung legen die Euronormen - als wesentliche Änderung - andere Verdichtungstemperaturen bei der Prüfkörperherstellung fest. Diese werden nicht mehr viskositätsabhängig, sondern konstant gewählt:

- für alle Strassenbaubitumen bei  $135^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- für polymermodifizierte Bitumen bei  $155^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

Mit der Einführung der EN-Normen werden die bisherigen Erfahrungen für die Optimierung der Qualität von Asphalt-Mischgut und speziell für das Überprüfen der Verdichtung von Belägen nach dem Einbau in Frage gestellt. Für das Überprüfen der Verdichtung werden die beim Einbau ermittelten Hohlraumgehalte mit optimal verdichteten Laborprüfkörpern über den Verdichtungsgrad verglichen. Da die Verdichtungstemperatur der wichtigste Einfluss auf die Marshall-Verdichtung darstellt, müssen die Anforderungen an den Verdichtungsgrad auf das geänderte Laborprüfverfahren neu abgestimmt werden.

## 1.2 Projekt und Forschungsgesuch

Ziel des Forschungsprojektes ist, in den Schweizer Normen die hohen Anforderungen an die Qualität und die Verdichtung von eingebauten Asphaltbelägen beizubehalten und hat zum Zweck, speziell den Einfluss der geänderten Temperaturen bei der Marshall-Verdichtung auf die Beurteilung des Verdichtungsgrades von eingebauten Schichten abzuklären.

## 2 Vorgehen und Prüfprogramm

### 2.1 Zeitlicher Ablauf

Das Gesuch für dieses Forschungsprojekt VSS2001/506 „Einfluss der Verdichtungstemperatur auf die Ergebnisse der Marshall-Prüfung und der Einbaukontrolle“ datiert vom **23.01.2003**.

Die Projekterteilung durch die VSS erfolgte mit Schreiben vom **11.06.2003**.

Das Forschungsgesuch basierte auf den zwei damals vorliegenden Entwürfen der Euronormen

- prEN 12697-30      Prüfverfahren für Heissasphalt–Teil 30: Probenvorbereitung, Marshall-Verdichtungsgerät [prEN1]
- prEN 12697-34      Prüfverfahren für Heissasphalt–Teil 34: Marshall-Prüfung [prEN2]

Im Schluss-Entwurf der prEN 12697-30 [prEN1] vom **Januar 2004** wurde eine wesentliche Änderung bei der Prüfkörperherstellung vollzogen. Die Verdichtungstemperaturen für die Prüfkörperherstellung wurden deutlich geändert. Diese waren nicht mehr

- für alle Strassenbaubitumen bei                       $135^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- für polymermodifizierte Bitumen bei                 $155^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

In Ziffer 7.2 der [prEN1] wurde neu festgelegt: „Das Mischgut muss schnell auf die Verdichtungstemperatur gebracht werden. Für Mischgüter, die unter Verwendung von Strassenbaubitumen hergestellt wurden, beträgt die Verdichtungstemperatur:

- $(135 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  für die Bitumensorten 40/60 bis einschliesslich 160/220
- $(155 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  für die Bitumensorten 30/45 und 35/50
- für alle andern Bitumensorten die in prEN 12697-35 (Mischung im Laboratorium) angegebene Bezugstemperatur

Für unter Verwendung von Bitumen nach prEN 14023 (Polymermodifizierte Bitumen) oder prEN 13924 (Harte Strassenbaubitumen) hergestellten Mischgüter muss die Verdichtungstemperatur vom Lieferanten festgelegt werden.

Mit dem Erscheinen der gültigen EN 12697-30 im **Juni 2004** [EN1] wurden diese Änderungen der Verdichtungstemperaturen definitiv. Mit diesen Änderungen, die [EN1] ist auch heute noch gültig, änderte das im Forschungsgesuch vorgesehene Prüfprogramm markant. Prüfungen an polymermodifizierten Bindemitteln erübrigten sich.

Am **1. Dezember 2004** lagen die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit vor und wurden in einem Entwurf der Fachkommission 5 zugestellt und besprochen. Die Ergebnisse konnten für die im Januar 2005 veröffentlichten Normen berücksichtigt werden.

Ab **1. Januar 2005** gelten die neuen SN und EN-Marshall-Normen SN 670 430 EN 12697-30 [EN1] und SN 670 434 EN 12697-34 [EN2].

## 2.2 Änderung des Prüfprogramms

### 2.2.1 Änderung der Verdichtungstemperaturen in [EN1]

Mit Erscheinen des Schlussentwurfes der [prEN1] im Januar 2004 mit den Änderungen der Verdichtungstemperaturen für die Prüfkörperherstellung wurden die Arbeiten unterbrochen. Diese wurden dann erst nach Herausgabe der gültigen [EN1] wieder aufgenommen. Die im Jahre 2003 bereits gesammelten Mischgutproben mit polymermodifizierten Bindemitteln mussten entsorgt werden.

Folgende Änderungen für die Verdichtungstemperaturen sind massgebend:

*Tab. 2.1 Änderungen der Verdichtungstemperaturen*

Nach Norm	Probenvorbereitung, Marshall-	SN 671 969c [SN1]	EN 12697-30	Differenz
Verdichtungsgerät	bisher gültig	Juni 2004 [EN1]		
Gültige europäische Sortenbezeichnungen nach Vorwort SN 670 150.1	Verdichtungs- temperatur °C	Verdichtungs- temperatur °C	Verdichtungs- temperatur °C	°C
<b>20/30</b>				
<b>30/45</b>	165 ± 5	155 ± 5		0 ... 20
<b>35/50</b>		155 ± 5		
<b>40/60</b>		135 ± 5		
<b>50/70</b>	155 ± 5	135 ± 5		
<b>70/100</b>	145 ± 5	135 ± 5		10 ... 30
<b>100/150</b>	140 ± 5	135 ± 5		0 ... 20
<b>160/220</b>	135 ± 5	135 ± 5		-5 ... 15
<b>250/330</b>				

Mit den Änderungen der Verdichtungstemperaturen, vor allem für die polymermodifizierte Bitumen, musste die Palette der zu prüfenden Bindemittel reduziert werden.

## 2.2.2 Marshall-Verdichtungsgeräte

In der [EN1] sind zwei verschiedene Verdichtungsgeräte festgelegt, ein Verdichtungsgerät mit Stahlamboss (DIN-Version) und ein Verdichtungsgerät mit Holzsockel (Britisch Standard-Version).

Üblicherweise arbeitet ein Labor mit nur einem Typ Verdichtungsgerät. Die Tecnotest AG konnte jedoch die Herstellung der Prüfkörper für diese Forschungsarbeit mit je einem Typ dieser Verdichtungsgeräte durchführen.

Da mit dem seit längerer Zeit von der Tecnotest AG verwendete Verdichtungsgerät mit Holzsockel keine optimalen Verdichtungen mehr resultierten, wurde im Sommer 2004 ein neues Verdichtungsgerät mit Stahlamboss gekauft, kalibriert und ab November 2004 eingesetzt.

### Verdichtungsgerät mit Holzsockel, altes Verdichtungsgerät der Tecnotest AG

In der Ringanalyse Robin vom Februar 2004 bestätigte das alte Marshall-Verdichtungsgerät mit Holzsockel der Tecnotest AG die eher geringe Verdichtung. Die Ergebnisse waren:

Tab. 2.2 Altes Marshall-Verdichtungsgerät der Tecnotest mit Holzsockel

Ergebnisse der Ringanalyse		Tecnotest	Gesamtmittel	Differenz	Differenz
				absolut	in Prozent
<b>Robin vom Februar 2004</b>					
<b>Marshall-Verdichtung</b>					
Raumdichte	g/cm <sup>3</sup>	2.388	2.398	-0.010	-0.42 %
Hohlraumgehalt	Vol.-%	2.80	2.59	+0.21	+8.1 %
<b>Marshall-Prüfung</b>					
Stabilität SM	kN	12.0	12.0	0.0	0.0 %
Fliessen FM	mm	3.5	3.3	+0.2	+6.1 %

Die Ergebnisse erfüllten die Anforderungen an die Vergleichbarkeiten nach wie vor. Insgesamt nahmen 22 Labors an der Ringanalyse teil, darunter die EMPA und das LAVOC.

### Verdichtungsgerät mit Stahlamboss, neues Verdichtungsgerät der Tecnotest AG

In der Ringanalyse Robin vom Dezember 2004 zeigte das neue Marshall-Verdichtungsgerät mit Stahlamboss der Tecnotest AG eine optimale Verdichtung. Die Ergebnisse waren:

Tab. 2.3 Neues Marshall-Verdichtungsgerät der Tecnotest mit Stahlamboss

Ergebnisse der Ringanalyse		Tecnotest	Gesamtmittel	Differenz	Differenz
				absolut	in Prozent
<b>Robin vom Dezember 2004</b>					
<b>Marshall-Verdichtung</b>					
Raumdichte	g/cm <sup>3</sup>	2.340	2.331	+0.009	+0.39 %
Hohlraumgehalt	Vol.-%	5.5	6.0	-0.5	-8.3 %
<b>Marshall-Prüfung</b>					
Stabilität SM	kN	10.7	10.57	+0.13	+1.2 %
Fliessen FM	mm	3.0	2.79	+0.21	+7.5 %

Die Ergebnisse erfüllten die Anforderungen an die Vergleichbarkeiten. Insgesamt nahmen 20 Labors an der Ringanalyse teil, darunter die EMPA und das LAVOC.

### Vergleichsprüfungen

An drei verschiedenen Mischgutsorten AB 16 S, HMT 22 S-R und HMT 32 S-R wurden Vergleichsprüfungen mit den beiden Verdichtungsgeräten durchgeführt. Mit dem neuen Verdichtungsgerät mit Stahlamboss resultierten gegenüber dem alten Verdichtungsgerät mit Holzsockel im Mittel:

- etwa um 0.5 bis 1.0 Vol.-% geringere Hohlraumgehalte, also bessere Verdichtungen
- um etwa 1.5 bis 2.0 kN grössere Stabilitäten SM
- die Fliessen FM wurden wenig beeinflusst und bleiben im Mittel unverändert

Für die vorliegende Forschungsarbeit wurden beide Verdichtungsgeräte eingesetzt. Mit den unterschiedlichen Verdichtungsleistungen war eine ideale Möglichkeit gegeben, diesen Einfluss auf die Ergebnisse abzuklären.

## 2.3 Durchgeführtes Prüfprogramm

Anstelle der ursprünglich im Gesuch vorgesehenen 30 Prüfungen wurden 31 Prüfungen mit dem neuen Verdichtungsgerät mit Stahlamboss und 21 Prüfungen mit dem alten Verdichtungsgerät mit Holzsockel durchgeführt, somit total 52 Prüfungen.

Die ursprünglich grössere Anzahl an verschiedenen Bindemitteln reduzierte sich auf die zwei Bitumensorten B 50/70 und B 70/100. Die Palette der geprüften Mischgutsorten wurde etwa beibehalten. Somit wurden gegenüber dem Gesuch etwa die doppelte Anzahl Prüfungen mit weniger verschiedenen Bindemittelsorten, dafür mit 2 verschiedenen Verdichtungsgeräten durchgeführt.

Die Prüfungen für diese Forschungsarbeit wurden in der zweiten Hälfte des Jahres 2004 durchgeführt. In dieser Zeit galten noch die Prüfmethode der SN-Normen.

Eine grosse Umstellung erfolgte ab Januar 2005 mit dem Einführen vieler EN-Normen. Die Umstellung mit Anforderungen in Bezug auf die EN-Normen erfolgte für die meisten Mischgutsorten ebenfalls mit der Ausgabe Januar 2005.

## 2.4 Verwendete Prüfmethode

Da das Ziel dieser Forschungsarbeit ist, den Einfluss der unterschiedlichen Verdichtungstemperaturen der ab 1. Januar 2005 gültigen [EN1] zur vorher gültigen Norm [SN1] auf die Eigenschaften der Marshall-Prüfkörper abzuklären, wurde entsprechend diesen beiden Normen verdichtet. Alle resultierenden Kennwerte wurden durchwegs nach den damals gültigen SN-Normen bestimmt. Dies sind:

- Raumdichten, alte Bezeichnung Rohdichte, und Hohlraumgehalt-Marshall nach Norm SN 671°967 Bituminöses Mischgut, Rohdichte, Berechnen des Hohlraumgehaltes [SN2]
- Rohdichten, alte Bezeichnung Dichte, nach Norm SN 671 965 Bituminöses Mischgut, Dichte [SN3]
- Stabilität SM und Fliesen FM nach Norm [SN1]. Zusätzlich wurden auch die tangentialen Fließwerte gemäss Norm 34 [EN2] bestimmt.

Mit dem Entscheid, alle resultierenden Werte mit den gleichen SN-Normen zu bestimmen kann der Einfluss der unterschiedlichen Verdichtung unbeeinflusst durch andere Einflüsse erfasst werden. Die Ergebnisse sind jeweils bezeichnet, ob nach SN- oder EN-Norm verdichtet wurde.

### 2.4.1 Probenvorbereitung, Marshall-Verdichtungsgerät

In der [EN1] sind, was gegenüber der nicht mehr gültigen Schweizer Norm [SN1] eine deutliche Verbesserung ist, zwei Verdichtungsgeräte definiert:

- Marshall-Verdichtungsgerät mit Stahlamboss
- Marshall-Verdichtungsgerät mit Holzsockel

In der Schweizer Norm [SN1] war das Verdichtungsgerät mit Holzsockel definiert und modifizierte Verdichtungsgeräte, z.B. gemäss DIN 1996, Teil 4 Herstellung von Probekörpern aus Mischgut [DIN1], das dem Verdichtungsgerät mit Stahlamboss entspricht, waren zulässig, sofern die Vergleichbarkeiten für Raumdichte, Stabilität und Fliesen eingehalten wurden.

Die [EN1] enthält noch Unklarheiten in den Festlegungen der Verdichtungsgeräte. Diese sind im Folgenden in der Tab. 2.4 fett markiert:

*Tab. 2.4 Unklarheiten in den Festlegungen der Verdichtungsgeräte*

Definiert sind für Verdichtungsgerät		mit Stahlamboss [EN1]	mit Holzsockel [EN1]	SN 671 969c Holzsockel [SN1]
<b>Fallhöhe</b>	<b>deutsch</b>	(460 ± 3) mm	(457 ± 5) mm	(457 ± 4) mm
	<b>englisch</b>	(460 ± 3) mm	(457 ± 5) mm	
	<b>französisch</b>	(460 ± 3) mm	(457 ± 5) mm	
<b>Fallgewicht</b>	<b>deutsch</b>	(4 550 ± 20) g	<b>(4 550 ± 20) g</b>	(4 536 ± 20) g
	<b>englisch</b>	(4 550 ± 20) g	<b>(4 535 ± 15) g</b>	
	<b>französisch</b>	(4 550 ± 20) g	<b>(4 535 ± 15) g</b>	
<b>Bodenstück</b>	<b>deutsch</b>	(3 960 ± 20) g	<b>(3 960 ± 20) g</b>	(1 800 ± 20) g*
	<b>englisch</b>	(3 960 ± 20) g	<b>a foot **</b>	
	<b>französisch</b>	(3 960 ± 20) g	<b>un pied**</b>	

\* Es ist nur die Masse der Verdichtungsplatte angegeben

\*\* ohne Gewichtsangabe

Unklarheiten: **fett markiert**

### 3 Ergebnisse

In den Kapiteln 3.1 und 3.2 werden die Daten übersichtsmässig dargestellt. Das vermittelt einen Eindruck von den grundlegenden Zusammenhängen. Die zentrale Fragestellung beschäftigt sich dabei mit dem Einfluss der Verdichtungstemperatur auf die Kenngrössen Raumdichte-Marshall (RM), Hohlraumgehalt-Marshall (HM) Stabilität-Marshall (SM) und Fliesen-Marshall (FM). Die Daten sind dementsprechend angeordnet und dargestellt. Im Kapitel 3.3 wird dann mit statistischen Methoden untersucht, inwieweit ein relevanter Einfluss der Verdichtungstemperatur vorliegt. In gleicher Weise werden der Einfluss des Wechsels des Verdichtungsgerätes und in Kapitel 3.4 und der Einfluss des Alters des Prüfkopfes in Kapitel 3.5 untersucht.

#### 3.1 Altes Verdichtungsgerät

##### 3.1.1 Zielbitumen 50/70

Die Abb. 3.5 bis 3.12 zeigen mittels Balkendiagrammen, paarweise dargestellt, und in Punktdiagrammen mit Regressionsanalysen die Kennwerte Raumdichte-Marshall, Hohlraumgehalt-Marshall, Stabilität-Marshall und Fliesen-Marshall, jeweils ermittelt gemäss [SN1] und [EN1], für die untersuchten Mischgüter mit dem Zielbitumen 50/70. Die Verdichtung erfolgte in dieser Serie mit dem alten Verdichtungsgerät, das mit einem Holzsockel ausgerüstet war.

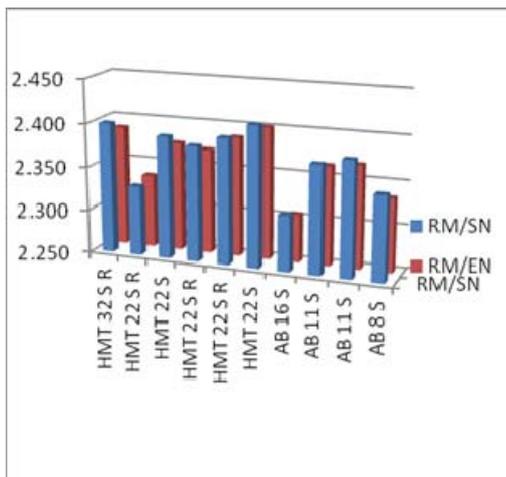


Abb. 3.5 Raumdichte-Marshall in  $[g/cm^3]$  gemäss [SN1] als (RM/SN) gemäss [EN1] als (RM/EN)

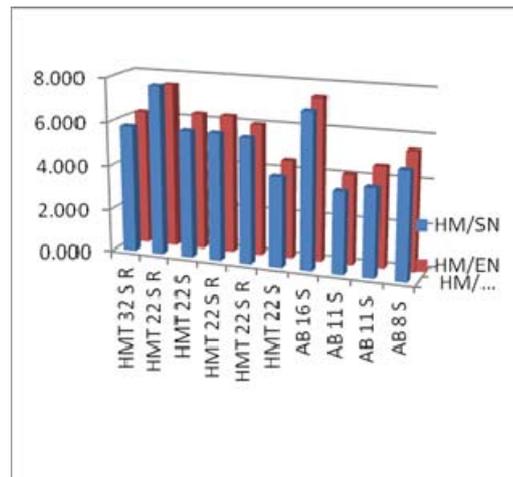


Abb. 3.6 Hohlraumgehalt-Marshall in [Vol. %] gemäss [SN1] als (HM/SN) gemäss [EN1] als (HM/EN)

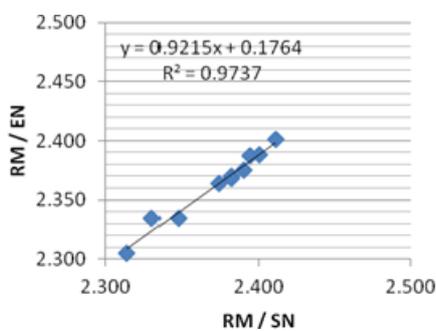


Abb. 3.7 Regressionsdarstellung für Raumdichte-Marshall (RM/SN) gegenüber (RM/EN) in  $[g/cm^3]$

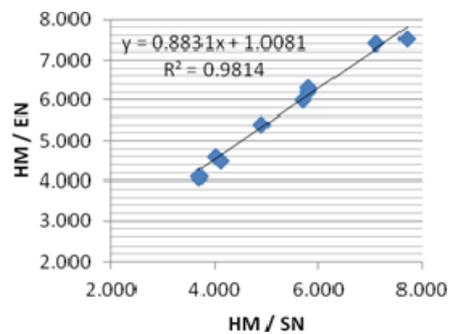


Abb. 3.8 Regressionsdarstellung für Hohlraumgehalt-Marshall (HM/SN) gegenüber (HM/EN) in [Vol. %]

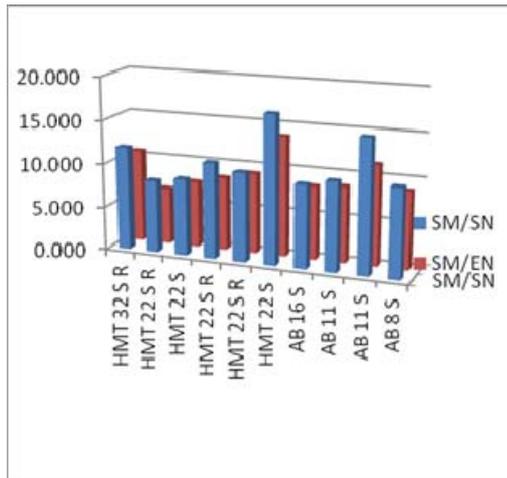


Abb. 3.9 Stabilität-Marshall in [kN] gemäss [SN1] als (SM/SN) gemäss [EN1] als (SM/EN)

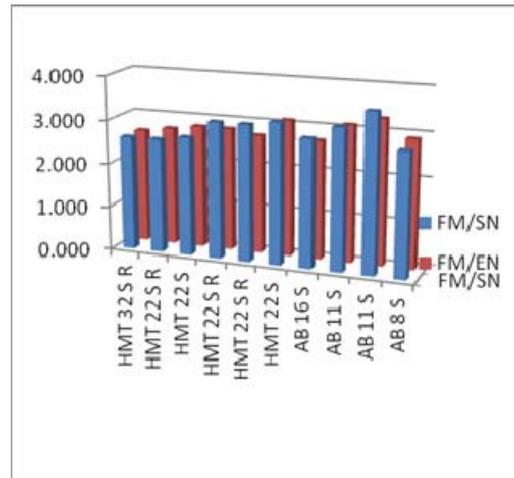


Abb. 3.10 Fliesen-Marshall in [mm] gemäss [SN1] als (FM/SN) gemäss [EN1] als (FM/EN)

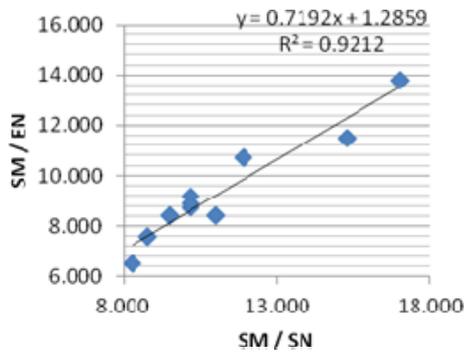


Abb. 3.11 Regressionsdarstellung für Stabilität-Marshall (SM/SN) gegenüber (SM/EN) in [kN]

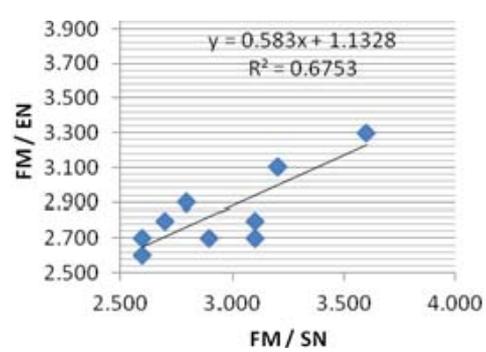


Abb. 3.12 Regressionsdarstellung für Fliesen-Marshall (FM/SN) gegenüber (FM/EN) in [mm]

Sowohl die Balkendiagramme wie auch die Regressionsdarstellungen zeigen klar, dass Raumdichte-Marshall, Hohlraumgehalt-Marshall und Stabilität-Marshall sehr gut korrelieren, während Fliesen-Marshall stärker streut. Zudem ist aus den Punktdiagrammen der lineare Zusammenhang ersichtlich. Die jeweils gezeigte Gleichung der Regressionsgerade liefert weitere Informationen, so liegen bei Koeffizienten von x nahe bei 1 45°-Geraden vor, während  $R^2$  das Ausmass der Korrelation numerisch zeigt. Wegen diesen Vorteilen mit den zusätzlichen Informationen werden die Daten deshalb im Folgenden nur noch in der Regressionsdarstellung gezeigt.

### 3.1.2 Zielbitumen 70/100

Die Abb. 3.13 bis 3.16 zeigen in Punktdiagrammen mit Regressionsanalysen die Kennwerte Raumdichte-Marshall, Hohlraumgehalt-Marshall, Stabilität-Marshall und Fließwert-Marshall ermittelt gemäss [SN1] und [EN1] für die untersuchten Mischgüter mit dem Zielbitumen 50/70. Die Verdichtung erfolgte in dieser Serie mit dem alten Verdichtungsgerät, das mit einem Holzsockel ausgerüstet war.

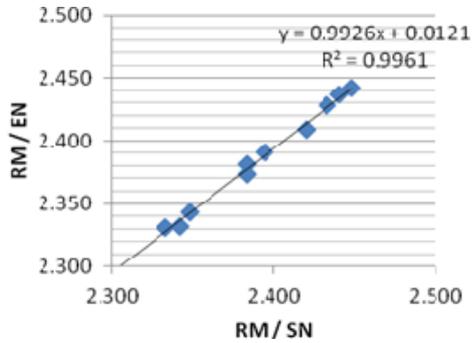


Abb. 3.13 Regressionsdarstellung für Raumdichte-Marshall (RM/SN) gegenüber (RM/EN) in  $[g/cm^3]$

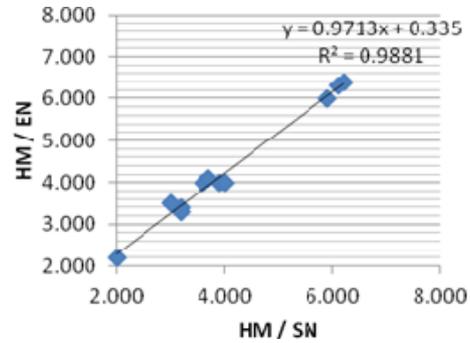


Abb. 3.14 Regressionsdarstellung für Hohlraumgehalt-Marshall (HM/SN) gegenüber (HM/EN) in  $[Vol.\%]$

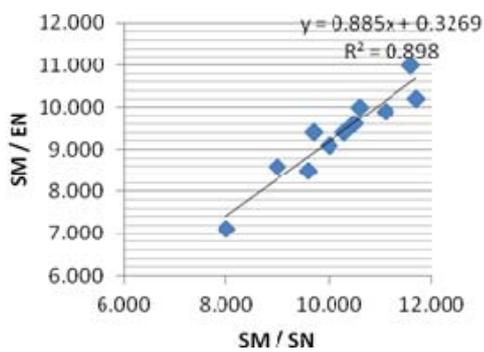


Abb. 3.15 Regressionsdarstellung für Stabilität-Marshall (SM/SN) gegenüber (SM/EN) in  $[kN]$

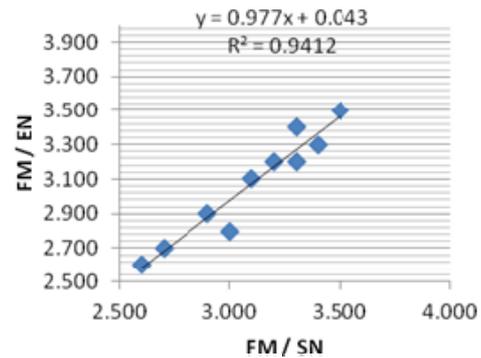


Abb. 3.16 Regressionsdarstellung für Fließen-Marshall (FM/SN) gegenüber (FM/EN) in  $[mm]$

Die Regressionsdarstellungen zeigen klar, dass Raumdichte-Marshall und Hohlraumgehalt-Marshall sehr gut korrelieren, während Stabilität-Marshall und Fließen-Marshall stärker streuen. Interessant ist, dass beim weicheren Bitumen 70/100 die Punkte wesentlich genauer auf der 45°-Gerade liegen als beim härteren Bitumen 50/70.

## 3.2 Neues Verdichtungsgerät

### 3.2.1 Zielbitumen 50/70

Die Abb. 3.17 bis 3.20 zeigen in mit Regressionsdarstellungen die Kennwerte Raumdichte-Marshall, Hohlraumgehalt-Marshall, Stabilität-Marshall und Fliesen-Marshall, jeweils ermittelt gemäss [SN1] und [EN1], für die untersuchten Mischgüter mit dem Zielbitumen 50/70. Die Verdichtung erfolgte in dieser Serie mit dem neuen Verdichtungsgerät, das mit einem Stahlamboss ausgerüstet war.

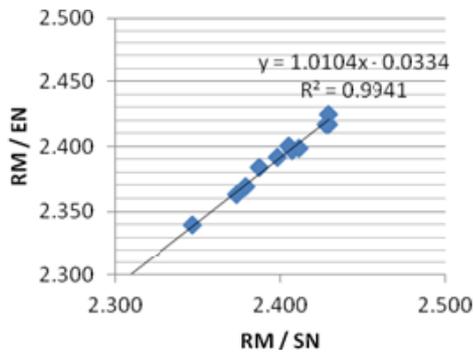


Abb. 3.17 Regressionsdarstellung für Raumdichte-Marshall (RM/SN) gegenüber (RM/EN) in  $[g/cm^3]$

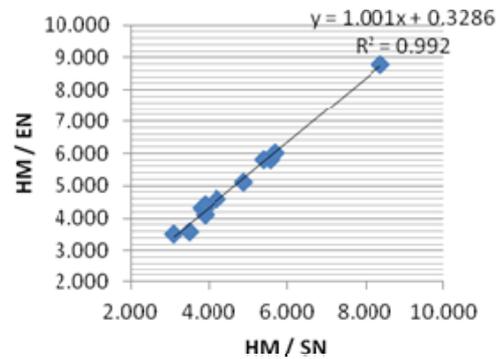


Abb. 3.18 Regressionsdarstellung für Hohlraumgehalt-Marshall (HM/SN) gegenüber (HM/EN) in [Vol.%]

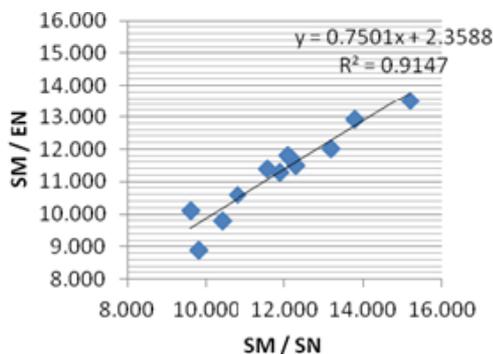


Abb. 3.19 Regressionsdarstellung für Stabilität-Marshall (SM/SN) gegenüber (SM/EN) in [kN]

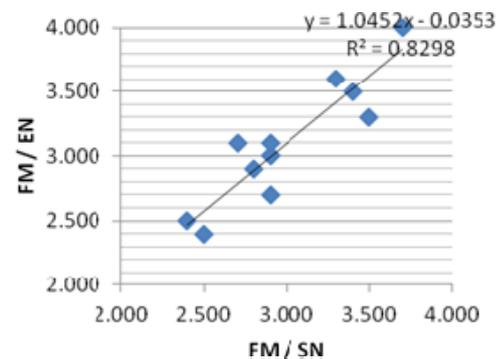


Abb. 3.20 Regressionsdarstellung für Fliesen-Marshall (FM/SN) gegenüber (FM/EN) in [mm]

Die Punktdiagramme zeigen klar, dass Raumdichte, Hohlraumgehalt und Stabilität sehr gut korrelieren, während die Fließwerte stärker streuen. Mit Ausnahme der Stabilität-Marshall liegen die Punkt sehr gut auf der 45°-Gerade.

### 3.2.2 Zielbitumen 70/100

Die Abb. 3.21 bis 3.24 zeigen in den Regressionsdarstellungen die Kennwerte Raumdichte-Marshall, Hohlraumgehalt-Marshall, Stabilität-Marshall und Fliesen-Marshall, ermittelt gemäss [SN1] und [EN1], für die untersuchten Mischgüter mit dem Zielbitumen 70/100. Die Verdichtung erfolgte in dieser Serie mit dem neuen Verdichtungsgerät, das mit Stahlamboss ausgerüstet war.

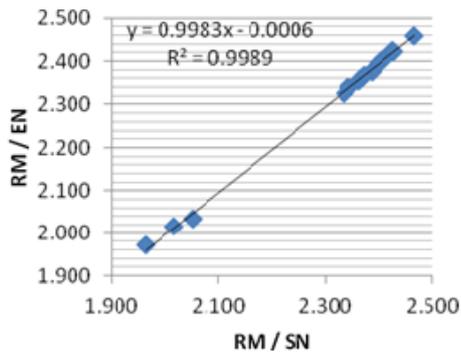


Abb. 3.21 Regressionsdarstellung für Raumdichte-Marshall (RM/SN) gegenüber (RM/EN) in  $[g/cm^3]$

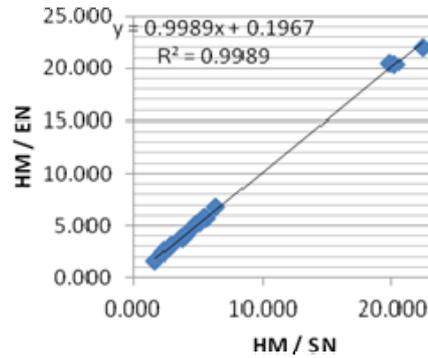


Abb. 3.22 Regressionsdarstellung für Hohlraumgehalt-Marshall (HM/SN) gegenüber (HM/EN) in [Vol. %]

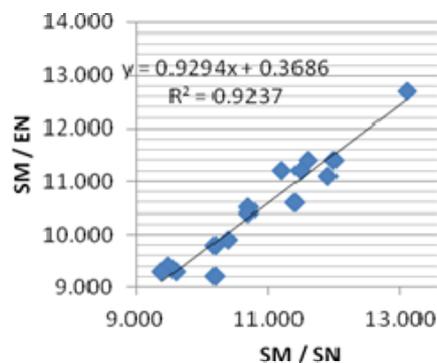


Abb. 3.23 Regressionsdarstellung für Stabilität-Marshall (SM/SN) gegenüber (SM/EN) in [kN]

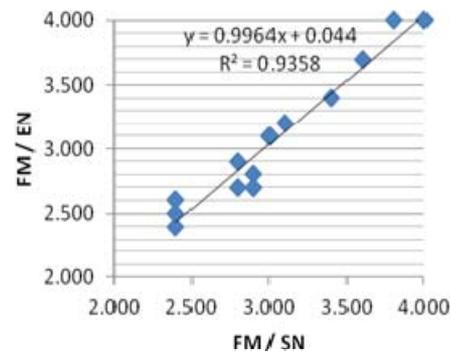


Abb. 3.24 Regressionsdarstellung für Fließen-Marshall (FM/SN) gegenüber (FM/EN) in [mm]

Die Regressionsdarstellungen zeigen für Raumdichte-Marshall und Hohlraumgehalt-Marshall sehr hohe Korrelationen, was davon herrührt, dass mit den Sickerbelägen ein sehr hohlraumreiches Mischgut mit eingeschlossen ist. Immerhin kann den jeweils praktisch auf einer Gerade liegenden Wertepaaren der Mischgüter mit tieferem Hohlraumgehalt geschlossen werden, dass auch der Zusammenhang in dieser Untergruppe gegeben ist. Bemerkenswert ist, dass hier Stabilität-Marshall und Fließen-Marshall gut korrelieren und alle Punkte sehr nahe der 45°-Gerade liegen.

### 3.3 Einfluss der Verdichtungstemperatur

#### 3.3.1 Überprüfen der Normalverteilung

##### Zielsetzung

Statistische Verfahren setzen oft die Normalverteilung der Daten voraus. Obwohl im Forschungsantrag nicht verlangt, wurde in Absprache mit der Begleitkommission (EK 5.09) entschieden, die Normalverteilung an ausgewählten Datensätzen mittels Histogrammen zu überprüfen. Zielsetzung war dabei nicht eine umfassende Analyse, sondern sicherzustellen, dass die statistischen Untersuchungen betreffend Gleichheit / Ungleichheit der verschiedenen Datensätze valid sind. Als Werkzeug wurde dabei der t-Test verwendet, dessen ausführliche Beschreibung in Wikipedia [1] nachgeschlagen werden kann,

Gemäss der oben zitierten Quelle ist der t-Test nicht sehr empfindlich auf einzelne Ausreisser, die grafische Überprüfung ist daher ausreichend. Um sicher zu sein, wurden aber auch Da-

tensätze mit (statistisch gesehen) Ausreißern in diese Überprüfung mit einbezogen. Es sind dies die Datensätze mit offenporigen Asphalten, deren Eigenschaften deutlich von den dichten Asphalten abweichen und zu einer Verteilung abweichend von der Normalverteilung führen. Abbildung 3.25 zeigt einen solchen Fall.

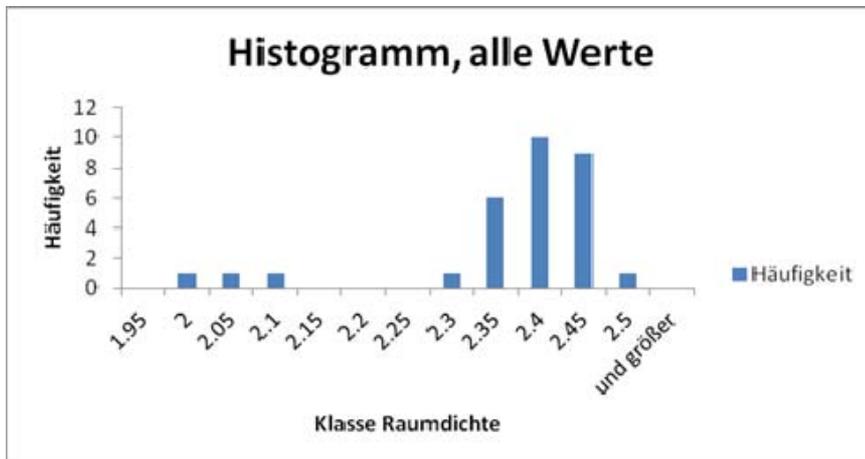


Abb. 3.25 Häufigkeitsverteilung der Raumdichte-Marshall für alle Mischgüter mit Zielbitumen 70/100, verdichtet nach [SN1]. Einheiten in  $[g/cm^3]$

Die drei Mischgüter für offenporigen Asphalt lassen sich klar erkennen. Die übrigen Mischgüter bilden die Glockenkurve der Gaussverteilung hinreichend gut ab.

### Häufigkeitsverteilungen

Die Häufigkeitsverteilung aller vier Kennwerte (Raumdichte-Marshall, Hohlraumgehalt-Marshall, Stabilität-Marshall und Fließen-Marshall) sind in den Abbildungen 3.26 bis 3.29 dargestellt. Erfahrungsgemäss taugen Stabilität-Marshall und Fließen-Marshall bei offenporigen Asphalten nicht für eine Qualitätsbewertung und es existieren auch keine Normanforderungen. Sie wurden deshalb nicht bestimmt, somit umfassen die beiden Abbildungen Stabilität-Marshall und Fließen-Marshall alle ermittelten Werte.

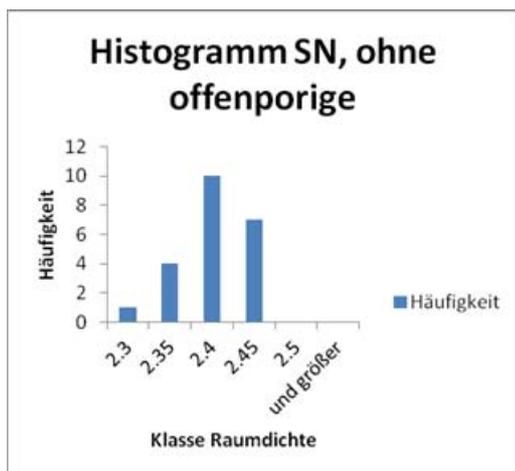


Abb. 3.26 Häufigkeitsverteilung für Raumdichte-Marshall in  $[g/cm^3]$  Zielbitumen 70/100, verdichtet nach [SN1]

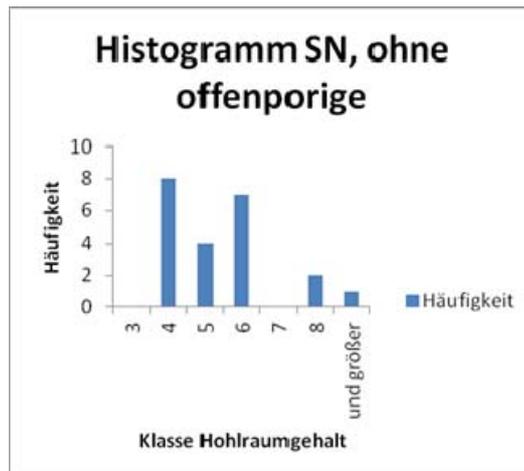


Abb. 3.27 Häufigkeitsverteilung für Hohlraumgehalt-Marshall in  $[Vol.-%]$  Zielbitumen 70/100, verdichtet nach [SN1]

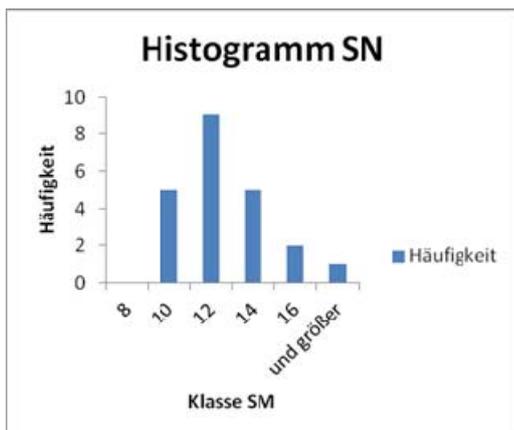


Abb. 3.28 Häufigkeitsverteilung für Stabilität-Marshall in [kN] Zielbitumen 70/100, verdichtet nach [SN1]

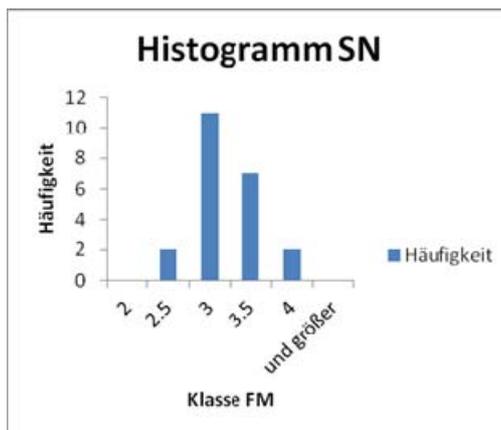


Abb. 3.29 Häufigkeitsverteilung für Fliesen-Marshall in [mm] Zielbitumen 70/100, verdichtet nach [SN1]

Raumdichte-Marshall und Fliesen-Marshall bilden hinreichend genau die Glockenkurve der Gaussverteilung ab. Bei den Stabilitätswerten ist eine geringfügige Schiefe zu erkennen, es hat erkennbar etwas mehr hohe Werte. Dasselbe gilt auch für den Hohlraumgehalt-Marshall, die Werte sind zudem weniger regelmässig verteilt.

### Folgerungen zur Normalverteilung

Am Fall Raumdichte-Marshall zeigt sich (Tab. 3.30) schön, dass die quantitative Beurteilung mit dem t-Test unabhängig von der Berücksichtigung der drei offenporigen Asphalte gleich ausfällt.

Tab. 3.30 Beurteilung der Brauchbarkeit der Daten für den t-Test mittels Histogrammen

Datensatz	Qualitative Beurteilung nach Histogrammen	Ergebnisse des Vergleichs zur Verdichtung gemäss EN, t-Testes
Mischgüter (ohne offenporige) mit Zielbitumen 70/100, verdichtet nach [SN]	Normalverteilt	Unterschied gesichert (siehe Abb. 3.33, Kap. 3.3.3)
Mischgüter (mit offenporige) mit Zielbitumen 70/100, verdichtet nach [SN]	nicht Normalverteilt	Unterschied gesichert (siehe Abb. 3.32, Kap. 3.3.3)

Die durchgeführte grafische Untersuchung reicht somit aus, um die Brauchbarkeit der Daten für die statistische Auswertung zu festzustellen.

### 3.3.2 Überprüfen der Relevanz mit dem t-Test, Grundlagen

Die Überprüfung wurde mit dem t-Test (Student's Test) vorgenommen. Er ist ein Signifikanztest, mit dem anhand der Mittelwerte und Varianzen (oder Standardabweichungen) entschieden werden kann, ob die Nullhypothese der gleichen Grundgesamtheit zutrifft oder abzulehnen ist. Je nach Art der Daten wurden gepaarte ungepaarte Stichproben angenommen.

Wie allgemein üblich wurde der t-Test mit einem Signifikanzniveau von 95% durchgeführt. Er liefert im Wesentlichen einen Testwert und einen kritischen Wert. Der Testwert ist eine Funktion der Daten und kann dabei negativ oder positiv sein. Der kritische Wert hängt vom Umfang der Daten und dem gewählten Signifikanzniveau ab und ist immer positiv. Liegt der Testwert betragsmässig über dem kritischen Wert, so ist der Unterschied der Mittelwert signifikant, liegt er darunter so ist der Unterschied nicht signifikant. Je höher der Testwert über dem kritischen Wert liegt, desto klarer ist die Signifikanz.

Die Relevanz der Unterschiede in der Durchführung der Prüfung (Verdichtungstemperatur, altes und neues Verdichtungsgerät sowie alter und neuer Prüfkopf) wurde mit dem t-Test untersucht. Es stehen bei diesem Test verschiedene Möglichkeiten zur Beurteilung zweier Datensätze zur Verfügung. Sie sind in Tab. 3.31 einander gegenüber gestellt. Die Tab. 3.31 enthält dabei die Formulierung „Wahrer Wert“. Die wahren Werte liegen natürlich nicht vor, sondern sind mit Messungenauigkeiten behaftete Ergebnisse.

Tab. 3.31 Anwendungsbereiche des t-Tests in Abhängigkeit der Art der Daten

Art des Testes	Anwendungsbereich
<b>Gepaart, einseitig</b>	Dieser Test ist anzuwenden, wenn zu jedem Messergebnis ein zweites vorliegt, wobei ein Einflussparameter anders ist. Zudem muss aus grundlegenden Überlegungen geschlossen werden können, dass der wahre zweite Wert entweder zwingend grösser oder kleiner als der wahre erste sein muss.
<b>Gepaart, einseitig</b>	Dieser Test ist anzuwenden, wenn zu jedem Ergebnis ein zweites vorliegt, wobei ein Einflussparameter anders ist. Hier werden keine Voraussetzungen zum Verhältnis der wahren Werte gemacht. Im Zweifelsfall ist der zweiseitige Test vorzuziehen.
<b>Ungepaart</b>	Es liegen zwei Reihen von Messergebnissen die an unterschiedlichen Proben oder in unterschiedlichen Situationen ermittelt wurden.

### 3.3.3 Überprüfen der Relevanz der Verdichtungstemperatur

#### Überprüfen mit allen Daten (für Mischgüter mit Zielbindemittel 70/100)

In diesen Versuchsserien wurden verschiedene Mischgüter je nach Schweizernorm [SN1] und nach Euronorm [EN1] geprüft. Damit sind die Werte unzweifelhaft gepaart. Weniger klar ist, ob ein einseitiger oder zweiseitiger Test vorliegt. Wohl kann, es sei das Beispiel Raumdichte diskutiert, angenommen werden, dass das bei höherer Temperatur dünnflüssigere Bindemittel eine bessere Verdichtung zulasse. Ein Blick auf die Daten (siehe etwa Abb. 3. 21) zeigt aber, dass der Einfluss der Verdichtungstemperatur klein ist (siehe auch den grossen Wertebereich und die kleine Differenz der Mittelwerte) und andere Eigenschaften der Mischung die Messergebnisse dominierend bestimmen. Somit ist der zweiseitige Test vorzuziehen. Er wurde generell angewendet. Tab. 3.32 zeigt den Einfluss der Soll-Verdichtungstemperatur 145 °C (gemäss [SN1], geltend für Zielbindemittel 70/100) gegenüber der Soll-Verdichtungstemperatur 135 °C (gemäss [EN1]).

Tab. 3.32 Untersuchung der Daten mit Zielbindemittel 70/100, alle Werte

Kennwert	Raumdichte- Marshall	Hohlraumgehalt- Marshall	Stabilität- Marshall	Fliesen- Marshall
Testwert, t-Statistik	6.18	-5.90	7.81	0.74
kritischer Wert zweiseitig	2.05	2.05	2.06	2.06
Unterschied gesichert?	Ja	Ja	Ja	Nein
Wertebereich	1965 -2464 [g/cm <sup>3</sup> ]	1.6 – 22.3 [Vol.-%]	7.1 – 13.1 [kN]	2.4 – 4.0 [mm]
Differenz der Mittel	5 [g/cm <sup>3</sup> ]	0.2 [Vol.-%]	0.6 [kN]	0.0 [mm]

### Ausschluss der offenporigen Mischgutsorten

Da dieser Datensatz drei offenporige Mischgüter mit sehr abweichenden Eigenschaften umfasst, wurde die Berechnung unter deren Ausschluss wiederholt.

Tab. 3.33 Untersuchung der Daten mit Zielbindemittel 70/100, Ausschluss der offenporigen Asphalte

Kennwert	Raumdichte- Marshall	Hohlraumgehalt- Marshall	Stabilität- Marshall	Fliesen- Marshall
Testwert, t-Statistik	7.66	-7.37	7.81	0.74
kritischer Wert zweiseitig	2.06	2.06	2.06	2.06
Unterschied gesichert?	Ja	Ja	Ja	Nein
Wertebereich	2273 - 2464 [g/cm <sup>3</sup> ]	1.6 – 6.8 [Vol.-%]	7.1 – 13.1 [kN]	2.4 – 4.0 [mm]
Differenz der Mittel	5 [g/cm <sup>3</sup> ]	0.21 [Vol.-%]	0.59 [kN]	0.01 [mm]

Am Gesamtbild ändert sich nichts. Beide Male sind die Ergebnisse der Raumdichte-Marshall, des Hohlraumgehaltes-Marshall und der Stabilität-Marshall statistisch betrachtet klar signifikant verschieden. Beim Wechseln von der alten Schweizer Norm [SN1] zur geltenden Europäischen Norm nimmt die Raumdichte um 5 g/cm<sup>3</sup> ab, der Hohlraumgehalt um 0.2 Vol.-% zu und die Stabilität um 0.6 kN zu (gerundete Differenzen). Keine signifikante Änderung ist beim Fliesen-Marshall festzustellen.

### Überprüfen der Daten für Mischgüter mit Zielbindemittel 50/70

Tab. 3.34 zeigt den Einfluss der Soll-Verdichtungstemperatur 155 °C (gemäss [SN1], geltend für Zielbindemittel 50/70 gegenüber der Soll-Verdichtungstemperatur 135 °C (gemäss [EN1])).

Tab. 3.34 Untersuchung der Daten mit Zielbindemittel 50/70

Kennwert	Raumdichte- Marshall	Hohlraumgehalt- Marshall	Stabilität- Marshall	Fliessen- Marshall
Testwert, t-Statistik	9.86	-9.44	5.60	0.46
kritischer Wert zweiseitig	2.08	2.08	2.08	2.08
Unterschied gesichert?	Ja	Ja	Ja	Nein
Wertebereich	2274 - 2429	[g/cm <sup>3</sup> ]3.1 – 8.8	[Vol.-%] 6.5 – 17.0	[kN] 2.4 – 4.0
Differenz der Mittel	9	[g/cm <sup>3</sup> ]0.35	[Vol.-%] 1.2	[kN] 0.0

Wiederum sind die Ergebnisse der Raumdichte, des Hohlraumgehaltes und der Stabilität Marshall statistisch betrachtet klar signifikant verschieden. Beim Wechsel von der alten Schweizer Norm [SN1] zur geltenden Europäischen Norm nimmt die Raumdichte um 9 kg/m<sup>3</sup> ab, der Hohlraumgehalt um 0.35 Vol.-% zu und die Stabilität um 1.2 kN zu (gerundete Differenzen). Keine signifikante Änderung ist beim Fliessen festzustellen.

### Überprüfen der Daten aufgeschlüsselt nach Mischgutsorten

Die Signifikanz kann bei diesen grossen Serien klar nachgewiesen werden. In der Praxis werden aber meist kleineren Stichproben für die Bewertung eines Materials oder eines Einbaus herbeigezogen. Da das Datenmaterial sich aus Mischgüter verschiedener Zielbindemittel und Korngrössenverteilungen zusammensetzt, kann auch das Verhalten solcher Stichproben untersucht werden. Es werden deshalb Mischgüter gleichen Grösstkorns, gleichen Zielbindemittels und des gleichen Verdichtungsgerätes aus Stichproben aufgefasst wobei wieder jeweils gepaart je eine Probe nach [SN1] bei höherer Temperatur und eine gemäss [EN1] bei tieferer Temperatur verdichtet worden ist. Dabei wurden nur Gruppen untersucht, bei denen mindestens drei gepaarte Ergebnisse vorlagen. Tab. 3.35 fasst diese Untersuchung zusammen.

Tab. 3.35 Untersuchung der Daten, aufgeschlüsselt nach Mischgutsorten, Zielbindemittel und Verdichtungsgerät

Datenbeschrieb			Gesichert Unterschiede der Mittelwert gemäss zweiseitigem gepaarten Stichprobenvergleich mit dem t-Test				
Grösstkorn, Zielbindemittel, Gerät	Anzahl Werte- paare	Raumdichte- Marshall	Hohlraumgehalt- Marshall	Stabilität- Marshall	Fliessen- Marshall		
22 50/70 alt	5	Nein	Nein	Ja	Nein		
22 70/100 alt	3	Nein	Nein	Ja	Nein		
16 70/100 alt	3	Nein	Nein	Ja	Nein		
6 70/100 alt	3	Nein	Nein	Nein	Nein		
32 50/70 neu	3	Ja	Ja	Ja	Nein		
22 50/70 neu	3	Nein	Nein	Nein	Nein		

11	50/70	neu	4	Ja	Ja	Ja	Nein
22	70/100	neu	4	Ja	Ja	Nein	Nein

Bei diesen Stichproben, deren Grösse für praktische Anwendungen typisch sind, kann bei den Kennwerten Raumdichte-Marshall, Hohlraumgehalt-Marshall und Stabilität-Marshall teilweise noch ein gesicherter Unterschied festgestellt werden, was das Fliessen-Marshall angeht jedoch nie. Bei Kennwerten, bei denen bei grösseren Serien der Unterschied gesichert nachgewiesen werden konnte, hängt es von der aktuellen Verteilung der Werte ab, ob der Unterschied als gesichert oder nicht gesichert gewertet wird. Die Bewertung ist somit zufällig. Beim Fliessen-Marshall hingegen ist die Bewertung bei kleinen wie grossen Serien gleich und in dem Sinne nicht zufällig.

### 3.4 Einfluss des Verdichtungsgerätes

Bei diesen Daten der Tab. 3.35 liegen mit Ausnahme von drei Paaren keine gepaarten Stichproben vor. Diese Tab. 3.35 zeigt, dass mit nur drei Paaren keine gesicherte Aussage möglich ist. Deshalb wurde die Gesamtheit der Daten dem nach dem Verfahren ungepaarte Stichproben geprüft. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tab. 3.36 gezeigt.

Tab. 3.36 Untersuchung aller Daten in Hinblick auf den Einfluss des Verdichtungsgerätes

Untersuchter Kennwert	Gesichert Unterschiede der Mittelwert gemäss zweiseitigem gepaarten Stichprobenvergleich mit dem t-Test			Differenz der Mittel	
	Durchführung gemäss [SN1]	Durchführung gemäss [EN1]	Alle Versuche		
Raumdichte-Marshall	Nein	Nein	Nein	11	(g/cm <sup>3</sup> )
Hohlraumgehalt-Marshall	Nein	Nein	Nein	-0.5	(Vol.-%)
Stabilität-Marshall	Nein	Ja	Ja	1.1	(kN)
Fliessen-Marshall	Nein	Nein	Nicht bestimmt	0.0	(mm)

Einzig und allein bei der Stabilität-Marshall kann ein Unterschied der Mittelwerte nachgewiesen werden, wenn man alle durchgeführten Prüfungen oder die Teilmenge gemäss EN untersucht. Bei der Verwendung des neuen Verdichtungsgerätes ergibt sich im Mittel bei der Raumdichte-Marshall ein um 11 kg/m<sup>3</sup> höherer, beim Hohlraumgehalt-Marshall ein um 0.5 Vol.-% tieferer und bei der Stabilität ein um 1.1 kN höherer Wert (als einziger statistisch signifikant) im Vergleich zur Verwendung des alten Gerätes mit Holzsockel. Kein Unterschied innerhalb der Rundungsgenauigkeit lässt sich beim Fliessen-Marshall feststellen.

Es ist hier im Übrigen anzumerken, dass bei ungepaarten Stichproben der Nachweis eines systematischen Unterschiedes erheblich schwieriger ist und nur gelingt, wenn die Mittelwerte im Vergleich zur Streuung deutlich voneinander abweichen. Es wurde deshalb der Versuch unternommen, die Daten in eine Form überzuführen, in der der Stichprobenvergleich mit gepaarten Stichproben durchgeführt werden kann. Das geschah, indem die Mischgüter in Gruppen zusammengefasst wurden, innerhalb denen jeweils Grösstkorn, Zielbindemittel und Prüfverfahren [SN1] versus [EN]) übereinstimmten. Die sich ergebenden Gruppen mit Zielbindemittel 50/70 haben Werte für das Grösstkorn von 32, 22, 16 und 11 mm, die mit Zielbindemittel 70/100 haben Werte für das Grösstkorn von 22, 16, 11 und 6 mm. Die Ergebnisse dieser Auswertung sind in der folgenden Tab. 3.37 zusammengefasst:

Tab. 3.37 Untersuchung Mittelwerte von Gruppen von Mischgütern in Hinblick auf den Einfluss des Verdichtungsgerätes

Gesichert Unterschiede der Mittelwert gemäss zweiseitigem gepaarten Stichprobenvergleich mit dem t-Test		
Untersuchter Kennwert	Durchführung gemäss [SN1]	Durchführung gemäss [EN1]
Raumdichte-Marshall	Nein	Nein
Hohlraumgehalt-Marshall	Nein	Nein
Stabilität-Marshall	Nein	Ja
Fliessen-Marshall	Nein	Nein

Das Ergebnis ist das gleiche wie ohne Gruppenbildung. Anhand der vorliegenden Daten kann ein Unterschied nur für die Stabilität Marshall bei der Durchführung der Verdichtung gemäss [EN1] nachgewiesen werden.

### 3.5 Einfluss des Alters des Prüfkopfes

Für die Untersuchung wurden jeweils aus einem Mischgut mit gleicher Verdichtung genügend Prüfkörper hergestellt, um diese jeweils mit dem alten und dem neuen Prüfkopf mechanisch zu prüfen. Es liegen daher gepaarte Stichproben vor. Die Auswertung erfolgte deshalb mit dem t-Test für zweiseitigem gepaarten Stichprobenvergleich. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tab. 3.38 gezeigt.

Tab. 3.38 Untersuchung der Ergebnisse der mechanischen Prüfungen mit neuem und altem Prüfkopf

Kennwert	Stabilität-Marshall	Fliessen-Marshall
Testwert, t-Statistik	23.98	-6.78
kritischer Wert zweiseitig	2.31	2.31
Unterschied gesichert?	Ja	Ja
Wertebereich	6.4 – 23.8 (kN)	2.0 – 5.1 (mm)
Differenz der Mittel neu - alt	4.5 (kN)	-1.7 (mm)

Die Unterschiede für Stabilität-Marshall und Fliessen-Marshall sind signifikant. Gemäss numerischen Differenzen hat das Alter, bzw. der Zustand des Prüfkopfes im Vergleich mit den anderen untersuchten Einflussfaktoren den mit Abstand grössten Einfluss auf die mechanischen Kennwerte. Das ist nicht zuletzt darauf zurückzuführen, dass Formen aus Aluminium verwendet wurden, die sich leicht abnutzen.

## 4 Folgerungen und Empfehlungen

### 4.1 Datenlage und Forschungsziele

Die von der Forschungsstelle bestimmten Daten bilden eine gute Grundlage, um die angestrebten Ziele zu erreichen. Insbesondere erlauben sie, die Konsequenzen der Umstellung der Marshall-Prüfung von der alten Schweizer Norm [SN1] auf die neuen Europäischen Normen [EN1] und [EN2] abzuklären.

Darüber hinaus erlauben sie, Fehlerquellen im Prüfverfahren zu identifizieren und geben damit Hinweise, wie Nationale Elemente und Europäische Normen zu gestalten sind, um zu besserer Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gelangen. Dies betrifft insbesondere das Alter, bzw. den Zustand des Prüfkopfes. Einzig hinsichtlich des Einflusses des Vergleichs eines alten mit einem neuen Verdichtungsgerät erlauben die Daten keinen Nachweis der Signifikanz der Unterschiede, primär weil keine gepaarten sondern ungepaarte Stichproben vorliegen, dann aber auch weil die Unterschiede der Mittelwerte mehrheitlich gering sind.

### 4.2 Einfluss der Verdichtungstemperatur

Die neue, Europäische Norm [EN1] schreibt für die in dieser Arbeit untersuchten Mischgüter mit Zielbitumen 70/100 und 50/70 eine einheitliche Verdichtungstemperatur von 135 °C vor, während die alte Schweizer Norm [SN1] für die Marshall-Verdichtung abgestufte, höhere Verdichtungstemperaturen vorschreibt. Daraus ergeben sich, bei tieferen Verdichtungstemperaturen nach [EN1] geprüft, folgende zwei Effekte:

- Zunahme der Bindemittelviskosität beim Verdichten, was eine geringere Verdichtung erwarten lässt
- Geringere Verhärtung und damit etwas weicherer Bindemittel im abgekühlten Prüfkörper, was vor allem kleinere Stabilitätswerte erwarten lässt

Die Untersuchung zeigt, dass diese theoretischen Überlegungen durch die statistische Auswertung verifiziert werden können (die Werte sind auf die von der Norm geforderte Genauigkeit gerundet). Für das Zielbindemittel 70/100 (in diesem Fall wird der Sollwert der Verdichtungstemperatur von 145 auf 135 abgesenkt) zeigen sich folgende Tendenzen:

- Die Raumdichte-Marshall nimmt um  $5 \text{ g/cm}^3$  ab. Das ist primär der geringeren Verdichtung zuzuschreiben.
- Der Hohlraumgehalt-Marshall ist höher und nimmt um 0.2 Vol.-% zu. Der Unterschied ist statistisch signifikant, für die Normierung aber nicht relevant.
- Die Stabilität-Marshall nimmt um 0.6 kN ab. Der statistisch signifikante Unterschied könnte in Grenzfällen relevant sein.
- Beim Fliessen-Marshall wurde keine signifikante, bzw. relevante Änderung festgestellt.

Für das Zielbindemittel 50/70 (in diesem Fall wird der Sollwert der Verdichtungstemperatur von 155 auf 135 abgesenkt) zeigen sich folgende Tendenzen:

- Die Raumdichte-Marshall nimmt um  $9 \text{ g/cm}^3$  ab. Die Zunahme bei der Temperaturdifferenz von 20 °C ist somit doppelt so gross wie bei Mischgut mit Zielbindemittel 70/100.
- Der Hohlraumgehalt-Marshall ist höher und nimmt um 0.35 Vol.-% zu. Die Differenz der Mittelwerte beträgt genau 0.35. Der Unterschied ist wiederum statistisch signifikant, für die Normierung aber nicht relevant.
- Die Stabilität-Marshall nimmt nach [EN2] geprüft um 1.2 kN ab. Der statistisch signifikante Unterschied von immerhin etwa 10% der üblicherweise erreichten Werte erfordert von Seiten der Produzenten von Mischgütern mit neu eher tiefen Werten für die Stabilität-Marshall eine moderate Anpassung Richtung grössere Standfestigkeit. Im Sinne der Eingangs definierten Zielsetzung, eine hohe Qualität zu erreichen, ist das positiv zu werten.
- Beim Fliessen-Marshall wurde keine signifikante, bzw. relevante Änderung festgestellt.

Die Ergebnisse konnten für die im Januar 2005 veröffentlichten Schweizer Normen berücksichtigt werden. Entsprechend waren keine Anpassungen an die Anforderungswerte für die Hohlraumgehalte der Marshall-Prüfkörper (Normen SN 640 431-1, -5 und -7) und an die Verdichtungsgrade (Norm SN 640 430) vorzunehmen.

### 4.3 Vergleich des alten und neuen Verdichtungsgerätes

Sowohl das alte Verdichtungsgerät mit Holz-Sockel wie das Neue mit Stahl-Amboss entsprechen der alten Schweizer Norm und der neueren Europäischen Norm. Von den Mittelwerten der Marshall-Kennwerte her betrachtet, sind die Unterschiede zwischen den Verdichtungsgeräten vergleichbar mit denen zwischen den Verdichtungstemperaturen 155 °C und 135 °C. Es ist somit zu erwarten, dass bei einer entsprechenden Untersuchung, diese müsste jeweils an Parallelproben als gepaarte Stichproben durchgeführt werden, auch signifikante Unterschiede bei der Raumdichte-Marshall und dem Hohlraumgehalt-Marshall festgestellt werden könnten. Von den mechanischen Kennwerten dürften wiederum nur bei den Stabilitäten-Marshall signifikante Unterschiede relevant sein.

### 4.4 Alter und neuer Prüfkopf

Von allen untersuchten Einflussfaktoren hat das Alter, bzw. der Zustand des Prüfkopfes mit Abstand die grössten Auswirkungen auf die Ergebnisse der mechanischen Prüfung. Als Beispiel konnten einige Vergleiche mit einem neuen und einem alten, sehr stark beanspruchten Prüfkopf durchgeführt werden:

- Der Kennwert Stabilität-Marshall fällt bei der Bestimmung mit einem neuen Prüfkopf 4.5 kN höher aus, bezogen auf den Durchschnitt der geprüften Mischgüter entspricht dies einer Zunahme von nahezu 50%.
- Der Kennwert Fliessen-Marshall fällt bei der Bestimmung mit einem neuen Prüfkopf um 1.7 mm kleiner aus.
- Diese Unterschiede sind statistisch signifikant und auch in der Anwendungspraxis durchaus relevant.

## 4.5 Empfehlungen

### 4.5.1 Marshall-Prüfung, Normen

Es ist vorteilhaft, dass die alte Schweizer Norm SN 671 969c, Marshall-Prüfung [SN1] in die zwei Euronormen EN 12697-30 Probenvorbereitung, Marshall-Verdichtungsgerät [EN1] und die EN 12697-34 Marshall-Prüfung [EN2] unterteilt wurde.

Die zwei Teile der Marshall-Prüfung, Herstellung von Marshall-Prüfkörpern durch Schlagverdichtung und die mechanische Prüfung, haben heute deutlich unterschiedliche Bedeutungen in der Praxis. Die Prüfkörperherstellung mit der Schlagverdichtung liefert nach wie vor wichtige Informationen zum Asphalt. Von Stabilität-Marshall und Fliessen-Marshall, heute als S und F bezeichnet, ist die Aussagekraft fraglich. In den Schweizer Normen gibt es entsprechend auch nur noch Anforderungen für N- und L-Mischgut. Keine entsprechenden Anforderungen gibt es somit für die Mischgut-Sorten vom Typ S und H für starke und sehr starke Beanspruchung.

Die Werte der Hohlraumgehalte, der mit dem Marshall-Verdichtungsgerät hergestellten Prüfkörper, liefern eine wichtige Grundlage für das Beurteilen der Qualität von Asphalt-Mischgut. Mit dem Verdichtungsgrad werden die Hohlraumgehalte von eingebauten Schichten auch mit dem optimal verdichteten Hohlraumgehalt der Laborprüfkörper verglichen und damit die Verdichtung beim Einbau kontrolliert und bewertet. Zusätzlich können mit diesem Verdichtungsverfahren auch Prüfkörper für Spezialprüfungen hergestellt werden.

### 4.5.2 Kontrolle der Qualität von Asphalt-Mischgut und Verdichtung

Wegen der Einführung der Europäischen Norm zur Marshall-Verdichtung [EN1] waren im Schweizerischen Normenwerk der VSS keine Anpassungen an die Anforderungswerte für Hohlraumgehalte der Marshall-Prüfkörper (Normen SN 640 431-1, -5 und -7) und an die Ver-

dichtungsgrade (Norm SN 640 430) vorzunehmen.

#### **4.5.3 Probenvorbereitung, Marshall-Verdichtungsgerät [EN1]**

Für das Verdichtungsgerät mit Holzsockel sind in den drei Sprachversionen der [EN1] das Fallgewicht und das Bodenstück nicht gleich definiert. Aufgrund dieser Arbeit hat die Expertenkommission EK 5.09 der VSS diese Sachverhalte an die EN weitergeleitet.

#### **4.5.4 Marshall-Prüfung [EN2], Zustand des Prüfkopfes**

Die Ergebnisse der Forschung zeigen deutlich, dass der Zustand des Prüfkopfes grosse Auswirkungen auf die Ergebnisse von Stabilität S und Fließen F hat. Da der Prüfkopf üblicherweise aus Aluminium besteht, wird dieser durch die Prüfungen stark zerkratzt, abgenützt und verformt. Ein neuer Prüfkopf liefert deutlich höhere Stabilitäten S und kleinere Fließen F als abgenützte. Der Kontrolle des Zustandes und der geometrischen Abmessungen des Prüfkopfes nach [EN2] ist grösste Beachtung beizumessen.

## Anhänge

<b>I</b>	<b>Prüfergebnisse.....</b>	<b>33</b>
<b>I.1</b>	<b>Prüfergebnisse, Mischgut mit Bitumen 50/70, altes Marshall-Verdichtungsgerät...</b>	<b>33</b>
<b>I.2</b>	<b>Prüfergebnisse, Mischgut mit Bitumen 70/100, altes Marshall-Verdichtungsgerät.</b>	<b>44</b>
<b>I.3</b>	<b>Prüfergebnisse, Mischgut mit Bitumen 50/70, neues Marshall-Verdichtungsgerät.</b>	<b>56</b>
<b>I.4</b>	<b>Prüfergebnisse, Mischgut mit Bitumen 70/100, neues Marshall-Verdichtungsgerät</b>	<b>69</b>
<b>I.5</b>	<b>Marshall-Prüfung [EN2], Zustand des Prüfkopfes.....</b>	<b>89</b>

# I Prüfergebnisse

## I.1 Prüfergebnisse, Mischgut mit Bitumen 50/70, altes Marshall-Verdichtungsgerät

Mischgut mit Bitumen 50/70, Temperaturdifferenz bei der Verdichtung: angestrebt 20°C

Altes Marshall-Verdichtungsgerät gemäss SN 671 969c / EN 12697-30 mit Holzsockel

### Ergebnisse Ziel-Bitumen 50/70

Nr.	Anl Mischgut	Ziel Bdm	Labor-Nr.	Bdm Soll	Bdm Ist	HM Soll	SN M-%	EN Vol-%	EN °C	Diff °C	RM SN	HM SN	SM SN	FM SN	EN g/cm <sup>3</sup>	RM EN	HM EN	SM EN	FM EN	EN/EN	SN/EN	RM Diff.	HM Diff.	SM Diff.	FM Diff.	EN/EN	SN/EN	RM Diff.	HM Diff.	SM Diff.	FM Diff.	
																																g/cm <sup>3</sup>
<b>Mischgut Sorte 32</b>																																
1H/ 1 H	HMT 32 S R	50/70	07419-24	3.70	5.5	156.3	136.5	19.8	2.400	5.8	11.9	2.6	2.388	6.2	10.7	2.6	0.012	-0.4	1.2	0.0	0.012	-0.4	1.2	0.0	0.012	-0.4	1.2	0.0	0.012	-0.4	1.2	0.0
<b>Mittel</b>																																
<b>Mischgut Sorte 22</b>																																
2H/ 4 I	HMT 22 S R	50/70	07442-01	4.50	4.19	155.3	135.5	19.8	2.330	7.7	8.3	2.6	2.334	7.5	6.5	2.7	-0.004	0.2	1.8	-0.1	0.004	-0.2	1.8	-0.1	0.004	-0.2	1.8	-0.1	0.004	-0.2	1.8	-0.1
3H/ 7 A	HMT 22 S	50/70	07417-02	4.20	4.00	156.0	136.5	19.5	2.390	5.8	8.8	2.7	2.375	6.3	7.6	2.8	0.015	-0.5	1.2	-0.1	0.015	-0.5	1.2	-0.1	0.015	-0.5	1.2	-0.1	0.015	-0.5	1.2	-0.1
4H/14 B	HMT 22 S R	50/70	07349-02	4.08	4.10	157.0	137.1	19.9	2.382	5.8	11.0	3.1	2.370	6.3	8.4	2.8	0.012	-0.5	2.6	0.3	0.012	-0.5	2.6	0.3	0.012	-0.5	2.6	0.3	0.012	-0.5	2.6	0.3
5H/15 B	HMT 22 S R	50/70	07349-04	4.08	3.82	156.2	137.1	19.1	2.394	5.7	10.2	3.1	2.387	6.0	9.2	2.7	0.007	-0.3	1.0	0.4	0.007	-0.3	1.0	0.4	0.007	-0.3	1.0	0.4	0.007	-0.3	1.0	0.4
6H/17 D	HMT 22 S	50/70	07384-01	-	4.59	155.2	135.0	20.2	2.411	4.1	17.0	3.2	2.401	4.5	13.8	3.1	0.010	-0.4	3.2	0.1	0.010	-0.4	3.2	0.1	0.010	-0.4	3.2	0.1	0.010	-0.4	3.2	0.1
<b>Mittel</b>																																
<b>19.7</b>																																
<b>Mischgut Sorte 16</b>																																
7H/ 2 G	AB 16 S	50/70	07419-13	5.20	3.7	155.6	135.0	20.6	2.314	7.1	9.5	2.9	2.305	7.4	8.4	2.7	0.009	-0.3	1.1	0.2	0.009	-0.3	1.1	0.2	0.009	-0.3	1.1	0.2	0.009	-0.3	1.1	0.2
<b>Mittel</b>																																
<b>20.6</b>																																
<b>Mischgut Sorte 11</b>																																
8H/ 5 A	AB 11 S	50/70	07423-01	5.70	5.84	156.4	136.0	20.4	2.374	3.7	10.2	3.2	2.364	4.1	8.7	3.1	0.010	-0.4	1.5	0.1	0.010	-0.4	1.5	0.1	0.010	-0.4	1.5	0.1	0.010	-0.4	1.5	0.1
9H/18 D	AB 11 S	50/70	07384-03	-	5.43	157.5	135.0	22.5	2.382	4.0	15.3	3.6	2.368	4.6	11.5	3.3	0.014	-0.6	3.8	0.3	0.014	-0.6	3.8	0.3	0.014	-0.6	3.8	0.3	0.014	-0.6	3.8	0.3
<b>Mittel</b>																																
<b>21.5</b>																																
<b>Mischgut Sorte 8</b>																																
10H/19 F	AB 8 S	50/70	07384-10	-	5.81	158.1	135.3	22.8	2.347	4.9	10.2	2.8	2.334	5.4	8.9	2.9	0.013	-0.5	1.3	-0.1	0.013	-0.5	1.3	-0.1	0.013	-0.5	1.3	-0.1	0.013	-0.5	1.3	-0.1
<b>Mittel</b>																																
<b>22.8</b>																																

**Ergebnisse für****Mischgutsorte**

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

Anlage / Rezept  
Labor-Nr.  
Prüfung-Nr.

**Ziel-Bitumen 50/70****HMT 32 S R****B 70/100 + B 160/220****-****30%****B 50/70****H / 49.1.14****07419-24****1H / 1****Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>3.70</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.547</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
			31.5	-

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät**

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz		
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN		
<b>Verdichtungstemperatur</b>		Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
		Ist <sup>1)</sup> °C	<b>156.3</b>	<b>136.5</b>	<b>19.8</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.400</b>	<b>2.388</b>	0.012
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll	Vol.-%	<b>5.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967		Vol.-%	<b>5.8</b>	<b>6.2</b>	<b>-0.4</b>
HMM	SN 640 431		Vol.-%	<b>14.4</b>	<b>14.8</b>	<b>-0.4</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431		%	<b>59.8</b>	<b>57.9</b>	1.9
Stabilität S	SN 671 969c		kN	<b>11.9</b>	<b>10.7</b>	1.2
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34		mm	<b>1.7</b>	<b>1.6</b>	0.1
Fließwert F	SN 671 969c		mm	<b>2.6</b>	<b>2.6</b>	0.0
Marshall-Quotient	EN 12697-34		kN/mm	<b>4.6</b>	<b>4.1</b>	0.5
Durchführung der Marshall-Prüfung				<b>17.11.2004</b>	<b>17.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt<sup>2)</sup> berechnet<sup>3)</sup> Erfahrungswert

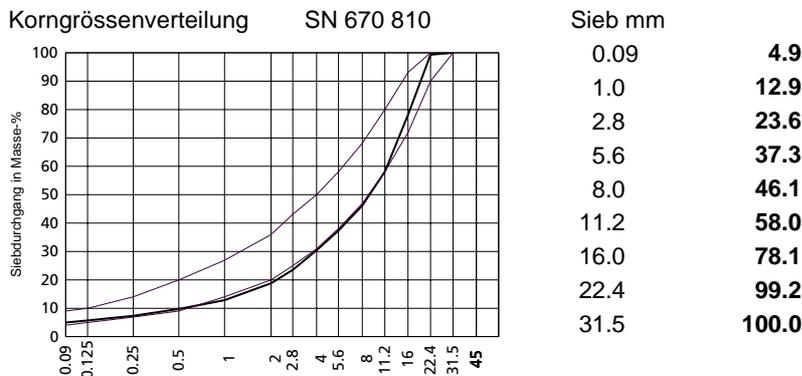
**Ergebnisse für Mischgutsorte**

**Ziel-Bitumen 50/70  
HMT 22 S R**

Bindemittel	<b>B 70/100</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	<b>40%</b>
Ziel-Bitumen	<b>B 50/70</b>
Anlage / Rezept	<b>I / 580.8</b>
Labor-Nr.	<b>07442-01</b>
Prüfung-Nr.	<b>2H / 4</b>

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.50</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>4.19</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>1)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.524</b>
Dichte Mineral <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.695</b>



**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>		
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>		
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>155.3</b>	<b>135.5</b>	<b>19.8</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.330</b>	<b>2.334</b>	-0.004
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>5.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>7.7</b>	<b>7.5</b>	<b>0.2</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>17.2</b>	<b>17.0</b>	-0.5
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>55.1</b>	<b>55.8</b>	2.2
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>8.3</b>	<b>6.5</b>	1.8
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.7</b>	<b>1.8</b>	-0.1
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.6</b>	<b>2.7</b>	-0.1
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.2</b>	<b>2.4</b>	0.6
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>05.11.2004</b>	<b>05.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für  
Mischgutsorte**

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

Anlage / Rezept  
Labor-Nr.  
Prüfung-Nr.

**Ziel-Bitumen 50/70**

**HMT 22 S**

B 50/70

-

-

B 50/70

A / 48.0.24

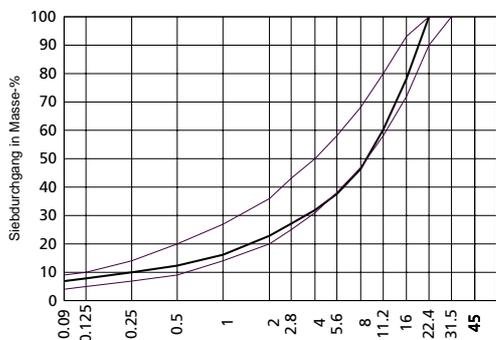
07417-02

3H / 7

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.20</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>4.00</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.536</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>

Korngrößenverteilung SN 670 810 Sieb mm



Sieb mm	0.09	1.0	2.8	5.6	8.0	11.2	16.0	22.4	31.5
Actual Masse-%	6.9	16.3	27.1	37.7	46.4	60.2	78.0	100.0	100.0

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät**

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>156.0</b>	<b>136.5</b>	<b>19.5</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.390</b>	<b>2.375</b>	0.015
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>5.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>5.8</b>	<b>6.3</b>	<b>-0.5</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>15.1</b>	<b>15.6</b>	<b>-0.5</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>61.5</b>	<b>59.3</b>	2.2
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>8.8</b>	<b>7.6</b>	1.2
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.8</b>	<b>1.7</b>	0.1
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.7</b>	<b>2.8</b>	<b>-0.1</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.3</b>	<b>2.7</b>	0.5
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>27.10.2004</b>	<b>27.10.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

## Ergebnisse für Mischgutsorte

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen  
  
Anlage / Rezept  
Labor-Nr.  
Prüfung-Nr.

## Ziel-Bitumen 50/70

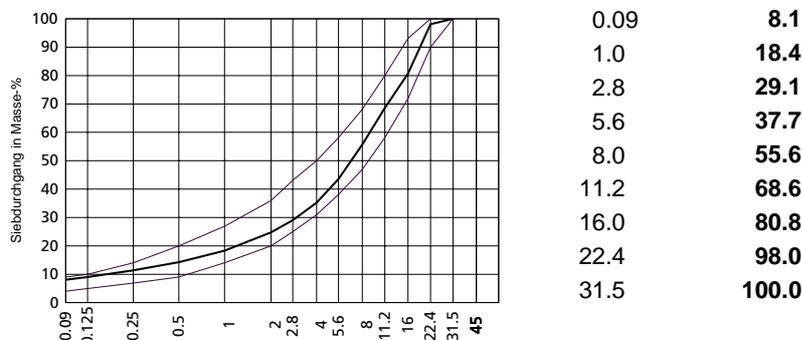
### HMT 22 S R

B 50/70  
-  
20  
B 50/70  
  
B / A48  
07349-02  
4H / 14

### Prüfergebnisse

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.08</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>4.10</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.528</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.696</b>

Korngrößenverteilung SN 670 810 Sieb mm



### Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>157.0</b>	<b>137.1</b>	<b>19.9</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.382</b>	<b>2.370</b>	0.012
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>5.3</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>5.8</b>	<b>6.3</b>	<b>-0.5</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>15.3</b>	<b>15.7</b>	<b>-0.4</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>62.0</b>	<b>60.1</b>	<b>1.9</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>11.0</b>	<b>8.4</b>	<b>2.6</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.7</b>	<b>1.8</b>	<b>-0.1</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.1</b>	<b>2.8</b>	<b>0.3</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.5</b>	<b>3.0</b>	<b>0.5</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>08.10.2004</b>	<b>08.10.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für  
Mischgutsorte**

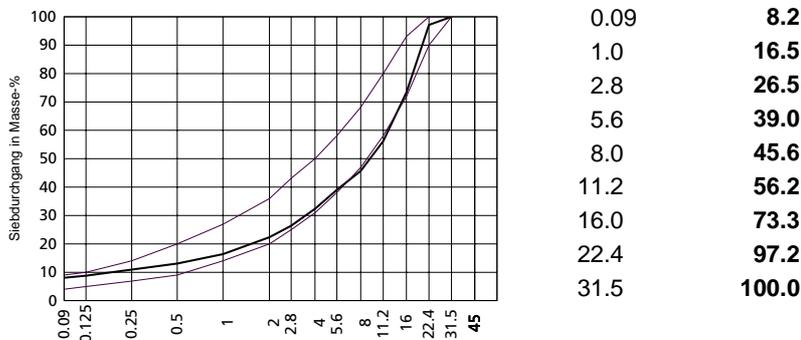
**Ziel-Bitumen 50/70  
HMT 22 S R**

Bindemittel	<b>B 50/70</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	<b>20</b>
Ziel-Bitumen	<b>B 50/70</b>
Anlage / Rezept	<b>B / A48</b>
Labor-Nr.	<b>07349-04</b>
Prüfung-Nr.	<b>5H / 15</b>

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.08</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>3.82</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.539</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.696</b>

Korngrößenverteilung SN 670 810 Sieb mm



**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>

---

<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>156.2</b>	<b>137.1</b>	<b>19.1</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.394</b>	<b>2.387</b>	0.007
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>5.3</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>5.7</b>	<b>6.0</b>	<b>-0.3</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>14.6</b>	<b>14.8</b>	-0.2
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>60.8</b>	<b>59.6</b>	1.2
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>10.2</b>	<b>9.2</b>	1.0
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	0.0
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.1</b>	<b>2.7</b>	0.4
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.3</b>	<b>3.4</b>	-0.1
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>08.10.2004</b>	<b>08.10.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

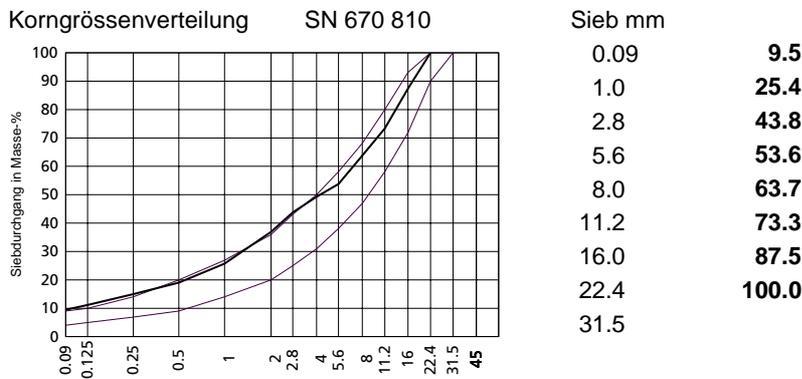
**Ergebnisse für  
Mischgutsorte**

**Ziel-Bitumen 50/70**

Bindemittel	<b>B 50/70</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 50/70</b>
Anlage / Rezept	<b>D / -</b>
Labor-Nr.	<b>07384-01</b>
Prüfung-Nr.	<b>6H / 17</b>

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	-
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>4.59</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.513</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>



**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>		
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>		
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>155.2</b>	<b>135.0</b>	<b>20.2</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.411</b>	<b>2.401</b>	0.010
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	-		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>4.1</b>	<b>4.5</b>	<b>-0.4</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>14.8</b>	<b>15.2</b>	-0.4
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>72.5</b>	<b>70.5</b>	2.0
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>17.0</b>	<b>13.8</b>	3.2
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.9</b>	<b>1.8</b>	0.1
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.2</b>	<b>3.1</b>	0.1
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>5.3</b>	<b>4.5</b>	0.8
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>12.10.2004</b>	<b>12.10.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für****Mischgutsorte**

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

**Ziel-Bitumen 50/70****AB 16 S****B 50/70**

-

-

**B 50/70**

Anlage / Rezept

**G / 43.0.11**

Labor-Nr.

**07419-13**

Prüfung-Nr.

**7H / 2****Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>5.20</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.490</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
			31.5	-

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät**

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz		
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN		
<b>Verdichtungstemperatur</b>		Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
		Ist <sup>1)</sup> °C	<b>155.6</b>	<b>135.0</b>	<b>20.6</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.314</b>	<b>2.305</b>	0.009
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll	Vol.-%	<b>3.7</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967		Vol.-%	<b>7.1</b>	<b>7.4</b>	<b>-0.3</b>
HMM	SN 640 431		Vol.-%	<b>18.8</b>	<b>19.1</b>	<b>-0.3</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431		%	<b>62.3</b>	<b>61.1</b>	1.2
Stabilität S	SN 671 969c		kN	<b>9.5</b>	<b>8.4</b>	1.1
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34		mm	<b>1.7</b>	<b>1.6</b>	0.1
Fließwert F	SN 671 969c		mm	<b>2.9</b>	<b>2.7</b>	0.2
Marshall-Quotient	EN 12697-34		kN/mm	<b>3.3</b>	<b>3.1</b>	0.2
Durchführung der Marshall-Prüfung				<b>17.11.2004</b>	<b>17.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt<sup>2)</sup> berechnet<sup>3)</sup> Erfahrungswert

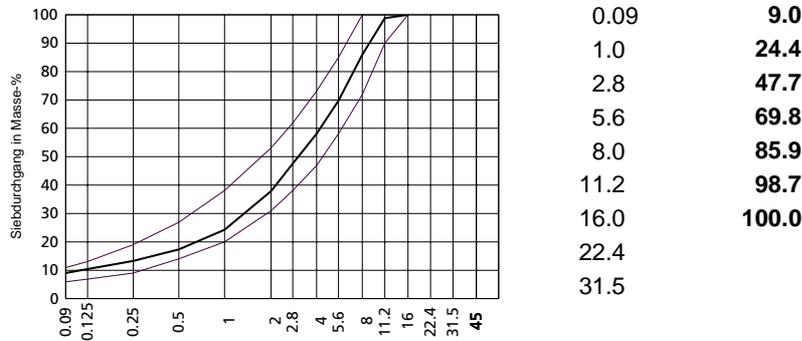
**Ergebnisse für  
Mischgutsorte**

**Ziel-Bitumen 50/70**

Bindemittel	<b>B 50/70</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 50/70</b>
Anlage / Rezept	<b>A / 42.0.24</b>
Labor-Nr.	<b>07423-01</b>
Prüfung-Nr.	<b>8H / 5</b>

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>5.70</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>5.84</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.466</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	



**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>		
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>		
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>156.4</b>	<b>136.0</b>	<b>20.4</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.374</b>	<b>2.364</b>	0.010
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>3.7</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>3.7</b>	<b>4.1</b>	<b>-0.4</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>17.2</b>	<b>17.5</b>	<b>-0.3</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>78.3</b>	<b>76.4</b>	<b>1.9</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>10.2</b>	<b>8.7</b>	<b>1.5</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.7</b>	<b>1.8</b>	<b>-0.1</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.2</b>	<b>3.1</b>	<b>0.1</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.2</b>	<b>2.8</b>	<b>0.4</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>28.10.2004</b>	<b>28.10.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für**

**Ziel-Bitumen 50/70**

**Mischgutsorte**

**AB 11 S**

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

**B 50/70**  
-  
-  
**B 50/70**

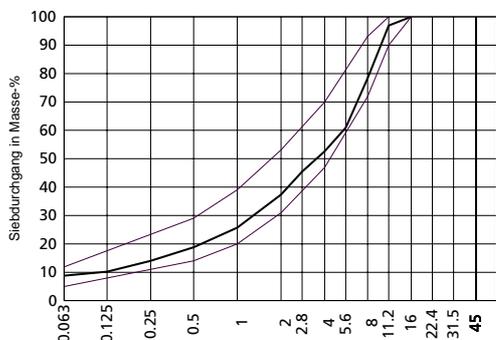
Anlage / Rezept  
Labor-Nr.  
Prüfung-Nr.

**D / -**  
**07384-03**  
**9H / 18**

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	-
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>5.43</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.482</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>

Korngrößenverteilung SN 670 810 Sieb mm



0.09	<b>8.7</b>
1.0	<b>25.8</b>
2.8	<b>45.3</b>
5.6	<b>60.9</b>
8.0	<b>78.3</b>
11.2	<b>96.8</b>
16.0	<b>100.0</b>
22.4	
31.5	

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>		
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>		
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>157.5</b>	<b>135.0</b>	<b>22.5</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.382</b>	<b>2.368</b>	0.014
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	-		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>4.0</b>	<b>4.6</b>	<b>-0.6</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>16.6</b>	<b>17.1</b>	-0.5
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>75.8</b>	<b>73.0</b>	2.8
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>15.3</b>	<b>11.5</b>	3.8
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.9</b>	<b>1.7</b>	0.2
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.6</b>	<b>3.3</b>	0.3
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>4.2</b>	<b>3.5</b>	0.7
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>12.10.2004</b>	<b>12.10.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

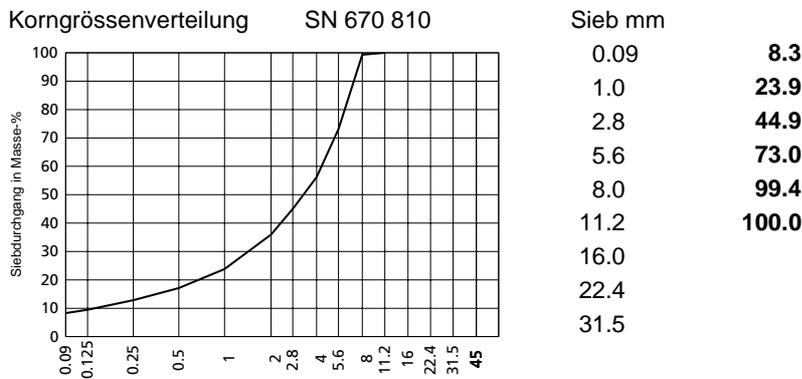
**Ergebnisse für Mischgutsorte**

**Ziel-Bitumen 50/70**

Bindemittel	<b>B 50/70</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 50/70</b>
Anlage / Rezept	<b>F / -</b>
Labor-Nr.	<b>07384-10</b>
Prüfung-Nr.	<b>10H / 19</b>

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	-
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>5.81</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.468</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>



**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>		
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>		
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>158.1</b>	<b>135.3</b>	<b>22.8</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.347</b>	<b>2.334</b>	0.013
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	-		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>4.9</b>	<b>5.4</b>	<b>-0.5</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>18.1</b>	<b>18.6</b>	-0.5
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>73.0</b>	<b>70.8</b>	2.2
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>10.2</b>	<b>8.9</b>	1.3
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.6</b>	<b>1.8</b>	-0.2
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.8</b>	<b>2.9</b>	-0.1
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.6</b>	<b>3.1</b>	0.5
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>15.10.2004</b>	<b>15.10.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

## I.2 Prüfergebnisse, Mischgut mit Bitumen 70/100, altes Marshall-Verdichtungsgerät

Mischgut mit Bitumen 70/100, Temperaturdifferenz bei der Verdichtung: angestrebt 10°C

Altes Marshall-Verdichtungsgerät gemäss SN 671 969c / EN 12697-30 mit Holzsockel

### Ergebnisse Bitumen 70/100

Nr.	Anl Mischgut	Ziel Bdm	Labor-Nr.	Bdm Soll	HM Soll	M-%	Vol-%	°C	EN	Diff	RM		SN		HM		FM		SM		EN/SN		RM		HM		FM		SM									
											g/cm <sup>3</sup>	V-%	g/cm <sup>3</sup>	V-%	g/cm <sup>3</sup>	V-%	g/cm <sup>3</sup>	V-%	g/cm <sup>3</sup>	V-%	g/cm <sup>3</sup>	V-%	g/cm <sup>3</sup>	V-%	g/cm <sup>3</sup>	V-%	g/cm <sup>3</sup>	V-%	g/cm <sup>3</sup>	V-%								
<b>Mischgut Sorte 22</b>																																						
11H/12	D	HMT 22 N	70/100	7410-01	4.10	4.31	4.2	146.7	135.6	11.1	2.448	3.2	9.6	2.9	2.442	3.4	8.5	2.9	0.006	-0.2	1.1	0.0																
12H/13	D	HMT 22 N	70/100	7410-02	4.10	4.01	4.2	147.8	137.6	10.2	2.440	3.9	10.0	2.6	2.437	4.0	9.1	2.6	0.003	-0.1	0.9	0.0																
13H/16	C	HMT 22 S	70/100	7352-4m	4.30	4.31	5.5	146.9	136.3	10.6	2.394	5.9	10.3	2.6	2.391	6.0	9.4	2.6	0.003	-0.1	0.9	0.0																
<b>Mittel</b>																																						
											<b>10.6</b>												<b>0.004</b>		<b>-0.1</b>		<b>1.0</b>		<b>0.0</b>									
<b>Mischgut Sorte 16</b>																																						
14H/ 9	A	HMT 16 L	70/100	07407-02	5.40	5.38	3.0	147.1	137.9	9.2	2.433	2.0	11.1	3.5	2.428	2.2	9.9	3.5	0.005	-0.2	1.2	0.0																
15H/10	A	HMT 16 N	70/100	07407-03	4.90	4.89	4.5	148.1	137.9	10.2	2.348	6.2	8.0	3.0	2.343	6.4	7.1	2.8	0.005	-0.2	0.9	0.2																
16H/20	E	HMT 16 N	70/100	07384-08	-	5.04	-	147.7	137.4	10.3	2.420	3.0	10.5	2.7	2.409	3.5	9.6	2.7	0.011	-0.5	0.9	0.0																
<b>Mittel</b>																																						
											<b>9.9</b>												<b>0.007</b>		<b>-0.3</b>		<b>1.0</b>		<b>0.1</b>									
<b>Mischgut Sorte 11</b>																																						
17H/ 3	G	HMT 11 L	70/100	07419-09	5.70		3.0	145.5	135.5	10.0	2.383	3.6	11.6	3.3	2.373	4.0	11.0	3.4	0.010	-0.4	0.6	-0.1																
<b>Mittel</b>																																						
											<b>10.0</b>												<b>0.010</b>		<b>-0.4</b>		<b>0.6</b>		<b>-0.1</b>									
<b>Mischgut Sorte 8</b>																																						
18H/11	A	AB 8 N	70/100	07407-04	6.10	5.97	3.3	148.2	138.1	10.1	2.383	3.2	10.6	3.4	2.381	3.3	10.0	3.3	0.002	-0.1	0.6	0.1																
<b>Mittel</b>																																						
											<b>10.1</b>												<b>0.002</b>		<b>-0.1</b>		<b>0.6</b>		<b>0.1</b>									
<b>Mischgut Sorte 6</b>																																						
19H/ 6	A	AB 6 N	70/100	07423-02	6.90	6.87	3.2	146.5	135.9	10.6	2.333	4.0	9.0	3.3	2.331	4.0	8.6	3.2	0.002	0.0	0.4	0.1																
20H/ 8	A	AB 6 L	70/100	07407-01	7.20	6.98	3.0	148.0	137.0	11.0	2.277	6.1	9.7	3.1	2.273	6.3	9.4	3.1	0.004	-0.2	0.3	0.0																
21H/21	F	AB 6 L	70/100	07384-09	-	6.81	-	149.6	135.3	14.3	2.342	3.7	11.7	3.2	2.332	4.1	10.2	3.2	0.010	-0.4	1.5	0.0																
<b>Mittel</b>																																						
											<b>12.0</b>												<b>0.005</b>		<b>-0.2</b>		<b>0.7</b>		<b>0.0</b>									

## Ergebnisse für Mischgutsorte

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

Anlage / Rezept  
Labor-Nr.  
Prüfung-Nr.

## Ziel-Bitumen 70/100

### HMT 22 N

B 70/100

-

-

B 70/100

D / 224

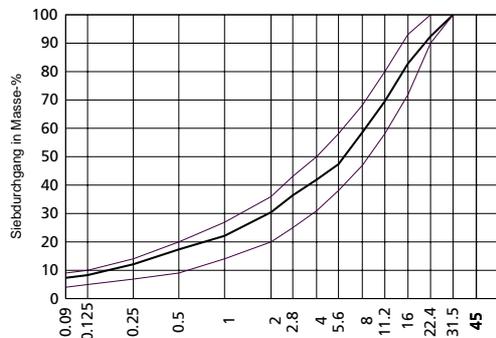
07410-01

11H / 12

### Prüfergebnisse

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.10</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>4.31</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.528</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.705</b>

Korngrößenverteilung	SN 670 810	Sieb mm	
		0.09	<b>7.3</b>
		1.0	<b>22.2</b>
		2.8	<b>36.5</b>
		5.6	<b>47.5</b>
		8.0	<b>58.6</b>
		11.2	<b>69.5</b>
		16.0	<b>82.8</b>
		22.4	<b>92.3</b>
		31.5	<b>100.0</b>



### Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz		
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN		
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>146.7</b>	<b>135.6</b>	<b>11.1</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.448</b>	<b>2.442</b>	0.006
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>4.2</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>3.2</b>	<b>3.4</b>	<b>-0.2</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>13.4</b>	<b>13.6</b>	<b>-0.2</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>76.4</b>	<b>75.1</b>	<b>1.3</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>9.6</b>	<b>8.5</b>	<b>1.1</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.9</b>	<b>1.9</b>	<b>0.0</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.9</b>	<b>2.9</b>	<b>0.0</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.3</b>	<b>2.9</b>	<b>0.4</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>21.10.2004</b>	<b>21.10.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für  
Mischgutsorte**

**Ziel-Bitumen 70/100**

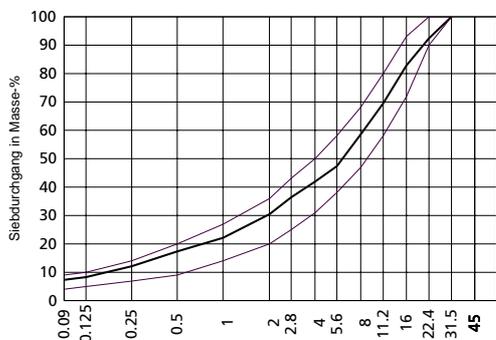
Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen  
  
Anlage / Rezept  
Labor-Nr.  
Prüfung-Nr.

**HMT 22 N**  
**B 70/100**  
-  
-  
**B 70/100**  
  
**D / 224**  
**07410-02**  
**12H / 13**

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.10</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>4.01</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.539</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.705</b>

Korngrößenverteilung SN 670 810 Sieb mm



0.09	<b>7.1</b>
1.0	<b>22.3</b>
2.8	<b>35.6</b>
5.6	<b>46.4</b>
8.0	<b>56.4</b>
11.2	<b>67.7</b>
16.0	<b>81.6</b>
22.4	<b>90.4</b>
31.5	<b>100.0</b>

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät**

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>147.8</b>	<b>137.6</b>	<b>10.2</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.440</b>	<b>2.437</b>	0.003
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>4.2</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>3.9</b>	<b>4.0</b>	<b>-0.1</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>13.4</b>	<b>13.5</b>	<b>-0.1</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>70.9</b>	<b>70.2</b>	<b>0.7</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>10.0</b>	<b>9.1</b>	<b>0.9</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.8</b>	<b>1.6</b>	<b>0.2</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.6</b>	<b>2.6</b>	<b>0.0</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.8</b>	<b>3.5</b>	<b>0.3</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>21.10.2004</b>	<b>21.10.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

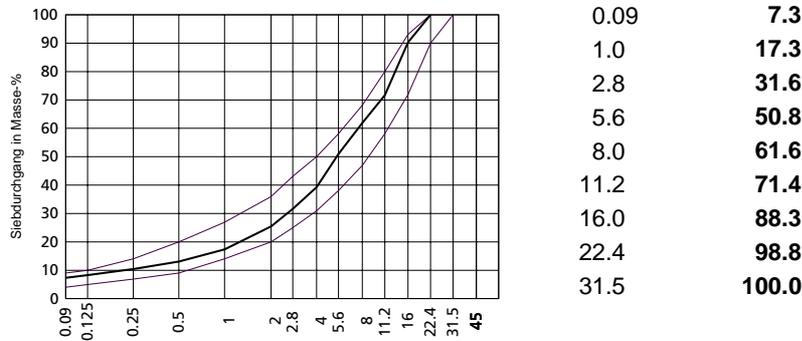
**Ergebnisse für  
Mischgutsorte**

**Ziel-Bitumen 70/100**

Bindemittel	<b>B 70/100</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 70/100</b>
Anlage / Rezept	<b>C / 48</b>
Labor-Nr.	<b>07352-4m</b>
Prüfung-Nr.	<b>13H / 16</b>

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.30</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>4.31</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>1)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.542</b>
Dichte Mineral <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.723</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	



**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>		
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>		
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>146.9</b>	<b>136.3</b>	<b>10.6</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.394</b>	<b>2.391</b>	0.003
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>5.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>5.9</b>	<b>6.0</b>	<b>-0.1</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>15.9</b>	<b>16.0</b>	<b>-0.1</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>63.1</b>	<b>62.6</b>	<b>0.5</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>10.3</b>	<b>9.4</b>	<b>0.9</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.5</b>	<b>1.4</b>	<b>0.1</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.6</b>	<b>2.6</b>	<b>0.0</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>4.0</b>	<b>3.6</b>	<b>0.4</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>06.10.2004</b>	<b>06.10.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für**

**Ziel-Bitumen 70/100**

**Mischgutsorte**

**HMT 16 L**

Bindemittel

**B 70/100**

Zusätze

-

Asphalt-Granulat

-

Ziel-Bitumen

**B 70/100**

Anlage / Rezept

**A / 27.4.13**

Labor-Nr.

**07407-02**

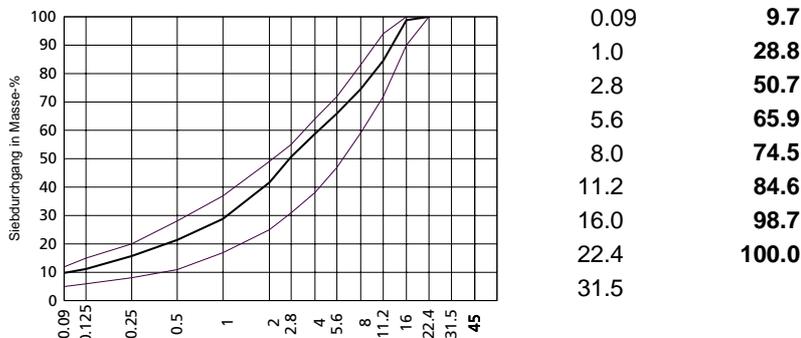
Prüfung-Nr.

**14H / 9**

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>5.40</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>5.38</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.483</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>

Korngrößenverteilung SN 670 810 Sieb mm



**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>		
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>		
<b>Verdichtungs­temperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>147.1</b>	<b>137.9</b>	<b>9.2</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.433</b>	<b>2.428</b>	0.005
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>3.0</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>2.0</b>	<b>2.2</b>	<b>-0.2</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>14.7</b>	<b>14.9</b>	<b>-0.2</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>86.5</b>	<b>84.9</b>	1.6
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>11.1</b>	<b>9.9</b>	1.2
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>2.5</b>	<b>2.5</b>	0.0
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.5</b>	<b>3.5</b>	0.0
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.2</b>	<b>2.8</b>	0.4
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>19.10.2004</b>	<b>19.10.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

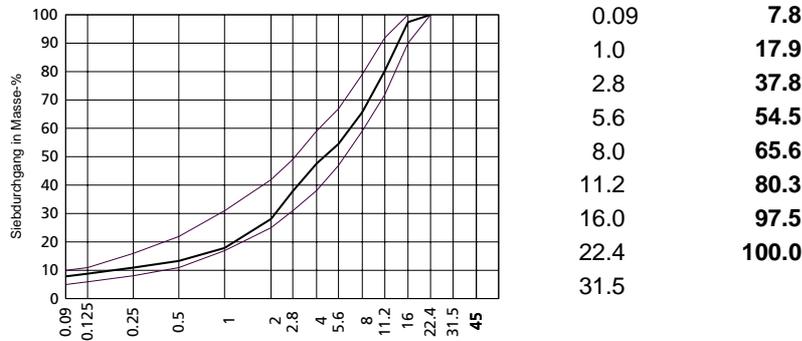
**Ergebnisse für  
Mischgutsorte**

**Ziel-Bitumen 70/100**

Bindemittel	<b>B 70/100</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 70/100</b>
Anlage / Rezept	<b>A / 37.2.13</b>
Labor-Nr.	<b>07407-03</b>
Prüfung-Nr.	<b>15H / 10</b>

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.90</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>4.89</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.502</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	



**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>		
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>		
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>148.1</b>	<b>137.9</b>	<b>10.2</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.348</b>	<b>2.343</b>	0.005
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>4.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>6.2</b>	<b>6.4</b>	<b>-0.2</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>17.3</b>	<b>17.5</b>	<b>-0.2</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>64.4</b>	<b>63.6</b>	<b>0.8</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>8.0</b>	<b>7.1</b>	<b>0.9</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.9</b>	<b>1.6</b>	<b>0.3</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.0</b>	<b>2.8</b>	<b>0.2</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>2.7</b>	<b>2.5</b>	<b>0.2</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>19.10.2004</b>	<b>19.10.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für  
Mischgutsorte**

**Ziel-Bitumen 70/100**

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

**HMT 16 N**  
**B 70/100**  
-  
-

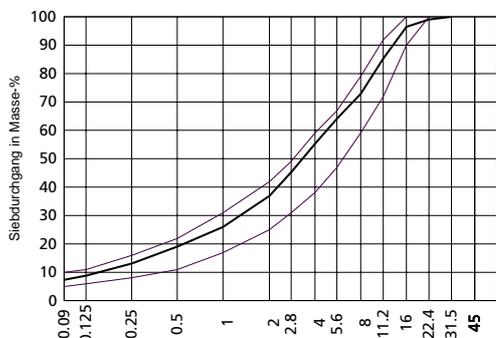
Anlage / Rezept  
Labor-Nr.  
Prüfung-Nr.

**E / -**  
**07384-08**  
**16H / 20**

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	-
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>5.04</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.496</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>

Korngrößenverteilung SN 670 810 Sieb mm



0.09	<b>7.5</b>
1.0	<b>25.9</b>
2.8	<b>45.2</b>
5.6	<b>64.0</b>
8.0	<b>72.7</b>
11.2	<b>85.3</b>
16.0	<b>96.5</b>
22.4	<b>99.0</b>
31.5	<b>100.0</b>

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>		
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>		
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>147.7</b>	<b>137.4</b>	<b>10.3</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.420</b>	<b>2.409</b>	0.011
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	-		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>3.0</b>	<b>3.5</b>	<b>-0.5</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>14.9</b>	<b>15.3</b>	-0.4
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>79.6</b>	<b>77.1</b>	2.5
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>10.5</b>	<b>9.6</b>	0.9
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.7</b>	<b>1.8</b>	-0.1
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.7</b>	<b>2.7</b>	0.0
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.9</b>	<b>3.6</b>	0.3
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>13.10.2004</b>	<b>13.10.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

## Ergebnisse für Mischgutsorte

## Ziel-Bitumen 70/100

Bindemittel	<b>B 70/100</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 70/100</b>
Anlage / Rezept	<b>G / 26.0.33</b>
Labor-Nr.	<b>07419-09</b>
Prüfung-Nr.	<b>17H / 3</b>

### Prüfergebnisse

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>5.70</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.472</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrössenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
			31.5	-

## Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>145.5</b>	<b>135.5</b>	<b>10.0</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.383</b>	<b>2.373</b>	0.010
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>3.0</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>3.6</b>	<b>4.0</b>	<b>-0.4</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>16.8</b>	<b>17.1</b>	<b>-0.3</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>78.6</b>	<b>76.7</b>	<b>1.9</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>11.6</b>	<b>11.0</b>	<b>0.6</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>2.2</b>	<b>1.9</b>	<b>0.3</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.3</b>	<b>3.4</b>	<b>-0.1</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.5</b>	<b>3.2</b>	<b>0.3</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>17.11.2004</b>	<b>17.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für**

**Ziel-Bitumen 70/100**

**Mischgutsorte**

**AB 8 N**

Bindemittel

**B 70/100**

Zusätze

-

Asphalt-Granulat

-

Ziel-Bitumen

**B 70/100**

Anlage / Rezept

**A / 92.0.14**

Labor-Nr.

**07407-04**

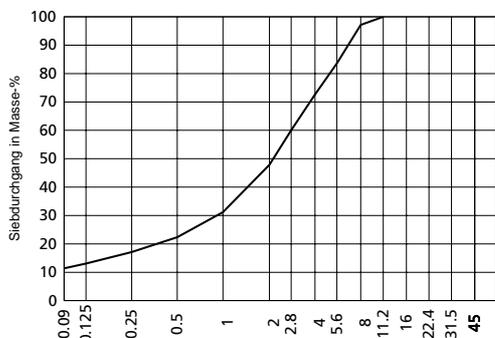
Prüfung-Nr.

**18H / 11**

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>6.10</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>5.97</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.462</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>

Korngrößenverteilung SN 670 810 Sieb mm



0.09	<b>11.5</b>
1.0	<b>31.3</b>
2.8	<b>60.0</b>
5.6	<b>83.6</b>
8.0	<b>97.2</b>
11.2	<b>100.0</b>
16.0	
22.4	
31.5	

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>		
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>		
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>148.2</b>	<b>138.1</b>	<b>10.1</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.383</b>	<b>2.381</b>	0.002
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>3.3</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>3.2</b>	<b>3.3</b>	<b>-0.1</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>17.0</b>	<b>17.1</b>	<b>-0.1</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>81.2</b>	<b>80.8</b>	<b>0.4</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>10.6</b>	<b>10.0</b>	<b>0.6</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>2.2</b>	<b>2.1</b>	<b>0.1</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.4</b>	<b>3.3</b>	<b>0.1</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.1</b>	<b>3.0</b>	<b>0.1</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>19.10.2004</b>	<b>19.10.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

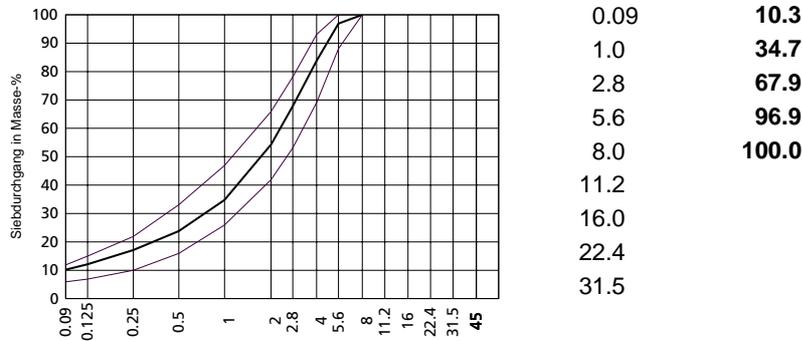
**Ergebnisse für  
Mischgutsorte**

**Ziel-Bitumen 70/100**

Bindemittel	<b>B 70/100</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 70/100</b>
Anlage / Rezept	<b>A / 31.1.24</b>
Labor-Nr.	<b>07423-02</b>
Prüfung-Nr.	<b>19H / 6</b>

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>6.90</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>6.87</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.429</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	



**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>		
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>		
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>146.5</b>	<b>135.9</b>	<b>10.6</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.333</b>	<b>2.331</b>	0.002
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>3.2</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>4.0</b>	<b>4.0</b>	<b>0.0</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>19.5</b>	<b>19.6</b>	-0.1
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>79.7</b>	<b>79.5</b>	0.4
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>9.0</b>	<b>8.6</b>	0.4
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>2.0</b>	<b>2.1</b>	-0.1
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.3</b>	<b>3.2</b>	0.1
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>2.7</b>	<b>2.7</b>	0.0
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>29.10.2004</b>	<b>29.10.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für**

**Ziel-Bitumen 70/100**

**Mischgutsorte**

**AB 6 L**

Bindemittel

**B 70/100**

Zusätze

-

Asphalt-Granulat

-

Ziel-Bitumen

**B 70/100**

Anlage / Rezept

**A / 21.0.33**

Labor-Nr.

**07407-01**

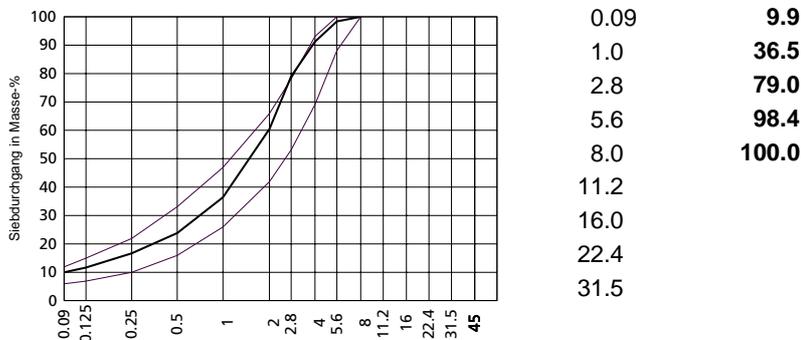
Prüfung-Nr.

**20H / 8**

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>7.20</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>6.98</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.426</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>

Korngrößenverteilung SN 670 810 Sieb mm



**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät**

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>148.0</b>	<b>137.0</b>	<b>11.0</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.277</b>	<b>2.273</b>	0.004
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>3.0</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>6.1</b>	<b>6.3</b>	<b>-0.2</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>21.5</b>	<b>21.7</b>	<b>-0.2</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>71.8</b>	<b>71.0</b>	<b>0.8</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>9.7</b>	<b>9.4</b>	<b>0.3</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.7</b>	<b>1.8</b>	<b>-0.1</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.1</b>	<b>3.1</b>	<b>0.0</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.1</b>	<b>3.0</b>	<b>0.1</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung		<b>19.10.2004</b>	<b>19.10.2004</b>		

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

## Ergebnisse für Mischgutsorte

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

Anlage / Rezept  
Labor-Nr.  
Prüfung-Nr.

## Ziel-Bitumen 70/100

**AB 6 L**  
**B 70/100**

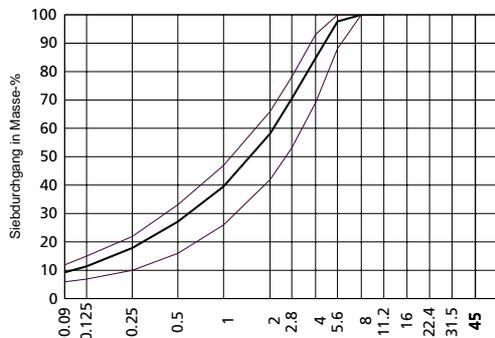
-  
-  
**B 70/100**

**F / -**  
**07384-09**  
**21H / 21**

### Prüfergebnisse

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	-
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>6.81</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.432</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>

Korngrößenverteilung	SN 670 810	Sieb mm	
		0.09	<b>9.3</b>
		1.0	<b>39.5</b>
		2.8	<b>70.4</b>
		5.6	<b>97.6</b>
		8.0	<b>99.9</b>
		11.2	<b>100.0</b>
		16.0	
		22.4	
		31.5	



### Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, altes Verdichtungsgerät

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz		
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>		
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>149.6</b>	<b>135.3</b>	<b>14.3</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.342</b>	<b>2.232</b>	0.010
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	-		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>3.7</b>	<b>4.1</b>	<b>-0.4</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>19.2</b>	<b>19.5</b>	<b>-0.3</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>80.8</b>	<b>79.0</b>	<b>1.8</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>11.7</b>	<b>10.2</b>	<b>1.5</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.9</b>	<b>2.0</b>	<b>-0.1</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.2</b>	<b>3.2</b>	<b>0.0</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.7</b>	<b>3.2</b>	<b>0.5</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>13.10.2004</b>	<b>13.10.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

### I.3 Prüfergebnisse, Mischgut mit Bitumen 50/70, neues Marshall-Verdichtungsgerät

Mischgut mit Bitumen 50/70, Temperaturdifferenz bei der Verdichtung: angestrebt 20°C

Neues Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30 mit Stahlamboss

#### Ergebnisse Ziel-Bitumen 50/70

Nr.	Anl Mischgut	Ziel Bdm	Labor-Nr.	Bdm Soll	HM Soll	SN M-%	EN Vol-%	Diff °C	RM SN	HM SN V-%	SM SN kN	FM SN mm	RM EN	HM EN V-%	SM EN kN	FM EN mm	RM Diff.	HM Diff. V-%	SM Diff. kN	FM Diff. mm
<b>Mischgut Sorte 32</b>																				
1S/7 H	HMT 32 SR	50/70	07419-24	3.70	5.5	155.5	136.4	19.1	2.405	5.6	13.2	2.4	2.400	5.8	12.0	2.5	0.005	-0.2	1.2	-0.1
2S/13 I	HMT 32 SR	50/70	07460-04	3.70	5.5	157.2	136.2	21.0	2.429	4.2	11.9	2.9	2.417	4.6	11.3	2.7	0.012	-0.4	0.6	0.2
3S/11 A	HMT 32 S	50/70	07424-01	3.80	5.5	157.5	136.5	21.0	2.407	5.4	9.8	2.5	2.397	5.8	8.9	2.4	0.010	-0.4	0.9	0.1
<b>Mittel</b>								<b>20.4</b>								<b>0.009</b>	<b>-0.3</b>	<b>0.9</b>	<b>0.1</b>	
<b>Mischgut Sorte 22</b>																				
4S/15 K	HMT 22 SR	50/70	07463-01	4.30	5.5	155.4	135.9	19.5	2.429	3.9	11.6	2.9	2.425	4.1	11.4	3.0	0.004	-0.2	0.2	-0.1
5S/12 I	HMT 22 S	50/70	07460-01	4.50	5.5	157.2	135.1	22.1	2.411	3.8	12.3	3.3	2.399	4.3	11.5	3.6	0.012	-0.5	0.8	-0.3
6S/14 I	HMT 22 SR	50/70	07460-03	4.50	5.5	155.3	136.3	19.0	2.398	4.9	9.6	3.5	2.392	5.1	10.1	3.3	0.006	-0.2	-0.5	0.2
<b>Mittel</b>								<b>20.2</b>								<b>0.007</b>	<b>-0.3</b>	<b>0.2</b>	<b>-0.1</b>	
<b>Mischgut Sorte 16</b>																				
7S/8 G	AB 16 S	50/70	07419-13	5.20	3.7	156.3	135.2	21.1	2.347	5.7	12.2	2.9	2.340	6.0	11.7	3.0	0.007	-0.3	0.5	-0.1
8S/16 K	HMT 16 S	50/70	07463-02	4.90	4.0	156.0	135.4	20.6	2.427	3.1	15.2	3.7	2.417	3.5	13.5	4.0	0.010	-0.4	1.7	-0.3
<b>Mittel</b>								<b>20.9</b>								<b>0.009</b>	<b>-0.4</b>	<b>1.1</b>	<b>-0.2</b>	
<b>Mischgut Sorte 11</b>																				
9S/17 K	HMT 11 S	50/70	07463-03	5.20	4.0	155.6	135.3	20.3	2.285	8.4	12.1	2.9	2.274	8.8	11.8	3.1	0.011	-0.4	0.3	-0.2
10S/18 K	AB 11 S	50/70	07463-04	5.70	3.7	156.2	136.2	20.0	2.379	3.9	13.8	3.4	2.369	4.3	12.9	3.5	0.010	-0.4	0.9	-0.1
11S/9 A	AB 11 S	50/70	07496-01	5.70	3.7	156.2	136.2	20.0	2.387	3.5	10.8	2.8	2.384	3.6	10.6	2.9	0.003	-0.1	0.2	-0.1
12S/10 A	AB 11 S	50/70	07332-01	5.70	3.7	155.8	135.4	20.4	2.374	3.9	10.4	2.7	2.363	4.4	9.8	3.1	0.011	-0.5	0.6	-0.4
<b>Mittel</b>								<b>20.2</b>								<b>0.009</b>	<b>-0.4</b>	<b>0.5</b>	<b>-0.2</b>	

## Ergebnisse für Mischgutsorte

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

Anlage / Rezept  
Labor-Nr.  
Prüfung-Nr.

## Ziel-Bitumen 50/70

### HMT 32 S R

B 70/100 + B 160/220

-

30%

B 50/70

H / 49.1.14

07419-24

1S / 7

### Prüfergebnisse

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>3.70</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.535</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrössenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
	31.5	-		

## Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>155.5</b>	<b>136.4</b>	<b>19.1</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.405</b>	<b>2.400</b>	0.005
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>5.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>5.6</b>	<b>5.8</b>	<b>-0.2</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>14.2</b>	<b>14.4</b>	<b>-0.2</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>60.8</b>	<b>59.8</b>	<b>1.0</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>13.2</b>	<b>12.0</b>	<b>1.2</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.5</b>	<b>1.7</b>	<b>-0.2</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.4</b>	<b>2.5</b>	<b>-0.1</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>5.5</b>	<b>4.8</b>	<b>0.7</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>17.11.2004</b>	<b>17.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt

<sup>2)</sup> berechnet

<sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für****Mischgutsorte**

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

**Ziel-Bitumen 50/70****HMT 32 S R****B 70/100**

-

**40%****B 50/70**

Anlage / Rezept

**I / 590.8**

Labor-Nr.

**07460-04**

Prüfung-Nr.

**2S / 13****Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>3.70</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.535</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.686</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
			31.5	-

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät****Marshall-Prüfung**, durchgeführt gemäss Norm

SN 671 969c

EN 12697-30

**Differenz**

Norm gültig

bis Ende 2004

ab 2005

**SN-EN**

<b>Verdichtungstemperatur</b>		Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
		Ist <sup>1)</sup> °C	<b>157.2</b>	<b>136.2</b>	<b>21.0</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.429</b>	<b>2.417</b>	0.012
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll	Vol.-%	<b>5.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967		Vol.-%	<b>4.2</b>	<b>4.6</b>	<b>-0.4</b>
HMM	SN 640 431		Vol.-%	<b>12.9</b>	<b>13.3</b>	<b>-0.4</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431		%	<b>67.6</b>	<b>65.2</b>	<b>2.4</b>
Stabilität S	SN 671 969c		kN	<b>11.9</b>	<b>11.3</b>	<b>0.6</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34		mm	<b>1.8</b>	<b>1.7</b>	<b>0.1</b>
Fließwert F	SN 671 969c		mm	<b>2.9</b>	<b>2.7</b>	<b>0.2</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34		kN/mm	<b>4.1</b>	<b>4.2</b>	<b>-0.1</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung				<b>29.11.2004</b>	<b>29.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt<sup>2)</sup> berechnet<sup>3)</sup> Erfahrungswert

## Ergebnisse für Mischgutsorte

## Ziel-Bitumen 50/70

### HMT 32 S

Bindemittel	<b>B 50/70</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 50/70</b>
Anlage / Rezept	<b>A / 49.0.24</b>
Labor-Nr.	<b>07424-01</b>
Prüfung-Nr.	<b>3S / 11</b>

### Prüfergebnisse

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>3.80</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.543</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrössenverteilung	SN 670 810	Sieb mm		
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
	31.5	-		

## Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>157.5</b>	<b>136.5</b>	<b>21.0</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.407</b>	<b>2.397</b>	0.010
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>5.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>5.4</b>	<b>5.8</b>	<b>-0.4</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>14.3</b>	<b>14.6</b>	<b>-0.3</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>62.3</b>	<b>60.5</b>	<b>1.8</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>9.8</b>	<b>8.9</b>	<b>0.9</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>0.0</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.5</b>	<b>2.4</b>	<b>0.1</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.9</b>	<b>3.7</b>	<b>0.2</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>29.11.2004</b>	<b>29.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt      <sup>2)</sup> berechnet      <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für****Mischgutsorte**

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

Anlage / Rezept  
Labor-Nr.  
Prüfung-Nr.

**Ziel-Bitumen 50/70****HMT 22 SR****B 70/100+B 160/220**

-

**40%****B 50/70****K / 48.1.23****07463-01****4S / 15****Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.30</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.528</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.705</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
			31.5	-

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät**

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz		
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN		
<b>Verdichtungstemperatur</b>		Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
		Ist <sup>1)</sup> °C	<b>155.4</b>	<b>135.9</b>	<b>19.5</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.429</b>	<b>2.425</b>	0.004
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll	Vol.-%	<b>5.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967		Vol.-%	<b>3.9</b>	<b>4.1</b>	<b>-0.2</b>
HMM	SN 640 431		Vol.-%	<b>14.1</b>	<b>14.2</b>	-0.1
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431		%	<b>72.0</b>	<b>71.3</b>	0.7
Stabilität S	SN 671 969c		kN	<b>11.6</b>	<b>11.4</b>	0.2
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34		mm	<b>1.7</b>	<b>1.8</b>	-0.1
Fließwert F	SN 671 969c		mm	<b>2.9</b>	<b>3.0</b>	-0.1
Marshall-Quotient	EN 12697-34		kN/mm	<b>4.0</b>	<b>3.8</b>	0.2
Durchführung der Marshall-Prüfung				<b>30.11.2004</b>	<b>30.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt<sup>2)</sup> berechnet<sup>3)</sup> Erfahrungswert

## Ergebnisse für Mischgutsorte

## Ziel-Bitumen 50/70

### HMT 22 S

Bindemittel	<b>B 50/70</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 50/70</b>
Anlage / Rezept	<b>I / 580.1</b>
Labor-Nr.	<b>07460-01</b>
Prüfung-Nr.	<b>5S / 12</b>

### Prüfergebnisse

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.50</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.506</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.687</b>
Korngrössenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
	31.5	-		

## Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>157.2</b>	<b>135.1</b>	<b>22.1</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.411</b>	<b>2.399</b>	0.012
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>5.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>3.8</b>	<b>4.3</b>	<b>-0.5</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>14.3</b>	<b>14.7</b>	<b>-0.4</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>73.6</b>	<b>71.1</b>	<b>2.5</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>12.3</b>	<b>11.5</b>	<b>0.8</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.7</b>	<b>1.8</b>	<b>-0.1</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.3</b>	<b>3.6</b>	<b>-0.3</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.7</b>	<b>3.2</b>	<b>0.5</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>29.11.2004</b>	<b>29.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt      <sup>2)</sup> berechnet      <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für****Mischgutsorte**

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

Anlage / Rezept  
Labor-Nr.  
Prüfung-Nr.

**Ziel-Bitumen 50/70****HMT 22 SR****B 70/100**

-

**40%****B 50/70****I / 580.8****07460-03****6S / 14****Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.50</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.522</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.707</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
			31.5	-

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät**

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>		Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>
		Ist <sup>1)</sup> °C	<b>155.3</b>	<b>136.3</b>	<b>19.0</b>
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.398</b>	<b>2.392</b>	0.006
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>5.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>4.9</b>	<b>5.1</b>	<b>-0.2</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>15.4</b>	<b>15.6</b>	-0.2
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>68.0</b>	<b>67.0</b>	1.0
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>9.6</b>	<b>10.1</b>	-0.5
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	0.0
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.5</b>	<b>3.3</b>	0.2
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>2.7</b>	<b>3.1</b>	-0.4
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>29.11.2004</b>	<b>29.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt<sup>2)</sup> berechnet<sup>3)</sup> Erfahrungswert

## Ergebnisse für Mischgutsorte

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

## Ziel-Bitumen 50/70

### AB 16 S

B 50/70

-

-

B 50/70

Anlage / Rezept

G / 43.0.11

Labor-Nr.

07419-13

Prüfung-Nr.

7S / 8

### Prüfergebnisse

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>5.2</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.490</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrössenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
	31.5	-		

## Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>156.3</b>	<b>135.22</b>	<b>21.1</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.347</b>	<b>2.340</b>	0.007
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>3.7</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>5.7</b>	<b>6.0</b>	<b>-0.3</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>17.6</b>	<b>17.8</b>	0.2
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>67.4</b>	<b>66.3</b>	1.1
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>12.2</b>	<b>11.7</b>	0.5
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.7</b>	<b>1.8</b>	-0.1
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.9</b>	<b>3.0</b>	-0.1
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>4.2</b>	<b>3.9</b>	0.3
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>17.11.2004</b>	<b>17.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt

<sup>2)</sup> berechnet

<sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für****Mischgutsorte**

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

**Ziel-Bitumen 50/70****HMT 16 S****B 50/70**

-

-

**B 50/70**

Anlage / Rezept

**K / 47.0.24**

Labor-Nr.

**07463-02**

Prüfung-Nr.

**8S / 16****Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.9</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.505</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.705</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			31.5	-

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät****Marshall-Prüfung**, durchgeführt gemäss Norm

SN 671 969c

EN 12697-30

**Differenz**

Norm gültig

bis Ende 2004

ab 2005

**SN-EN**

<b>Verdichtungstemperatur</b>		Soll	°C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>
		Ist <sup>1)</sup>	°C	<b>156.0</b>	<b>135.4</b>	<b>20.6</b>
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.427</b>	<b>2.417</b>	0.010
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll	Vol.-%	<b>4.0</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967		Vol.-%	<b>3.1</b>	<b>3.5</b>	<b>-0.4</b>
HMM	SN 640 431		Vol.-%	<b>14.7</b>	<b>15.0</b>	-0.3
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431		%	<b>78.7</b>	<b>76.5</b>	2.2
Stabilität S	SN 671 969c		kN	<b>15.2</b>	<b>13.5</b>	1.7
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34		mm	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	0.0
Fließwert F	SN 671 969c		mm	<b>3.7</b>	<b>4.0</b>	-0.3
Marshall-Quotient	EN 12697-34		kN/mm	<b>4.1</b>	<b>3.4</b>	0.7

Durchführung der Marshall-Prüfung

**30.11.2004****30.11.2004**<sup>1)</sup> bestimmt<sup>2)</sup> berechnet<sup>3)</sup> Erfahrungswert

## Ergebnisse für Mischgutsorte

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

## Ziel-Bitumen 50/70

### HMT 11 S

B 50/70

-

-

B 50/70

Anlage / Rezept

K / 46.0.13

Labor-Nr.

07463-03

Prüfung-Nr.

9S / 17

### Prüfergebnisse

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>5.2</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.494</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.705</b>
Korngrössenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
	31.5	-		

## Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm

SN 671 969c

EN 12697-30

Differenz

Norm gültig

bis Ende 2004

ab 2005

SN-EN

<b>Verdichtungstemperatur</b>		Soll	°C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>
		Ist <sup>1)</sup>	°C	<b>155.6</b>	<b>135.3</b>	<b>20.3</b>
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.285</b>	<b>2.274</b>	0.011
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll	Vol.-%	<b>4.0</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967		Vol.-%	<b>8.4</b>	<b>8.8</b>	<b>-0.4</b>
HMM	SN 640 431		Vol.-%	<b>19.9</b>	<b>20.3</b>	<b>-0.4</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431		%	<b>57.9</b>	<b>56.6</b>	<b>1.3</b>
Stabilität S	SN 671 969c		kN	<b>12.1</b>	<b>11.8</b>	<b>0.3</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34		mm	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>0.0</b>
Fließwert F	SN 671 969c		mm	<b>2.9</b>	<b>3.1</b>	<b>-0.2</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34		kN/mm	<b>4.2</b>	<b>3.8</b>	<b>0.4</b>

Durchführung der Marshall-Prüfung

**30.11.2004**

**30.11.2004**

<sup>1)</sup> bestimmt

<sup>2)</sup> berechnet

<sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für****Mischgutsorte**

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

**Ziel-Bitumen 50/70****AB 11 S****B 50/70**

-

-

**B 50/70**

Anlage / Rezept

**K / 42.0.14**

Labor-Nr.

**07463-04**

Prüfung-Nr.

**10S / 18****Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>5.7</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.476</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.705</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
			31.5	-

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät**

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>156.2</b>	<b>136.2</b>	<b>20.0</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.379</b>	<b>2.369</b>	0.010
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>3.7</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>3.9</b>	<b>4.3</b>	<b>-0.4</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>17.1</b>	<b>17.4</b>	<b>-0.3</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>77.2</b>	<b>75.3</b>	<b>1.9</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>13.8</b>	<b>12.9</b>	<b>0.9</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.8</b>	<b>2.0</b>	<b>-0.2</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.4</b>	<b>3.5</b>	<b>-0.1</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>4.1</b>	<b>3.7</b>	<b>0.4</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>30.11.2004</b>	<b>30.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt<sup>2)</sup> berechnet<sup>3)</sup> Erfahrungswert

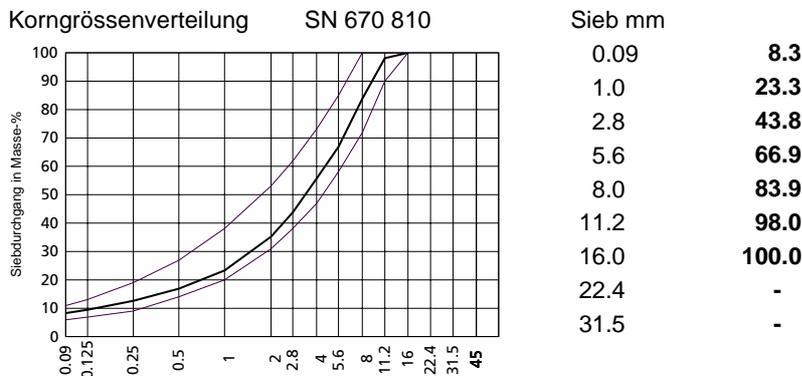
**Ergebnisse für  
Mischgutsorte**

**Ziel-Bitumen 50/70**

Bindemittel	<b>B 50/70</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 50/70</b>
Anlage / Rezept	<b>A / 42.0.24</b>
Labor-Nr.	<b>07496-01</b>
Prüfung-Nr.	<b>11S / 9</b>

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>5.7</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>5.63</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.474</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>



**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>

---

<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>156.2</b>	<b>136.2</b>	<b>20.0</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.387</b>	<b>2.384</b>	0.003
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>3.7</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>3.5</b>	<b>3.6</b>	<b>-0.1</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>16.6</b>	<b>16.7</b>	-0.1
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>78.8</b>	<b>78.2</b>	0.6
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>10.8</b>	<b>10.6</b>	0.2
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.7</b>	<b>1.8</b>	0.2
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.8</b>	<b>2.9</b>	-0.1
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.9</b>	<b>3.7</b>	0.2
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>29.11.2004</b>	<b>29.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für****Mischgutsorte**

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

Anlage / Rezept  
Labor-Nr.  
Prüfung-Nr.

**Ziel-Bitumen 50/70****AB 11 S****B 50/70**

-

-

**B 50/70****A / 42.0.14****07332-01****12S / 10****Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>5.7</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.472</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
			31.5	-

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät**

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>155.0</b>	<b>135.0</b>	<b>20.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>155.8</b>	<b>135.4</b>	<b>20.4</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.374</b>	<b>2.363</b>	0.011
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>3.7</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>3.9</b>	<b>4.4</b>	<b>-0.5</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>17.1</b>	<b>17.5</b>	-0.4
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>76.9</b>	<b>74.9</b>	2.0
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>10.4</b>	<b>9.8</b>	0.6
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.8</b>	<b>1.7</b>	0.1
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.7</b>	<b>3.1</b>	-0.4
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.9</b>	<b>3.2</b>	0.7
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>29.11.2004</b>	<b>29.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt<sup>2)</sup> berechnet<sup>3)</sup> Erfahrungswert

## I.4 Prüfergebnisse, Mischgut mit Bitumen 70/100, neues Marshall-Verdichtungsgerät

Mischgut mit Bitumen 70/100, Temperatur­differenz bei der Verdichtung: angestrebt 10°C

Neues Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30 mit Stahlamboss

### Ergebnisse Ziel-Bitumen 70/100

Nr.	Anl	Mischgut	Ziel Bdm	Labor-Nr.	Bdm Soll	Bdm Ist	M-% M-%	Vol-% °C	SN	EN	Diff	RM SN	HM SN	SM SN	FM SN	RM EN	HM EN	SM EN	FM EN	EN/EN	SN/EN	Diff.	RM Diff.	HM Diff.	SM Diff.	FM Diff.		
									g/cm <sup>3</sup>	°C	°C	g/cm <sup>3</sup>	V-%	V-%	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	V-%	V-%	mm	mm	g/cm <sup>3</sup>	V-%	V-%	mm	mm			
<b>Mischgut Sorte 22</b>																												
13S/1	A	HMT 22 N	70/100	07483-01	4.30	4.07	4.5	147.5	135.8	11.7	2.392	5.6	10.7	3.1	2.387	5.7	*	*	0.005	-0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1
14S/3	A	HMT 22 N	70/100	07483-03	4.30	4.24	4.5	145.5	137.5	8.0	2.424	4.0	10.7	2.8	2.422	4.1	10.5	2.7	0.002	-0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1
15S/4	E	HMT 22 N	70/100	07486-01	4.10	3.82	4.2	146.5	135.3	11.2	2.427	4.7	10.7	2.4	2.422	4.9	10.4	2.4	0.005	-0.2	0.3	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0
16S/5	D	HMT 22 N	70/100	07486-02	4.10	4.14	4.2	145.6	135.3	10.3	2.484	2.8	10.2	2.4	2.459	3.0	9.2	2.6	0.005	-0.2	1.0	-0.2	1.0	-0.2	1.0	-0.2	1.0	-0.2
									*Sicherheit def. <b>0.004</b>																			
<b>Mittel</b>									<b>10.3</b>																			
<b>Mischgut Sorte 16</b>																												
17S/2	A	HMT 16 L TDS	70/100	07483-02	5.60	5.86	3.0	148.1	135.5	12.6	2.425	1.7	11.6	3.4	2.426	1.6	11.4	3.4	-0.001	0.1	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0
18S/21	I	HMT 16 N	70/100	07460-05	4.80	4.80	4.5	145.1	137.1	8.0	2.361	5.5	9.6	2.8	2.355	5.8	9.3	2.9	0.006	-0.3	0.3	-0.1	0.3	-0.1	0.3	-0.1	0.3	-0.1
19S/23	K	HMT 16 NR	70/100	07463-06	4.80	4.80	4.5	145.2	135.2	10.0	2.385	4.8	9.5	2.4	2.375	5.2	9.4	2.6	0.010	-0.4	0.1	-0.2	0.1	-0.2	0.1	-0.2	0.1	-0.2
20S/29	A	HMT 16 N	70/100	07220-02	4.90	4.90	4.5	146.2	135.2	11.0	2.409	3.7	9.4	2.9	2.403	3.9	9.3	2.7	0.006	-0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
21S/30	I	HMT 16 L	70/100	07460-06	4.95	4.95	3.5	145.4	135.7	9.7	2.404	3.8	11.2	3.0	2.404	3.8	11.2	3.1	0.000	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	
<b>Mittel</b>									<b>10.3</b>																			
22S/20	K	DRAS 16	70/100	07463-05	3.50	> 22	> 22	145.5	135.0	10.5	2.052	19.8				2.035	20.5			0.017	-0.7							
23S/27	G	Sicker 16 Sp	70/100	07419-03	4.20	18/22	18/22	145.0	135.1	9.9	1.965	22.3				1.972	22.0			-0.007	0.3							
<b>Mittel</b>									<b>10.2</b>																			
<b>Mischgut Sorte 11</b>																												
24S/6	G	HMT 11 L	70/100	07419-09	5.70	5.70	3.0	146.3	135.5	10.8	2.399	2.9	13.1	3.6	2.396	3.1	12.7	3.7	0.003	-0.2	0.4	-0.1	0.4	-0.1	0.4	-0.1	0.4	-0.1
25S/24	K	HMT 11 N	70/100	07463-07	5.10	5.10	4.0	145.5	135.1	10.4	2.334	6.4	11.9	2.4	2.325	6.8	11.1	2.5	0.009	-0.4	0.8	-0.1	0.8	-0.1	0.8	-0.1	0.8	-0.1
26S/25	K	AB 11 N	70/100	07463-08	5.90	5.90	3.5	146.2	135.2	11.0	2.368	3.9	11.4	2.9	2.363	4.1	10.6	2.8	0.005	-0.2	0.8	0.1	0.8	0.1	0.8	0.1	0.8	0.1
27S/26	G	AB 11 S	70/100	07419-01	5.70	5.70	3.7	145.2	135.0	10.2	2.344	5.1	10.2	3.1	2.338	5.4	9.8	3.2	0.006	-0.3	0.4	-0.1	0.4	-0.1	0.4	-0.1	0.4	-0.1
28S/31	I	AB 11 S Hsp	70/100	07460-07	5.80	5.80	4.0	147.8	136.2	11.6	2.341	5.1	10.4	2.9	2.338	5.3	9.9	2.7	0.003	-0.2	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.2
<b>Mittel</b>									<b>10.8</b>																			
29S/19	K	Sicker 11	70/100	07460-04	4.40	4.40	23.0	145.4	135.1	10.3	2.018	20.2				2.015	20.3			0.003	-0.1							
<b>Mittel</b>									<b>10.3</b>																			
<b>Mischgut Sorte 6</b>																												
30S/22	A	AB 6 N	70/100	07220-01	6.90	6.90	3.2	147.2	137.5	9.7	2.372	2.3	11.5	3.8	2.368	2.5	11.2	4.0	0.004	-0.2	0.3	-0.2	0.3	-0.2	0.3	-0.2	0.3	-0.2
31S/28	G	AB 6 N	70/100	07419-08	6.90	6.90	3.2	145.1	135.0	10.1	2.357	2.9	12.0	4.0	2.354	3.1	11.4	4.0	0.003	-0.2	0.6	0.0	0.6	0.0	0.6	0.0	0.6	0.0
<b>Mittel</b>									<b>9.9</b>																			

**Ergebnisse für  
Mischgutsorte**

**Ziel-Bitumen 70/100**

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

**HMT 22 N**  
**B 70/100**  
-  
-  
**B 70/100**

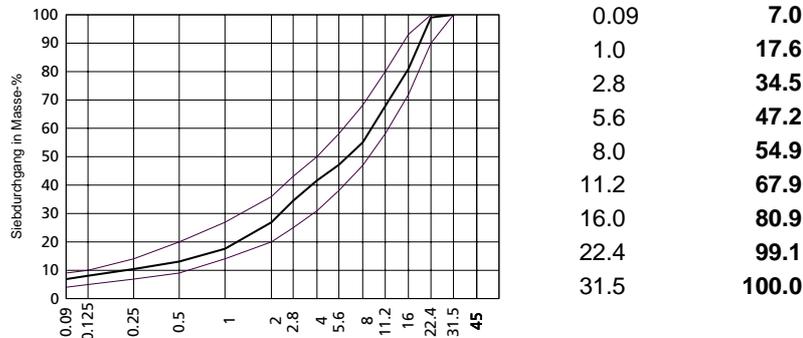
Anlage / Rezept  
Labor-Nr.  
Prüfung-Nr.

**A / 38.2.24**  
**07483-01**  
**13S / 1**

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.30</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>4.07</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.533</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>

Korngrößenverteilung SN 670 810 Sieb mm



**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>

---

<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>147.5</b>	<b>135.8</b>	<b>11.7</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.392</b>	<b>2.387</b>	0.005
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>4.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>5.6</b>	<b>5.7</b>	<b>-0.1</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>15.0</b>	<b>15.2</b>	<b>-0.2</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>62.9</b>	<b>62.2</b>	<b>0.7</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>11.6</b>	*	
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.7</b>	*	
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.9</b>	*	
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>4.0</b>	<b>3.7</b>	
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>30.11.2004</b>	<b>30.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

\* Sicherung defekt

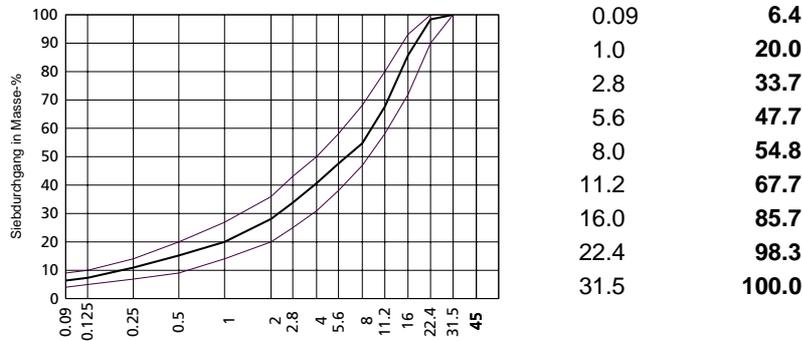
**Ergebnisse für  
Mischgutsorte**

**Ziel-Bitumen 70/100**

Bindemittel	<b>B 70/100</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 70/100</b>
Anlage / Rezept	<b>A / 38.0.14</b>
Labor-Nr.	<b>07483-03</b>
Prüfung-Nr.	<b>14S / 3</b>

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.30</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>4.24</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.526</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	



**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>		
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>		
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>145.5</b>	<b>137.5</b>	<b>8.0</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.424</b>	<b>2.422</b>	0.002
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>4.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>4.0</b>	<b>4.1</b>	<b>-0.1</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>14.0</b>	<b>14.1</b>	<b>-0.1</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>71.2</b>	<b>70.7</b>	<b>0.5</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>10.7</b>	<b>10.5</b>	<b>0.2</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.8</b>	<b>1.8</b>	<b>0.0</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.8</b>	<b>2.7</b>	<b>0.1</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.8</b>	<b>3.9</b>	<b>-0.1</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>23.11.2004</b>	<b>23.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für  
Mischgutsorte**

**Ziel-Bitumen 70/100**

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

**HMT 22 N**  
**B 70/100**  
-  
-  
**B 70/100**

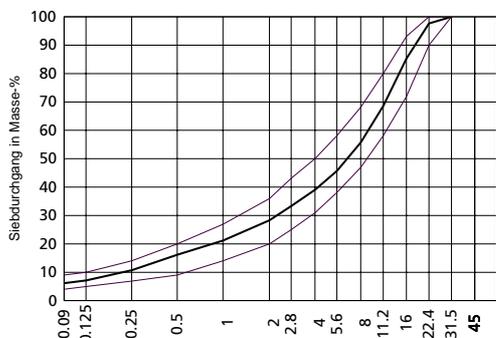
Anlage / Rezept  
Labor-Nr.  
Prüfung-Nr.

**E / 224**  
**07486-01**  
**15S / 4**

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.10</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>3.82</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.547</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.705</b>

Korngrößenverteilung SN 670 810 Sieb mm



0.09	<b>6.2</b>
1.0	<b>21.3</b>
2.8	<b>33.3</b>
5.6	<b>45.8</b>
8.0	<b>55.6</b>
11.2	<b>68.6</b>
16.0	<b>85.2</b>
22.4	<b>97.6</b>
31.5	<b>100.0</b>

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>

---

<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>146.5</b>	<b>135.3</b>	<b>11.2</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.427</b>	<b>2.422</b>	0.005
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>4.2</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>4.7</b>	<b>4.9</b>	<b>-0.2</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>13.7</b>	<b>13.9</b>	<b>-0.2</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>65.6</b>	<b>64.6</b>	1.0
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>10.7</b>	<b>10.4</b>	0.3
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	0.0
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.4</b>	<b>2.4</b>	0.0
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>4.5</b>	<b>4.3</b>	0.2
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>25.11.2004</b>	<b>25.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

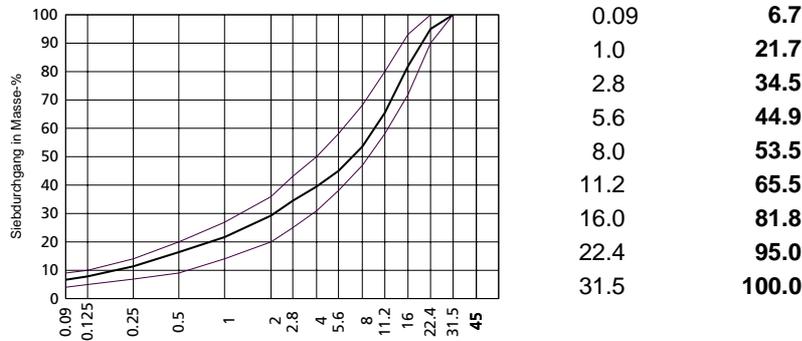
**Ergebnisse für  
Mischgutsorte**

**Ziel-Bitumen 70/100**

Bindemittel	<b>B 70/100</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 70/100</b>
Anlage / Rezept	<b>D / 224</b>
Labor-Nr.	<b>07486-02</b>
Prüfung-Nr.	<b>16S / 5</b>

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.10</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>4.14</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.534</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.705</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	



**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>		
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>		
<b>Verdichtungs­temperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>145.6</b>	<b>135.3</b>	<b>10.3</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.464</b>	<b>2.459</b>	0.005
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>4.2</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>2.8</b>	<b>3.0</b>	<b>-0.2</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>12.7</b>	<b>12.9</b>	-0.2
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>78.0</b>	<b>76.9</b>	1.1
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>10.2</b>	<b>9.2</b>	1.0
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	0.0
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.4</b>	<b>2.6</b>	-0.2
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>4.2</b>	<b>3.5</b>	0.7
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>25.11.2004</b>	<b>25.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für  
Mischgutsorte**

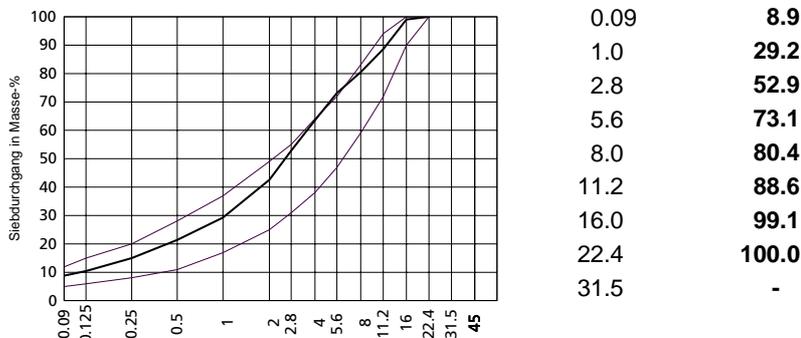
**Ziel-Bitumen 70/100  
HMT 16 L TDS**

Bindemittel	<b>B 70/100</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 70/100</b>
Anlage / Rezept	<b>A / 27.3.13</b>
Labor-Nr.	<b>07483-02</b>
Prüfung-Nr.	<b>17S / 2</b>

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>5.60</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	<b>5.86</b>
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.466</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>

Korngrößenverteilung SN 670 810 Sieb mm



**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät**

<b>Marshall-Prüfung</b> , durchgeführt gemäss Norm	SN 671 969c	EN 12697-30	<b>Differenz</b>
Norm gültig	bis Ende 2004	ab 2005	<b>SN-EN</b>

---

<b>Verdichtungs-temperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>148.1</b>	<b>135.5</b>	<b>12.6</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.425</b>	<b>2.426</b>	-0.001
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>3.0</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>1.7</b>	<b>1.6</b>	<b>0.1</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>15.5</b>	<b>15.4</b>	<b>0.1</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>89.3</b>	<b>89.6</b>	<b>-0.3</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>11.6</b>	<b>11.4</b>	<b>0.2</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>2.4</b>	<b>2.5</b>	<b>-0.1</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.4</b>	<b>3.4</b>	<b>0.0</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.4</b>	<b>3.4</b>	<b>0.0</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>23.11.2004</b>	<b>23.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

## Ergebnisse für Mischgutsorte

## Ziel-Bitumen 70/100

### HMT 16 N

Bindemittel	B 70/100
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	B 70/100
Anlage / Rezept	I / 470.2
Labor-Nr.	07460.05
Prüfung-Nr.	18S / 21

### Prüfergebnisse

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.80</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.499</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.693</b>
Korngrössenverteilung	SN 670 810	Sieb mm		
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
	31.5	-		

## Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>145.1</b>	<b>137.1</b>	<b>8.0</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.361</b>	<b>2.355</b>	0.006
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>4.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>5.5</b>	<b>5.8</b>	<b>-0.3</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>16.5</b>	<b>16.7</b>	<b>-0.2</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>66.6</b>	<b>65.6</b>	<b>1.0</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>9.6</b>	<b>9.3</b>	<b>0.3</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.4</b>	<b>1.5</b>	<b>-0.1</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.8</b>	<b>2.9</b>	<b>-0.1</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.4</b>	<b>3.2</b>	<b>0.2</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>01.12.2004</b>	<b>01.12.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für****Mischgutsorte**

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

**Ziel-Bitumen 70/100****HMT 16 NR**

**B 160/220**  
-  
**40**  
**B 70/100**  
  
**K / 37.1.14**  
**07483-06**  
**19S / 23**

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.80</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.505</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
			31.5	-

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät**

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz		
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN		
<b>Verdichtungstemperatur</b>		Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
		Ist <sup>1)</sup> °C	<b>145.2</b>	<b>135.2</b>	<b>10.0</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.385</b>	<b>2.375</b>	0.010
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll	Vol.-%	<b>4.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967		Vol.-%	<b>4.8</b>	<b>5.2</b>	<b>-0.4</b>
HMM	SN 640 431		Vol.-%	<b>15.9</b>	<b>16.3</b>	<b>-0.4</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431		%	<b>69.8</b>	<b>68.1</b>	<b>1.7</b>
Stabilität S	SN 671 969c		kN	<b>9.5</b>	<b>9.4</b>	<b>0.1</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34		mm	<b>1.4</b>	<b>1.6</b>	<b>-0.2</b>
Fließwert F	SN 671 969c		mm	<b>2.4</b>	<b>2.6</b>	<b>-0.2</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34		kN/mm	<b>4.0</b>	<b>3.6</b>	<b>0.4</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung				<b>01.12.2004</b>	<b>01.12.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt<sup>2)</sup> berechnet<sup>3)</sup> Erfahrungswert

## Ergebnisse für Mischgutsorte

## Ziel-Bitumen 70/100

### HMT 16 N

Bindemittel	B 70/100
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	B 70/100
Anlage / Rezept	A / 37.0.23
Labor-Nr.	07220-02
Prüfung-Nr.	20S / 29

### Prüfergebnisse

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.90</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.501</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrössenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
	31.5	-		

## Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>146.2</b>	<b>135.2</b>	<b>11.0</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.409</b>	<b>2.403</b>	0.006
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>4.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>3.7</b>	<b>3.9</b>	<b>-0.2</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>15.2</b>	<b>15.4</b>	<b>-0.2</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>75.6</b>	<b>74.4</b>	<b>1.2</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>9.4</b>	<b>9.3</b>	<b>0.1</b>
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.5</b>	<b>1.6</b>	<b>-0.1</b>
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.9</b>	<b>2.7</b>	<b>0.2</b>
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.2</b>	<b>3.4</b>	<b>-0.2</b>
Durchführung der Marshall-Prüfung		<b>02.12.2004</b>	<b>02.12.2004</b>		

<sup>1)</sup> bestimmt      <sup>2)</sup> berechnet      <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für****Ziel-Bitumen 70/100****Mischgutsorte****HMT 16 L**

Bindemittel	<b>B 70/100</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 70/100</b>
Anlage / Rezept	<b>I / 370.2</b>
Labor-Nr.	<b>07460-06</b>
Prüfung-Nr.	<b>21S / 30</b>

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.95</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.499</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
			31.5	-

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät**

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>145.4</b>	<b>135.7</b>	<b>9.7</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.404</b>	<b>2.404</b>	0.000
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>3.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>3.8</b>	<b>3.8</b>	<b>0.0</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>15.4</b>	<b>15.4</b>	0.0
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>75.1</b>	<b>75.2</b>	-0.1
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>11.2</b>	<b>11.2</b>	0.0
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.8</b>	<b>1.8</b>	0.0
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.0</b>	<b>3.1</b>	-0.1
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.7</b>	<b>3.6</b>	0.1
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>02.12.2004</b>	<b>02.12.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt<sup>2)</sup> berechnet<sup>3)</sup> Erfahrungswert

## Ergebnisse für Mischgutsorte

## Ziel-Bitumen 70/100

Bindemittel	<b>B 70/100</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 70/100</b>
Anlage / Rezept	<b>K / 67.0.24</b>
Labor-Nr.	<b>07463-05</b>
Prüfung-Nr.	<b>22S / 20</b>

### Prüfergebnisse

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>3.50</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.559</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.705</b>
Korngrössenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
	31.5	-		

## Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>145.5</b>	<b>135.0</b>	<b>10.5</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.052</b>	<b>2.035</b>	0.017
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>&gt;22.0</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>19.8</b>	<b>20.5</b>	<b>-0.7</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>26.8</b>	<b>27.4</b>	<b>-0.6</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>26.0</b>	<b>25.2</b>	<b>0.8</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	-	-	-
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	-	-	-
Fließwert F	SN 671 969c	mm	-	-	-
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	-	-	-
Durchführung der Marshall-Prüfung		<b>30.11.2004</b>	<b>30.11.2004</b>		

<sup>1)</sup> bestimmt      <sup>2)</sup> berechnet      <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für****Mischgutsorte**

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

**Ziel-Bitumen 70/100****Sicker 16 Sp**

**B 70/100**  
-  
-  
**B 70/100**  
**G / 67.0.23**  
**07419-03**  
**23S / 27**

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.20</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.528</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
			31.5	-

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät**

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz		
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN		
<b>Verdichtungstemperatur</b>		Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
		Ist <sup>1)</sup> °C	<b>145.0</b>	<b>135.1</b>	<b>9.9</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967		g/cm <sup>3</sup>	<b>1.965</b>	<b>1.972</b>	-0.007
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll	Vol.-%	<b>18 ... 22</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967		Vol.-%	<b>22.3</b>	<b>22.0</b>	<b>0.3</b>
HMM	SN 640 431		Vol.-%	<b>30.3</b>	<b>30.0</b>	0.3
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431		%	<b>26.4</b>	<b>26.8</b>	-0.4
Stabilität S	SN 671 969c		kN	-	-	-
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34		mm	-	-	-
Fließwert F	SN 671 969c		mm	-	-	-
Marshall-Quotient	EN 12697-34		kN/mm	-	-	-
Durchführung der Marshall-Prüfung				<b>23.12.2004</b>	<b>23.12.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt<sup>2)</sup> berechnet<sup>3)</sup> Erfahrungswert

## Ergebnisse für Mischgutsorte

## Ziel-Bitumen 70/100

Bindemittel	<b>B 70/100</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 70/100</b>
Anlage / Rezept	<b>G / 26.0.33</b>
Labor-Nr.	<b>07419-09</b>
Prüfung-Nr.	<b>24S / 6</b>

### Prüfergebnisse

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>5.70</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.472</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrössenverteilung	SN 670 810	Sieb mm		
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
	31.5	-		

## Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>146.3</b>	<b>135.5</b>	<b>10.8</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.399</b>	<b>2.396</b>	0.003
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>3.0</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>2.9</b>	<b>3.1</b>	<b>-0.2</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>16.2</b>	<b>16.3</b>	-0.1
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>81.9</b>	<b>81.3</b>	0.6
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>13.1</b>	<b>12.7</b>	0.4
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>2.6</b>	<b>2.5</b>	0.1
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.6</b>	<b>3.7</b>	-0.1
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.6</b>	<b>3.4</b>	0.2
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>17.11.2004</b>	<b>17.11.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt      <sup>2)</sup> berechnet      <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für****Mischgutsorte**

Bindemittel  
Zusätze  
Asphalt-Granulat  
Ziel-Bitumen

**Ziel-Bitumen 70/100****HMT 11 N****B 70/100**

-

-

**B 70/100**

Anlage / Rezept

**K / 36.0.13**

Labor-Nr.

**07463-07**

Prüfung-Nr.

**25S / 24****Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>5.10</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.494</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
			31.5	-

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät**

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>		Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>
		Ist <sup>1)</sup> °C	<b>145.5</b>	<b>135.1</b>	<b>10.4</b>
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.334</b>	<b>2.325</b>	0.009
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>4.0</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>6.4</b>	<b>6.8</b>	<b>-0.4</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>18.0</b>	<b>18.3</b>	-0.3
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>64.4</b>	<b>63.0</b>	1.4
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>11.9</b>	<b>11.1</b>	0.8
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.5</b>	<b>1.6</b>	-0.1
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.4</b>	<b>2.5</b>	-0.1
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>5.0</b>	<b>4.4</b>	0.6
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>01.12.2004</b>	<b>01.12.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt<sup>2)</sup> berechnet<sup>3)</sup> Erfahrungswert

## Ergebnisse für Mischgutsorte

## Ziel-Bitumen 70/100

Bindemittel	<b>B 70/100</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 70/100</b>
Anlage / Rezept	<b>K / 32.0.24</b>
Labor-Nr.	<b>07483-08</b>
Prüfung-Nr.	<b>26S / 25</b>

### Prüfergebnisse

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>5.90</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.464</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810	Sieb mm		
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
	31.5	-		

## Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>146.2</b>	<b>135.2</b>	<b>11.0</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.368</b>	<b>2.363</b>	0.005
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>3.5</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>3.9</b>	<b>4.1</b>	<b>-0.2</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>17.5</b>	<b>17.6</b>	-0.1
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>77.7</b>	<b>76.8</b>	0.9
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>11.4</b>	<b>10.6</b>	0.8
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.7</b>	<b>1.8</b>	-0.1
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.9</b>	<b>2.8</b>	0.1
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.9</b>	<b>3.8</b>	0.1
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>01.12.2004</b>	<b>01.12.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für****Ziel-Bitumen 70/100****Mischgutsorte****AB 11 S**

Bindemittel

**B 70/100**

Zusätze

-

Asphalt-Granulat

-

Ziel-Bitumen

**B 70/100**

Anlage / Rezept

**G / 42.3.14**

Labor-Nr.

**07419-01**

Prüfung-Nr.

**27S / 26****Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>5.70</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.472</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			31.5	-

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät**

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz		
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN		
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll	°C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup>	°C	<b>145.2</b>	<b>135.0</b>	<b>10.2</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.344</b>	<b>2.338</b>	0.006
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll	Vol.-%	<b>3.7</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967		Vol.-%	<b>5.1</b>	<b>5.4</b>	<b>-0.3</b>
HMM	SN 640 431		Vol.-%	<b>18.1</b>	<b>18.3</b>	-0.2
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431		%	<b>71.6</b>	<b>70.6</b>	1.0
Stabilität S	SN 671 969c		kN	<b>10.2</b>	<b>9.8</b>	0.4
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34		mm	<b>1.7</b>	<b>1.8</b>	-0.1
Fließwert F	SN 671 969c		mm	<b>3.1</b>	<b>3.2</b>	-0.1
Marshall-Quotient	EN 12697-34		kN/mm	<b>3.3</b>	<b>3.1</b>	0.2
Durchführung der Marshall-Prüfung				<b>23.12.2004</b>	<b>23.12.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt<sup>2)</sup> berechnet<sup>3)</sup> Erfahrungswert

## Ergebnisse für Mischgutsorte

## Ziel-Bitumen 70/100

### AB 11 Hps

Bindemittel	<b>B 70/100</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 70/100</b>
Anlage / Rezept	<b>I / 541.2</b>
Labor-Nr.	<b>07460-07</b>
Prüfung-Nr.	<b>28S / 31</b>

### Prüfergebnisse

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>5.80</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.468</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrössenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
	31.5	-		

## Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>147.8</b>	<b>136.2</b>	<b>11.6</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.341</b>	<b>2.338</b>	0.003
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>4.0</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>5.1</b>	<b>5.3</b>	<b>-0.2</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>18.3</b>	<b>18.4</b>	-0.1
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>71.9</b>	<b>71.4</b>	0.5
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>10.4</b>	<b>9.9</b>	0.5
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	0.0
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>2.9</b>	<b>2.7</b>	0.2
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.6</b>	<b>3.7</b>	-0.1
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>01.12.2004</b>	<b>01.12.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt    <sup>2)</sup> berechnet    <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für****Ziel-Bitumen 70/100****Mischgutsorte****Sicker 11**

Bindemittel	<b>B 70/100</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 70/100</b>
Anlage / Rezept	<b>K / 940.2</b>
Labor-Nr.	<b>07460-04</b>
Prüfung-Nr.	<b>29S / 19</b>

**Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>4.40</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.529</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.711</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			31.5	-

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät**

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>145.4</b>	<b>135.1</b>	<b>10.3</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.018</b>	<b>2.015</b>	0.003
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>23.0</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>20.2</b>	<b>20.3</b>	<b>-0.1</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>28.8</b>	<b>28.9</b>	<b>-0.1</b>
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>29.9</b>	<b>29.8</b>	<b>0.1</b>
Stabilität S	SN 671 969c	kN	-	-	-
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	-	-	-
Fließwert F	SN 671 969c	mm	-	-	-
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	-	-	-
Durchführung der Marshall-Prüfung		<b>30.11.2004</b>	<b>30.11.2004</b>		

<sup>1)</sup> bestimmt<sup>2)</sup> berechnet<sup>3)</sup> Erfahrungswert

## Ergebnisse für Mischgutsorte

## Ziel-Bitumen 70/100

Bindemittel	<b>B 70/100</b>
Zusätze	-
Asphalt-Granulat	-
Ziel-Bitumen	<b>B 70/100</b>
Anlage / Rezept	<b>A / 31.1.14</b>
Labor-Nr.	<b>07220-01</b>
Prüfung-Nr.	<b>30S / 22</b>

### Prüfergebnisse

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>6.90</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.428</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrössenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
	31.5	-		

## Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>147.2</b>	<b>137.5</b>	<b>9.7</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.372</b>	<b>2.368</b>	0.004
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>3.2</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>2.3</b>	<b>2.5</b>	<b>-0.2</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>18.2</b>	<b>18.3</b>	-0.1
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>87.2</b>	<b>86.5</b>	0.7
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>11.5</b>	<b>11.2</b>	0.3
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>2.6</b>	<b>2.7</b>	-0.1
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>3.8</b>	<b>4.0</b>	-0.2
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.0</b>	<b>2.8</b>	0.2
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>01.12.2004</b>	<b>01.12.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt      <sup>2)</sup> berechnet      <sup>3)</sup> Erfahrungswert

**Ergebnisse für****Ziel-Bitumen 70/100****Mischgutsorte****AB 6 N**

Bindemittel

**B 70/100**

Zusätze

-

Asphalt-Granulat

-

Ziel-Bitumen

**B 70/100**

Anlage / Rezept

**G / 31.0.13**

Labor-Nr.

**07419-08**

Prüfung-Nr.

**31S / 28****Prüfergebnisse**

Bindemittelgehalt	SN EN 12697-1	Soll	Masse-%	<b>6.90</b>
	SN EN 12697-1	Ist <sup>1)</sup>	Masse-%	-
Dichte (Rohdichte) <sup>2)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.428</b>
Dichte Mineral <sup>3)</sup>	SN 671 965		g/cm <sup>3</sup>	<b>2.700</b>
Korngrößenverteilung	SN 670 810		Sieb mm	
			0.09	-
			1.0	-
			2.8	-
			5.6	-
			8.0	-
			11.2	-
			16.0	-
			22.4	-
	31.5	-		

**Marshall-Verdichtungsgerät gemäss EN 12697-30, neues Verdichtungsgerät**

Marshall-Prüfung, durchgeführt gemäss Norm		SN 671 969c	EN 12697-30	Differenz	
Norm gültig		bis Ende 2004	ab 2005	SN-EN	
<b>Verdichtungstemperatur</b>	Soll °C	<b>145.0</b>	<b>135.0</b>	<b>10.0</b>	
	Ist <sup>1)</sup> °C	<b>145.1</b>	<b>135.0</b>	<b>10.1</b>	
Rohdichte (Raumdichte)	SN 671 967	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.357</b>	<b>2.354</b>	0.003
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Soll Vol.-%	<b>3.2</b>		
Hohlraumgehalt	SN 671 967	Vol.-%	<b>2.9</b>	<b>3.1</b>	<b>-0.2</b>
HMM	SN 640 431	Vol.-%	<b>18.7</b>	<b>18.8</b>	-0.1
H'füllungsgrad HFB	SN 640 431	%	<b>84.3</b>	<b>83.7</b>	0.6
Stabilität S	SN 671 969c	kN	<b>12.0</b>	<b>11.4</b>	0.6
tang. Fließwert F <sub>t</sub>	EN 12697-34	mm	<b>2.3</b>	<b>2.2</b>	0.1
Fließwert F	SN 671 969c	mm	<b>4.0</b>	<b>4.0</b>	0.0
Marshall-Quotient	EN 12697-34	kN/mm	<b>3.0</b>	<b>2.9</b>	0.1
Durchführung der Marshall-Prüfung			<b>23.12.2004</b>	<b>23.12.2004</b>	

<sup>1)</sup> bestimmt<sup>2)</sup> berechnet<sup>3)</sup> Erfahrungswert

## I.5 Marshall-Prüfung [EN2], Zustand des Prüfkopfes

An jeweils zwei Serien Marshall-Prüfkörpern, die am gleichen Tag hergestellt wurden und somit gleiche Eigenschaften aufwiesen, wurden mit dem neuen und dem alten, stark zerkratzten Prüfkopf die Stabilität SM, das Fließen FM und das tangentielle Fließen  $F_t$  bestimmt.

Vergleiche Marshall-Prüfkopf neu - alt*				Prüfungen der Tecnotest AG, Rüschlikon im Jahre 2008													
Nr	Labor-Nr	Prüfdatum	Mischgut	neue				alt			Differenz zu alt			Differenz zu alt			
				HM Vol-%	SM kN	FM mm	Ft mm	SM kN	FM mm	Ft mm	SM kN	FM mm	Ft mm	SM %	FM %	Ft %	
1	11026-01	19.03.2008	AC T 16 L R40%	4.5	12.6	2.0	1.2	8.4	4.1	2.4	4.2	-2.1	-1.2	50.0	-51.2	-50.0	
2	11026-02	19.03.2008	AC 8 N	4.8	10.7	2.5	1.4	6.4	4.0	2.7	4.3	-1.5	-1.3	67.2	-37.5	-48.1	
3	11026-03	19.03.2008	SMA 11 PmB	2.4	14.7	3.6	1.8	9.9	4.1	2.4	4.8	-0.5	-0.6	48.5	-12.2	-25.0	
4	11026-04	19.03.2008	AC T 22 H PmB R30%	5.0	19.7	2.3	1.3	15.8	5.1	2.4	3.9	-2.8	-1.1	24.7	-54.9	-45.8	
5	11026-05	19.03.2008	AC T 22 H PmB R30%w	5.7	18.8	2.2	1.3	13.5	5.0	2.4	5.3	-2.8	-1.1	39.3	-56.0	-45.8	
6	11074-01	14.04.2008	AC T 32 S R30%-warm	5.6	13.2	2.3	1.5	9.2	4.0	2.6	4.0	-1.7	-1.1	43.5	-42.5	-42.3	
7	11074-02	14.04.2008	AC 8 N	3.6	11.1	2.5	1.6	6.8	3.8	2.3	4.3	-1.3	-0.7	63.2	-34.2	-30.4	
8	11074-03	14.04.2008	AC T 32 S R30%-warm	6.3	12.3	2.2	1.5	8.0	3.3	2.3	4.3	-1.1	-0.8	53.8	-33.3	-34.8	
9	11074-04	14.04.2008	AC B 22 H PmBnvR30%	4.6	23.8	2.6	1.6	18.3	4.2	2.2	5.5	-1.6	-0.6	30.1	-38.1	-27.3	
Mittel					15.2	2.5	1.5	10.7	4.2	2.4	4.5	-1.7	-0.9	46.7	-40.0	-38.8	
Min					10.7	2.0	1.2	6.4	3.3	2.2	3.9	-2.8	-1.3	24.7	-56.0	-50.0	
Max					23.8	3.6	1.8	18.3	5.1	2.7	5.5	-0.5	-0.6	67.2	-12.2	-25.0	

\* der alte Marshall-Prüfkopf war durch die Prüfungen stark zerkratzt



## Abkürzungen

Begriff	Bedeutung
AC	Asphaltbeton (Asphalt concrete)
AG	Aktiengesellschaft
EMPA	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt in Dübendorf
EN	Europäische Norm
EK 5.09	Expertenkommission Asphaltprüfungen, Normkommission der VSS
F	Fliessen-Marshall, bestimmt bei der Marshall-Prüfung nach EN 12697-34
FM	Fliessen-Marshall, bestimmt bei der Marshall-Prüfung nach SN 671 969c
HM	Hohlraumgehalt-Marshall, bestimmt an Marshallprüfkörpern
LAVOC	Laboratoire des Voies de Circulation, Eidgenössische Technische Hochschule, Lausanne
PmB	Polymerhaltiges Bitumen
PK	Prüfkörper
prEN	Schluss-Entwurf einer Europäischen Norm (pr = projet)
RM	Raumdichte-Marshall, bestimmt an Marshallprüfkörpern
S	Stabilität-Marshall, bestimmt bei der Marshall-Prüfung nach EN 12697-34
SM	Stabilität-Marshall, bestimmt bei der Marshall-Prüfung nach SN 671 969c
SN	Schweizer Norm
t-Test	Student's Test
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute



## Literaturverzeichnis

### EN-Normenverzeichnis

[prEN1]	EN 12697-30: 2004	Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt-Teil 30: Probenvorbereitung, Marshall-Verdichtungsgerät
[EN1]	SN 670 430 EN 12697-30: 2004	Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt-Teil 30: Probenvorbereitung, Marshall-Verdichtungsgerät
[prEN2]	EN 12697-34 -	Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt-Teil 34: Marshall-Prüfung
[EN2-1]	SN 670 434 EN 12697-34 Juni 2004	Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt-Teil 34: Marshall-Prüfung
[EN2-2]	SN 670 434 EN 12697-34 2004+A1 Juli 2007	Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt-Teil 34: Marshall-Prüfung

### SN-Normenverzeichnis

[SN1]	SN 671 969c	Bitumenhaltiges Mischgut, Marshall-Prüfung
[SN2]	SN 671 967	Bituminöses Mischgut, Rohdichte, Berechnen des Hohlraumgehaltes
[SN3]	SN 671 965	Bituminöses Mischgut, Dichte

### Weitere Normen

[DIN1]	DIN 1996, Teil 4	Herstellung von Probekörpern aus Mischgut
--------	------------------	---

### Andere Unterlagen

[1]	<a href="http://wikipedia.org/wiki/Zweistichproben-t-Test">wikipedia.org/wiki/Zweistichproben-t-Test</a> , Stand Dezember 2011
-----	--



# Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Strassen ASTRA

## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

## Strassen, Brücken, Tunnel

### Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 18.05.2012 / 06.02.2014

#### Grunddaten

Projekt-Nr.: VSS 2001/506  
 Projekttitel: Einfluss der Verdichtungstemperatur auf die Ergebnisse der Marshall-Prüfung und der Einbaukontrolle  
 Enddatum: 19.04.2013

#### Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Beim Wechsel von der alten Schweizer Norm SN 671 969c Marshall-Prüfung [SN1] zu den neuen Europäischen Normen EN 12697-30 Probenvorbereitung, Marshall-Verdichtungsgerät [EN1] und EN 12697-34 Marshall-Prüfung [EN2] erfolgte mit tieferen Verdichtungstemperaturen die wichtigste Umstellung im Prüfverfahren. In dieser Forschung konnten die Auswirkungen abgeklärt und mit statistischen Untersuchungen bewertet werden.

Am 1. Dezember 2004 lagen die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit vor und wurden in einem Entwurf der Fachkommission 5 zugestellt und besprochen. Die Ergebnisse konnten für die im Januar 2005 veröffentlichten Schweizer Normen berücksichtigt werden. Entsprechend waren keine Anpassungen an die Anforderungswerte für Hohlraumgehalte der Marshall-Prüfkörper (Normen SN 640 431-1, -5 und -7) und an die Verdichtungsgrade (Norm SN 640 430) vorzunehmen.

Geprüft wurden Asphalt-Mischgut mit Zielbindemittel 70/100 (neue Verdichtungstemperatur 135°C anstatt 145°C) und - mit der grössten Temperaturdifferenz - mit Zielbindemittel 50/70 (neu 135°C anstatt 155°C). In beiden Fällen nehmen die Raumdichten für [EN1] leicht ab und dementsprechend die Hohlraumgehalte mit im Mittel 0.2 Volumen-% (Zielbindemittel 70/100) und 0.35 Volumen-% (Zielbindemittel 50/70) leicht zu. Die Änderungen der Raumdichten und dadurch der Hohlraumgehalte-Marshall sind klein aber statistisch signifikant. Was die Kontrolle der Mischgutproduktion angeht, sind diese geringen Änderungen nicht relevant. Die niedrigeren Raumdichten der Marshall-Prüfkörper führen im Rahmen der Einbaukontrolle rechnerisch zu leicht höheren Verdichtungsgraden für die eingebauten Schichten. Eine Verschärfung der Normanforderungen drängt sich angesichts der geringen Änderungen aber nicht auf.

Im Falle der Stabilität-Marshall nach [EN2] nehmen die gemessenen Werte leicht ab (0.6 kN bei Zielbindemittel 70/100 und 1.2 kN bei Zielbindemittel 50/70). Nach heutigen Erfahrungen ist die Aussagekraft von Stabilität- und Fliesen-Marshall fraglich. In den Schweizer Normen gibt es entsprechend auch nur noch Anforderungen für N- und L-Mischgut.

Auf die Ergebnisse von Stabilität- und Fliesen-Marshall nach [SN1] und [EN2] wurde der Einfluss des Austausches eines alten, abgenutzten Prüfkopfes durch einen neuen untersucht. Die mechanische Abnutzung und dadurch Verformung des Prüfkopfes hat einen wesentlich grösseren Einfluss auf die Ergebnisse als alle anderen Faktoren. Der Kontrolle des Zustandes und der Geometrie (Masse) des Prüfkopfes nach [EN2] ist grösste Beachtung beizumessen, insbesondere da die üblicherweise verwendeten Prüfköpfe aus Aluminium bestehen. Der Durchmesser des Prüfkopfes von 101,6 +/- 0,1 mm muss eingehalten sein.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Strassen ASTRA

#### Zielerreichung:

Das Ziel, die hohen Anforderungen an die Verdichtung von eingebauten Asphaltbelägen in der Schweiz beizubehalten, konnte erreicht werden. Gegenüber der früheren Praxis in der Marshall-Prüfung legt die Euronorm - als wesentliche Änderung - bei Bitumen 40/60 bis 100/150 geringere Verdichtungstemperaturen bei der Prüfkörperherstellung fest. Diese wurden nicht mehr viskositätsabhängig, sondern konstant bei 135°C festgelegt (ursprünglich war diese Verdichtungstemperatur sogar für alle Bindemittel, inkl. PmB vorgesehen). Es hat sich gezeigt, dass die Änderungen der Verdichtungstemperatur, welche einen deutlichen Einfluss auf die Verdichtung der Marshall-Prüfkörper vermuten liessen, sich unwesentlich auswirken. Die Raumdichten und damit die Hohlraumgehalte der Marshall-Prüfkörper ändern wenig. Die Anforderungen an die Hohlraumgehalte-Marshall zur Beurteilung der Mischgutqualität wie auch diejenigen an die Verdichtungsgrade der eingebauten Beläge mussten nicht geändert werden.

#### Folgerungen und Empfehlungen:

Es ist vorteilhaft, dass die alte Schweizer Norm [SN1] in die zwei Euronormen [EN1] und [EN2] unterteilt wurde. Die zwei Teile der Marshall-Prüfung, Herstellung von Marshall-Prüfkörpern durch Schlagverdichtung und die mechanische Prüfung, haben heute klar unterschiedliche Bedeutungen in der Praxis.

Wegen der Einführung der Europäischen Norm EN 12697-30 zur Marshall-Verdichtung [EN1] waren im Schweizerischen Normenwerk der VSS keine Anpassungen an die Anforderungswerte für die Hohlraumgehalte der Marshall-Prüfkörper (Normen SN 640 431-1, -5 und -7) und an die Verdichtungsgrade (Norm SN 640 430) vorzunehmen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Geometrie des Prüfkopfes grosse Auswirkungen auf die Ergebnisse von Stabilität S und Fließen F nach [EN2] haben. Da der Prüfkopf üblicherweise aus Aluminium besteht, wird dieser durch die Prüfungen stark zerkratzt und abgenutzt. Ein neuer Prüfkopf liefert deutlich höhere Stabilitäten S und kleinere Fließen F als abgenutzte. Daraus folgt, dass Zustand und Geometrie eines Prüfkopfes regelmässig zu kontrollieren sind. Die Anforderungen der Norm [EN2] an die Masse des Prüfkopfes sind unbedingt einzuhalten.

#### Publikationen:

Aufgrund der Ergebnisse dieses Forschungsauftrages wurden bisher keine Publikationen veröffentlicht.

#### Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Seeberger

Vorname: Max

Amt, Firma, Institut: Tecnotest AG, 8803 Rüschlikon

#### Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Strassen ASTRA

## **FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK      Strassen, Brücken, Tunnel**

### **Formular Nr. 3: Projektabschluss**

#### **Beurteilung der Begleitkommission:**

Beurteilung:

Die gestellten Zielsetzungen sind erreicht.

Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit wurden an der Sitzung der Fachkommission 5 vom 9. März 2005 präsentiert vgl. Standbericht 44. Bereits im Dezember 2004 wurde die Expertenkommission, welche die Anforderungsnormen SN 640 431-1, -5 und -7 (Hohlraumgehalte-Marshall) und SN 640 430 (Verdichtungsgrade) überarbeitete, informiert. Die Ergebnisse lagen somit zur Bearbeitung dieser Normen vor, der Bericht hat sich verzögert. Die mittlerweile revidierte EN-Norm wurde für die Endfassung des Berichtes abgewartet, was weitere Verzögerungen mit sich brachte.

Umsetzung:

Die hohen Anforderungen an die Verdichtung von eingebauten Asphaltbelägen und an die Hohlraumgehalte-Marshall zur Beurteilung der Mischgutqualität konnten in der Schweiz beibehalten werden. Die entsprechenden Normanforderungen mussten nicht geändert werden.

weitergehender Forschungsbedarf:

Keiner

Einfluss auf Normenwerk:

Kein Einfluss auf das Normenwerk.

#### **Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:**

Name: Angst

Vorname: Christian

Amt, Firma, Institut: IMP Bautest AG, 4625 Oberbuchsitzen

**Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:**

## Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1422	ASTRA 2011/006_OBF	Fracture processes and in-situ fracture observations in Gipskeuper	2013
1421	VSS 2009/901	Experimenteller Nachweis des vorgeschlagenen Raum- und Topologiemodells für die VM-Anwendungen in der Schweiz (MDATrafo)	2013
1420	SVI 2008/003	Projektierungsfreiräume bei Strassen und Plätzen	2013
1419	VSS 2001/452	Stabilität der Polymere beim Heisseinbau von PmB-haltigen Strassenbelägen	2013
1416	FGU 2010/001	Sulfatwiderstand von Beton: verbessertes Verfahren basierend auf der Prüfung nach SIA 262/1, Anhang D	2013
1415	VSS 2010/A01	Wissenslücken im Infrastrukturmanagementprozess "Strasse" im Siedlungsgebiet	2013
1414	VSS 2010/201	Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausstattung	2013
1413	SVI 2009/003	Güterverkehrsintensive Branchen und Güterverkehrsströme in der Schweiz Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz Teilprojekt B1	2013
1412	ASTRA 2010/020	Werkzeug zur aktuellen Gangliniennorm	2013
1411	VSS 2009/902	Verkehrstelematik für die Unterstützung des Verkehrsmanagements in ausserordentlichen Lagen	2013
1410	VSS 2010/202_OBF	Reduktion von Unfallfolgen bei Bränden in Strassentunneln durch Abschnittsbildung	2013
1409	ASTRA 2010/017_OBF	Regelung der Luftströmung in Strassentunneln im Brandfall	2013
1408	VSS 2000/434	Vieillissement thermique des enrobés bitumineux en laboratoire	2012
1407	ASTRA 2006/014	Fusion des indicateurs de sécurité routière : FUSAIN	2012
1406	ASTRA 2004/015	Amélioration du modèle de comportement individuel du Conducteur pour évaluer la sécurité d'un flux de trafic par simulation	2012
1405	ASTRA 2010/009	Potential von Photovoltaik an Schallschutzmassnahmen entlang der Nationalstrassen	2012
1404	VSS 2009/707	Validierung der Kosten-Nutzen-Bewertung von Fahrbahn-Erhaltungsmassnahmen	2012
1403	SVI 2007/018	Vernetzung von HLS- und HVS-Steuerungen	2012
1402	VSS 2008/403	Witterungsbeständigkeit und Durchdrückverhalten von Geokunststoffen	2012
1401	SVI 2006/003	Akzeptanz von Verkehrsmanagementmassnahmen-Vorstudie	2012
1400	VSS 2009/601	Begrünte Stützgitterböschungssysteme	2012
1399	VSS 2011/901	Erhöhung der Verkehrssicherheit durch Incentivierung	2012
1398	ASTRA 2010/019	Environmental Footprint of Heavy Vehicles Phase III: Comparison of Footprint and Heavy Vehicle Fee (LSVA) Criteria	2012
1397	FGU 2008/003_OBF	Brandschutz im Tunnel: Schutzziele und Brandbemessung Phase 1: Stand der Technik	2012
1396	VSS 1999/128	Einfluss des Umhüllungsgrades der Mineralstoffe auf die mechanischen Eigenschaften von Mischgut	2012
1395	FGU 2009/003	KarstALEA: Wegleitung zur Prognose von karstspezifischen Gefahren im Untertagbau	2012
1394	VSS 2010/102	Grundlagen Betriebskonzepte	2012
1393	VSS 2010/702	Aktualisierung SN 640 907, Kostengrundlage im Erhaltungsmanagement	2012
1392	ASTRA 2008/008_009	FEHRL Institutes WIM Initiative (Fiwi)	2012
1391	ASTRA 2011/003	Leitbild ITS-CH Landverkehr 2025/30	2012
1390	FGU 2008/004_OBF	Einfluss der Grundwasserströmung auf das Quellverhalten des Gipskeupers im Belchentunnel	2012
1389	FGU 2003/002	Long Term Behaviour of the Swiss National Road Tunnels	2012
1388	SVI 2007/022	Möglichkeiten und Grenzen von elektronischen Busspuren	2012

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1387	VSS 2010/205_OBF	Ablage der Prozessdaten bei Tunnel-Prozessleitsystemen	2012
1386	VSS 2006/204	Schallreflexionen an Kunstbauten im Strassenbereich	2012
1385	VSS 2004/703	Bases pour la révision des normes sur la mesure et l'évaluation de la planéité des chaussées	2012
1384	VSS 1999/249	Konzeptuelle Schnittstellen zwischen der Basisdatenbank und EMF-, EMK- und EMT-DB	2012
1383	FGU 2008/005	Einfluss der Grundwasserströmung auf das Quellverhalten des Gipskeupers im Chienbergtunnel	2012
1382	VSS 2001/504	Optimierung der statischen Eindringtiefe zur Beurteilung von harten Gussasphaltsorten	2012
1381	SVI 2004/055	Nutzen von Reisezeiteinsparungen im Personenverkehr	2012
1380	ASTRA 2007/009	Wirkungsweise und Potential von kombinierter Mobilität	2012
1379	VSS 2010/206_OBF	Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen bei Tunnel-Prozessleitsystemen	2012
1378	SVI 2004/053	Mehr Sicherheit dank Kernfahrbahnen?	2012
1377	VSS 2009/302	Verkehrssicherheitsbeurteilung bestehender Verkehrsanlagen (Road Safety Inspection)	2012
1376	ASTRA 2011/008_004	Erfahrungen im Schweizer Betonbrückenbau	2012
1375	VSS 2008/304	Dynamische Signalisierungen auf Hauptverkehrsstrassen	2012
1374	FGU 2004/003	Entwicklung eines zerstörungsfreien Prüfverfahrens für Schweissnähte von KDB	2012
1373	VSS 2008/204	Vereinheitlichung der Tunnelbeleuchtung	2012
1372	SVI 2011/001	Verkehrssicherheitsgewinne aus Erkenntnissen aus Datapooling und strukturierten Datenanalysen	2012
1371	ASTRA 2008/017	Potenzial von Fahrgemeinschaften	2011
1370	VSS 2008/404	Dauerhaftigkeit von Betonfahrbahnen aus Betongranulat	2011
1369	VSS 2003/204	Rétention et traitement des eaux de chaussée	2012
1368	FGU 2008/002	Soll sich der Mensch dem Tunnel anpassen oder der Tunnel dem Menschen?	2011
1367	VSS 2005/801	Grundlagen betreffend Projektierung, Bau und Nachhaltigkeit von Anschlussgleisen	2011
1366	VSS 2005/702	Überprüfung des Bewertungshintergrundes zur Beurteilung der Strassengriffigkeit	2010
1365	SVI 2004/014	Neue Erkenntnisse zum Mobilitätsverhalten dank Data Mining?	2011
1364	SVI 2009/004	Regulierung des Güterverkehrs Auswirkungen auf die Transportwirtschaft Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP D	2012
1363	VSS 2007/905	Verkehrsprognosen mit Online -Daten	2011
1362	SVI 2004/012	Aktivitätenorientierte Analyse des Neuverkehrs	2012
1361	SVI 2004/043	Innovative Ansätze der Parkraumbewirtschaftung	2012
1360	VSS 2010/203	Akustische Führung im Strassentunnel	2012
1359	SVI 2004/003	Wissens- und Technologientransfer im Verkehrsbereich	2012
1358	SVI 2004/079	Verkehrsanbindung von Freizeitanlagen	2012
1357	SVI 2007/007	Unaufmerksamkeit und Ablenkung: Was macht der Mensch am Steuer?	2012
1356	SVI 2007/014	Kooperation an Bahnhöfen und Haltestellen	2011
1355	FGU 2007/002	Prüfung des Sulfatwiderstandes von Beton nach SIA 262/1, Anhang D: Anwendbarkeit und Relevanz für die Praxis	2011
1354	VSS 2003/203	Anordnung, Gestaltung und Ausführung von Treppen, Rampen und Treppenwegen	2011
1353	VSS 2000/368	Grundlagen für den Fussverkehr	2011
1352	VSS 2008/302	Fussgängerstreifen (Grundlagen)	2011
1351	ASTRA 2009/001	Development of a best practice methodology for risk assessment in road tunnels	2011
1350	VSS 2007/904	IT-Security im Bereich Verkehrstelematik	2011
1349	VSS 2003/205	In-Situ-Abflussversuche zur Untersuchung der Entwässerung von Autobahnen	2011
1348	VSS 2008/801	Sicherheit bei Parallelführung und Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene	2011
1347	VSS 2000/455	Leistungsfähigkeit von Parkieranlagen	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1346	ASTRA 2007/004	Quantifizierung von Leckagen in Abluftkanälen bei Strassentunneln mit konzentrierter Rauchabsaugung	2010
1345	SVI 2004/039	Einsatzbereiche verschiedener Verkehrsmittel in Agglomerationen	2011
1344	VSS 2009/709	Initialprojekt für das Forschungspaket "Nutzensteigerung für die Anwender des SIS"	2011
1343	VSS 2009/903	Basistechnologien für die intermodale Nutzungserfassung im Personenverkehr	2011
1342	FGU 2005/003	Untersuchungen zur Frostkörperbildung und Frosthebung beim Gefrierverfahren	2010
1341	FGU 2007/005	Design aids for the planning of TBM drives in squeezing ground	2011
1340	SVI 2004/051	Aggressionen im Verkehr	2011
1339	SVI 2005/001	Widerstandsfunktionen für Innerorts-Strassenabschnitte ausserhalb des Einflussbereiches von Knoten	2010
1338	VSS 2006/902	Wirkungsmodelle für fahrzeugseitige Einrichtungen zur Steigerung der Verkehrssicherheit	2009
1337	ASTRA 2006/015	Development of urban network travel time estimation methodology	2011
1336	ASTRA 2007/006	SPIN-ALP: Scanning the Potential of Intermodal Transport on Alpine Corridors	2010
1335	VSS 2007/502	Stripping bei lärmindernden Deckschichten unter Überrollbeanspruchung im Labor-massstab	2011
1334	ASTRA 2009/009	Was treibt uns an? Antriebe und Treibstoffe für die Mobilität von Morgen	2011
1333	SVI 2007/001	Standards für die Mobilitätsversorgung im peripheren Raum	2011
1332	VSS 2006/905	Standardisierte Verkehrsdaten für das verkehrsträgerübergreifende Verkehrsmanagement	2011
1331	VSS 2005/501	Rückrechnung im Strassenbau	2011
1330	FGU 2008/006	Energiegewinnung aus städtischen Tunneln: Systemevaluation	2010
1329	SVI 2004/073	Alternativen zu Fussgängerstreifen in Tempo-30-Zonen	2010
1328	VSS 2005/302	Grundlagen zur Quantifizierung der Auswirkungen von Sicherheitsdefiziten	2011
1327	VSS 2006/601	Vorhersage von Frost und Nebel für Strassen	2010
1326	VSS 2006/207	Erfolgskontrolle Fahrzeugrückhaltesysteme	2011
1325	SVI 2000/557	Indices caractéristiques d'une cité-vélo. Méthode d'évaluation des politiques cyclables en 8 indices pour les petites et moyennes communes.	2010
1324	VSS 2004/702	Eigenheiten und Konsequenzen für die Erhaltung der Strassenverkehrsanlagen im überbauten Gebiet	2009
1323	VSS 2008/205	Ereignisdetektion im Strassentunnel	2011
1322	SVI 2005/007	Zeitwerte im Personenverkehr: Wahrnehmungs- und Distanzabhängigkeit	2008
1321	VSS 2008/501	Validation de l'oedomètre CRS sur des échantillons intacts	2010
1320	VSS 2007/303	Funktionale Anforderungen an Verkehrserfassungssysteme im Zusammenhang mit Lichtsignalanlagen	2010
1319	VSS 2000/467	Auswirkungen von Verkehrsberuhigungsmassnahmen auf die Lärmimmissionen	2010
1318	FGU 2006/001	Langzeitversuche an anhydritführenden Gesteinen	2010
1317	VSS 2000/469	Geometrisches Normalprofil für alle Fahrzeugtypen	2010
1316	VSS 2001/701	Objektorientierte Modellierung von Strasseninformationen	2010
1315	VSS 2006/904	Abstimmung zwischen individueller Verkehrsinformation und Verkehrsmanagement	2010
1314	VSS 2005/203	Datenbank für Verkehrsaufkommensraten	2008
1313	VSS 2001/201	Kosten-/Nutzenbetrachtung von Strassenentwässerungssystemen, Ökobilanzierung	2010
1312	SVI 2004/006	Der Verkehr aus Sicht der Kinder: Schulwege von Primarschulkindern in der Schweiz	2010
1311	VSS 2000/543	VIABILITE DES PROJETS ET DES INSTALLATIONS ANNEXES	2010
1310	ASTRA 2007/002	Beeinflussung der Luftströmung in Strassentunneln im Brandfall	2010
1309	VSS 2008/303	Verkehrsregelungssysteme - Modernisierung von Lichtsignalanlagen	2010
1308	VSS 2008/201	Hindernisfreier Verkehrsraum - Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderung	2010
1307	ASTRA 2006/002	Entwicklung optimaler Mischgüter und Auswahl geeigneter Bindemittel; D-A-CH - Initial-	2008

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
		projekt	
1306	ASTRA 2008/002	Strassenglätte-Prognosesystem (SGPS)	2010
1305	VSS 2000/457	Verkehrserzeugung durch Parkieranlagen	2009
1304	VSS 2004/716	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen	2008
1303	ASTRA 2009/010	Geschwindigkeiten in Steigungen und Gefällen; Überprüfung	2010
1302	VSS 1999/131	Zusammenhang zwischen Bindemittleigenschaften und Schadensbildern des Belages?	2010
1301	SVI 2007/006	Optimierung der Strassenverkehrsunfallstatistik durch Berücksichtigung von Daten aus dem Gesundheitswesen	2009
1300	VSS 2003/903	SATELROU Perspectives et applications des méthodes de navigation pour la télématique des transports routiers et pour le système d'information de la route	2010
1299	VSS 2008/502	Projet initial - Enrobés bitumineux à faibles impacts énergétiques et écologiques	2009
1298	ASTRA 2007/012	Griffigkeit auf winterlichen Fahrbahnen	2010
1297	VSS 2007/702	Einsatz von Asphaltbewehrungen (Asphalteinlagen) im Erhaltungsmanagement	2009
1296	ASTRA 2007/008	Swiss contribution to the Heavy-Duty Particle Measurement Programme (HD-PMP)	2010
1295	VSS 2005/305	Entwurfgrundlagen für Lichtsignalanlagen und Leitfaden	2010
1294	VSS 2007/405	Wiederhol- und Vergleichspräzision der Druckfestigkeit von Gesteinskörnungen am Haufwerk	2010
1293	VSS 2005/402	Détermination de la présence et de l'efficacité de dope dans les bétons bitumineux	2010
1292	ASTRA 2006/004	Entwicklung eines Pflanzenöl-Blockheizkraftwerkes mit eigener Ölmühle	2010
1291	ASTRA 2009/005	Fahrmuster auf überlasteten Autobahnen Simultanes Berechnungsmodell für das Fahrverhalten auf Autobahnen als Grundlage für die Berechnung von Schadstoffemissionen und Fahrzeitgewinnen	2010
1290	VSS 1999/209	Conception et aménagement de passages inférieurs et supérieurs pour piétons et deux-roues légers	2008
1289	VSS 2005/505	Affinität von Gesteinskörnungen und Bitumen, nationale Umsetzung der EN	2010
1288	ASTRA 2006/020	Footprint II - Long Term Pavement Performance and Environmental Monitoring on A1	2010
1287	VSS 2008/301	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit von komplexen ungesteuerten Knoten: Analytisches Schätzverfahren	2009
1286	VSS 2000/338	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit auf Strassen ohne Richtungstrennung	2010
1285	VSS 2002/202	In-situ Messung der akustischen Leistungsfähigkeit von Schallschirmen	2009
1284	VSS 2004/203	Evacuation des eaux de chaussée par les bas-cotés	2010
1283	VSS 2000/339	Grundlagen für eine differenzierte Bemessung von Verkehrsanlagen	2008
1282	VSS 2004/715	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen: Zusatzkosten infolge Vor- und Aufschub von Erhaltungsmaßnahmen	2010
1281	SVI 2004/002	Systematische Wirkungsanalysen von kleinen und mittleren Verkehrsvorhaben	2009
1280	ASTRA 2004/016	Auswirkungen von fahrzeuginternen Informationssystemen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit Verkehrspsychologischer Teilbericht	2010
1279	VSS 2005/301	Leistungsfähigkeit zweistreifiger Kreisel	2009
1278	ASTRA 2004/016	Auswirkungen von fahrzeuginternen Informationssystemen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit - Verkehrstechnischer Teilbericht	2009
1277	SVI 2007/005	Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Strassenverkehr - Vorstudie	2010
1276	VSS 2006/201	Überprüfung der schweizerischen Ganglinien	2008
1275	ASTRA 2006/016	Dynamic Urban Origin - Destination Matrix - Estimation Methodology	2009
1274	SVI 2004/088	Einsatz von Simulationswerkzeugen in der Güterverkehrs- und Transportplanung	2009

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1273	ASTRA 2008/006	UNTERHALT 2000 - Massnahme M17, FORSCHUNG: Dauerhafte Materialien und Verfahren SYNTHESE - BERICHT zum Gesamtprojekt "Dauerhafte Beläge" mit den Einzelnen Forschungsprojekten: - ASTRA 200/419: Verhaltensbilanz der Beläge auf Nationalstrassen - ASTRA 2000/420: Dauerhafte Komponenten auf der Basis erfolgreicher Strecken - ASTRA 2000/421: Durabilité des enrobés - ASTRA 2000/422: Dauerhafte Beläge, Rundlaufversuch - ASTRA 2000/423: Griffigkeit der Beläge auf Autobahnen, Vergleich zwischen den Messergebnissen von SRM und SCRIM - ASTRA 2008/005: Vergleichsstrecken mit unterschiedlichen oberen Tragschichten auf einer Nationalstrasse	2008
1272	VSS 2007/304	Verkehrsregelungssysteme - behinderte und ältere Menschen an Lichtsignalanlagen	2010
1271	VSS 2004/201	Unterhalt von Lärmschirmen	2009
1270	VSS 2005/502	Interaktion Strasse Hangstabilität: Monitoring und Rückwärtsrechnung	2009
1269	VSS 2005/201	Evaluation von Fahrzeugrückhaltesystemen im Mittelstreifen von Autobahnen	2009
1268	ASTRA 2005/007	PM10-Emissionsfaktoren von Abriebsparkeln des Strassenverkehrs (APART)	2009
1267	VSS 2007/902	MDAinSVT Einsatz modellbasierter Datentransfernormen (INTERLIS) in der Strassenverkehrstelematik	2009
1266	VSS 2000/343	Unfall- und Unfallkostenraten im Strassenverkehr	2009
1265	VSS 2005/701	Zusammenhang zwischen dielektrischen Eigenschaften und Zustandsmerkmalen von bitumenhaltigen Fahrbahnbelägen (Pilotuntersuchung)	2009
1264	SVI 2004/004	Verkehrspolitische Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung	2009
1263	VSS 2001/503	Phénomène du dégel des sols gélifs dans les infrastructures des voies de communication et les pergélisols alpins	2006
1262	VSS 2003/503	Lärmverhalten von Deckschichten im Vergleich zu Gussasphalt mit strukturierter Oberfläche	2009
1261	ASTRA 2004/018	Pilotstudie zur Evaluation einer mobilen Grossversuchsanlage für beschleunigte Verkehrslastsimulation auf Strassenbelägen	2009
1260	FGU 2005/001	Testeinsatz der Methodik "Indirekte Vorauserkundung von wasserführenden Zonen mittels Temperaturdaten anhand der Messdaten des Lötschberg-Basistunnels	2009
1259	VSS 2004/710	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen - Synthesebericht	2008
1258	VSS 2005/802	Kaphaltestellen Anforderungen und Auswirkungen	2009
1257	SVI 2004/057	Wie Strassenraumbilder den Verkehr beeinflussen Der Durchfahrtswiderstand als Arbeitsinstrument bei der städtebaulichen Gestaltung von Strassenräumen	2009
1256	VSS 2006/903	Qualitätsanforderungen an die digitale Videobild-Bearbeitung zur Verkehrsüberwachung	2009
1255	VSS 2006/901	Neue Methoden zur Erkennung und Durchsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit	2009
1254	VSS 2006/502	Drains verticaux préfabriqués thermiques pour la consolidation in-situ des sols	2009
1253	VSS 2001/203	Rétention des polluants des eaux de chaussées selon le système "infiltrations sur les talus". Vérification in situ et optimisation	2009
1252	SVI 2003/001	Nettoverkehr von verkehrintensiven Einrichtungen (VE)	2009
1251	ASTRA 2002/405	Incidence des granulats arrondis ou partiellement arrondis sur les propriétés d'adhérence des bétons bitumineux	2008
1250	VSS 2005/202	Strassenabwasser Filterschacht	2007
1249	FGU 2003/004	Einflussfaktoren auf den Brandwiderstand von Betonkonstruktionen	2009
1248	VSS 2000/433	Dynamische Eindringtiefe zur Beurteilung von Gussasphalt	2008
1247	VSS 2000/348	Anforderungen an die strassenseitige Ausrüstung bei der Umwidmung von Standstreifen	2009

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1246	VSS 2004/713	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen: Bedeutung Oberflächenzustand und Tragfähigkeit sowie gegenseitige Beziehung für Gebrauchs- und Substanzwert	2009
1245	VSS 2004/701	Verfahren zur Bestimmung des Erhaltungsbedarfs in kommunalen Strassennetzen	2009
1244	VSS 2004/714	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen - Gesamtnutzen und Nutzen-Kosten-Verhältnis von standardisierten Erhaltungsmassnahmen	2008
1243	VSS 2000/463	Kosten des betrieblichen Unterhalts von Strassenanlagen	2008
1242	VSS 2005/451	Recycling von Ausbauphosphat in Heissmischgut	2007
1241	ASTRA 2001/052	Erhöhung der Aussagekraft des LCPC Spurbildungstests	2009
1240	ASTRA 2002/010	L'acceptabilité du péage de congestion : Résultats et analyse de l'enquête en Suisse	2009
1239	VSS 2000/450	Bemessungsgrundlagen für das Bewehren mit Geokunststoffen	2009
1238	VSS 2005/303	Verkehrssicherheit an Tagesbaustellen und bei Anschlüssen im Baustellenbereich von Hochleistungsstrassen	2008
1237	VSS 2007/903	Grundlagen für eCall in der Schweiz	2009
1236	ASTRA 2008/008_07	Analytische Gegenüberstellung der Strategie- und Tätigkeitsschwerpunkte ASTRA-AIPCR	2008
1235	VSS 2004/711	Forschungspaket Massnahmenplanung im EM von Fahrbahnen - Standardisierte Erhaltungsmassnahmen	2008
1234	VSS 2006/504	Expérimentation in situ du nouveau drainomètre européen	2008
1233	ASTRA 2000/420	Unterhalt 2000 Forschungsprojekt FP2 Dauerhafte Komponenten bitumenhaltiger Belagsschichten	2009
651	AGB 2006/006_OBF	Instandsetzung und Monitoring von AAR-geschädigten Stützmauern und Brücken	2013
650	AGB 2005/010	Korrosionsbeständigkeit von nichtrostenden Betonstählen	2012
649	AGB 2008/012	Anforderungen an den Karbonatisierungswiderstand von Betonen	2012
648	AGB 2005/023 + AGB 2006/003	Validierung der AAR-Prüfungen für Neubau und Instandsetzung	2011
647	AGB 2004/010	Quality Control and Monitoring of electrically isolated post-tensioning tendons in bridges	2011
646	AGB 2005/018	Interactin sol-structure : ponts à culées intégrales	2010
645	AGB 2005/021	Grundlagen für die Verwendung von Recyclingbeton aus Betongranulat	2010
644	AGB 2005/004	Hochleistungsfähiger Faserfeinkornbeton zur Effizienzsteigerung bei der Erhaltung von Kunstbauten aus Stahlbeton	2010
643	AGB 2005/014	Akustische Überwachung einer stark geschädigten Spannbetonbrücke und Zustandserfassung beim Abbruch	2010
642	AGB 2002/006	Verbund von Spanngliedern	2009
641	AGB 2007/007	Empfehlungen zur Qualitätskontrolle von Beton mit Luftpermeabilitätsmessungen	2009
640	AGB 2003/011	Nouvelle méthode de vérification des ponts mixtes à âme pleine	2010
639	AGB 2008/003	RiskNow-Falling Rocks Excel-basiertes Werkzeug zur Risikoermittlung bei Steinschlag-schutzgalerien	2010
638	AGB2003/003	Ursachen der Rissbildung in Stahlbetonbauwerken aus Hochleistungsbeton und neue Wege zu deren Vermeidung	2008
637	AGB 2005/009	Détermination de la présence de chlorures à l'aide du Géoradar	2009
636	AGB 2002/028	Dimensionnement et vérification des dalles de roulement de ponts routiers	2009
635	AGB 2004/002	Applicabilité de l'enrobé drainant sur les ouvrages d'art du réseau des routes nationales	2008
634	AGB 2002/007	Untersuchungen zur Potenzialfeldmessung an Stahlbetonbauten	2008
633	AGB 2002/014	Oberflächenschutzsysteme für Betontragwerke	2008
632	AGB 2008/201	Sicherheit des Verkehrssystem Strasse und dessen Kunstbauten Testregion - Methoden zur Risikobeurteilung Schlussbericht	2010
631	AGB 2000/555	Applications structurales du Béton Fibré à Ultra-hautes Performances aux ponts	2008
630	AGB 2002/016	Korrosionsinhibitoren für die Instandsetzung chloridverseuchter Stahlbetonbauten	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
629	AGB 2003/001 + AGB 2005/019	Integrale Brücken - Sachstandsbericht	2008
628	AGB 2005/026	Massnahmen gegen chlorid-induzierte Korrosion und zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit	2008
627	AGB 2002/002	Eigenschaften von normalbreiten und überbreiten Fahrbahnübergängen aus Polymerbitumen nach starker Verkehrsbelastung	2008
626	AGB 2005/110	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Baustellensicherheit bei Kunstbauten	2009
625	AGB 2005/109	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Effektivität und Effizienz von Massnahmen bei Kunstbauten	2009
624	AGB 2005/108	Sicherheit des Verkehrssystems / Strasse und dessen Kunstbauten / Risikobeurteilung für Kunstbauten	2010
623	AGB 2005/107	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Tragsicherheit der bestehenden Kunstbauten	2009
622	AGB 2005/106	Rechtliche Aspekte eines risiko- und effizienzbasierten Sicherheitskonzepts	2009
621	AGB 2005/105	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten Szenarien der Gefahrenentwicklung	2009
620	AGB 2005/104	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Effektivität und Effizienz von Massnahmen	2009
619	AGB 2005/103	Sicherheit des Verkehrssystems / Strasse und dessen Kunstbauten / Ermittlung des Netzzrisikos	2010
618	AGB 2005/102	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Methodik zur vergleichenden Risikobeurteilung	2009
617	AGB 2005/100	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten Synthesebericht	2010
616	AGB 2002/020	Beurteilung von Risiken und Kriterien zur Festlegung akzeptierter Risiken in Folge aussergewöhnlicher Einwirkungen bei Kunstbauten	2009