

Entwicklung optimaler Mischgüter und Auswahl geeigneter Bindemittel; D-A-CH – Initialprojekt

**Développement des mélanges bitumineux optimaux et sélection des
liants appropriés; D-A-CH – projet initiale**

**Development of Optimal Bituminous Mixtures and Selection of
Appropriate Binders; D-A-CH – Initial Project**

Dr. sc. nat. ETH **Remy Gubler**

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Dübendorf
Abteilung Strassenbau/Abdichtungen

apl. Prof. Dr.-Ing. habil. **Peter Renken**

Dipl.-Inform. **Stephan Büchler**

Dipl.-Ing. **Jens Grönniger**

Technische Universität Braunschweig; Institut für Straßenwesen; Abteilung
Straßenbautechnik;

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. **Ronald Blab**

Projektass. Dipl.-Ing. **Barbara Gagliano**

Univ. Ass. Dipl.-Ing. Dr. techn. **Karl Kappl**

Technische Universität Wien, Institut für Strassenbau und Strassenerhaltung

Univ. Prof. Dipl. – Ing. Dr. techn.

Entwicklung optimaler Mischgüter und Auswahl geeigneter Bindemittel – D-A-CH – Initialprojekt

Schlussbericht, Inhaltsübersicht

Nachfolgende Teile sind mit einem roten Blatt voneinander getrennt

Seite

Vorwort, Préface, Preface	7
Zusammenfassung Gesamtbericht DACH	13
Synthesebericht	19
Teilbericht Deutschland Entwicklung optimaler Asphaltrezepturen und Auswahl dafür geeigneter bitumenhaltiger Bindemittel – Stand der Technik – DACH – Initialprojekt	47
Teilbericht Österreich Auswahl geeigneter Asphaltmischgüter und Bindemittel für optimierte Oberbaukonstruktionen – State of the Art – DACH – Initialprojekt	117
Teilbericht Schweiz Entwicklung optimaler Mischgüter und Auswahl geeigneter Bindemittel – D-A-CH – Initialprojekt	181

Vorwort

Die drei Länder Deutschland, Österreich und Schweiz streben auf teilweise unterschiedlichen Wegen ähnliche Ziele an, darunter prioritär das Ziel, auch unter stärkster Belastung dauerhafte Strassen zu bauen.

Ein wesentlicher Punkt zur Erreichung dieses Ziels ist die Verwendung optimaler Mischgute. Es geht also darum, in Normen die Anforderungen an Mischgute so zu formulieren, dass sie dieser Zielsetzung gerecht werden. Teilaspekte sind damit die Rezepturen, sowie die Anforderungen an und die Auswahl von Komponenten. Zu berücksichtigen ist, dass in absehbarem Zeithorizont die Länder die Europäischen Normen annehmen müssen, wobei diese in der Schweiz schon, wenn auch zum Teil noch in provisorischer Fassung, in Kraft gesetzt worden sind.

Es sind also in den drei Ländern unterschiedliche Normungsstrategien festzustellen, auch existieren Doppelspurigkeiten in der Forschung. Ein koordiniertes Vorgehen der drei Länder verspricht deshalb einen wesentlichen Gewinn.

In einem ersten Schritt wurde deshalb umfassend der State of the Art in den drei Ländern zusammengestellt und im Sinne einer Synthese verglichen werden, um die Grundlage für die Planung eines weiterführenden Folgeprojektes zu schaffen. Dazu gehört insbesondere die Evaluation von Belagstypen, die sich für eine solche Forschung eignen. Erste Vergleiche unterschiedlicher Prüfverfahren (z.B. Widerstand gegen Spurbildung) sollen insbesondere aufgrund der Literaturecherche gezogen werden.

Zu diesem Zweck analysierte jedes Land in einem eigenen Forschungsprojekt die aktuelle Situation. Die entsprechenden Teil-Berichte sind als unabhängige Dokumente in diesem Gesamtbericht integriert. Der Schweiz, die den Lead hat, oblag es, einen Synthesebericht zu verfassen, der den ersten Teil dieses Berichtes darstellt.

Préface

L'Allemagne, l'Autriche et la Suisse poursuivent des objectifs semblables en empruntant parfois des voies différentes. L'un d'eux, prioritaire, est la construction de routes durables même sous les sollicitations les plus fortes,

Un point important pour atteindre cet objectif est l'utilisation d'enrobés optimaux. Il s'agit donc d'énoncer dans les normes les performances requises des enrobés pour atteindre cet objectif. La formulation des enrobés ainsi que le choix des composants et les exigences qui leur sont posées sont quelques-uns des aspects partiels à considérer. Il faut par ailleurs tenir compte du fait que, dans un avenir proche, les normes européennes seront applicables dans ces trois pays ; la Suisse quant à elle les a déjà fait entrer en vigueur même si ce n'est encore parfois que dans une version provisoire.

On constate que chacun des trois pays poursuit une stratégie de normalisation différente et qu'il existe aussi des redondances dans la recherche. Une démarche coordonnée promet ainsi un bénéfice important pour chacun d'eux.

Dans une première étape, on a établi un relevé précis de l'état de la technique dans chacun des trois pays pour procéder ensuite à une synthèse comparative et obtenir ainsi une base pour la planification d'un projet subséquent plus large. Font entre autres partie de ce relevé l'évaluation des types de revêtement qui pourraient se prêter à un tel travail de recherche. Une première comparaison, basée sur des recherches dans la littérature, a été effectuée entre diverses méthodes d'essai, telles que p. ex. celles de la détermination de la résistance à l'orniérage.

A cette fin, chaque pays a analysé dans un projet de recherche propre la situation actuelle chez lui. Les rapports partiels correspondants sont intégrés comme documents indépendants au présent rapport global. La Suisse, en tant que chef de projet, a procédé à la rédaction d'un rapport de synthèse qui forme la première partie de ce rapport.

Preface

In the three countries Deutschland, Österreich and Schweiz similar goals in developing better pavements are focussed. The goal to construct roads with good performance under high and heavy traffic has thus a high priority.

An important aspect in achieving this goal is the use of optimal mixes. It is therefore of importance to specify correctly the mixes suitable for such roads in the standards. In Addition to the composition of the mixes, the specification and selection of the components have to be considered. Further, it has to be kept in mind that in near future, national standards will be replaced by European standards. In Switzerland, for example, these standards are already implemented, though partially as prEN's.

The three countries follow thus different strategies in standardisation. Research is sometime duplicated. Coordinating the activities of the three countries could therefore create a real benefit.

As a first step, a state of the art in the three countries has been compiled comparatively as base of a syntheses report. This should allow to define a next international research project. Especially, suitable and representative pavement types should be evaluated for the following research. Based on the literature study, standardised test methods should be comparing, e.g. the rutting tests.

In order to reach this goal each country performed its own research project and analyzed the actual situation. The different individual reports are included in this main report. Switzerland had the lead of the whole project and took the task to compose a synthesis report, which is presented in the first part of this main report.

ROTES BLATT

Zusammenfassung

Die drei Länder Deutschland, Österreich und Schweiz streben auf teilweise unterschiedlichen Wegen ähnliche Ziele an, darunter prioritär das Ziel, auch unter stärkster Belastung dauerhafte Strassen zu bauen. Dabei geht also darum optimale Mischgute zu verwenden und in Normen die Anforderungen an Mischgute so zu formulieren, dass sie dieser Zielsetzung gerecht werden.

In einem ersten Schritt wurde deshalb umfassend der State of the Art in den drei Ländern zusammengestellt und im Sinne einer Synthese verglichen, um die Grundlage für die Planung eines weiterführenden internationalen Folgeprojektes zu schaffen. Dazu gehört insbesondere die Evaluation von Belagsaufbauten, die sich für eine solche Forschung eignen. Erste Vergleiche unterschiedlicher Prüfverfahren (z.B. Widerstand gegen Spurbildung) wurden insbesondere aufgrund einer Literaturrecherche gezogen.

Um diese Ziele zu erreichen, analysierte jedes Land in einem eigenen Forschungsprojekt die aktuelle Situation. Die entsprechenden Teil-Berichte sind in diesem Gesamtbericht integriert. Der Schweiz, die den Lead hatte, oblag es, einen Synthesebericht zu verfassen, der den ersten Teil dieses Gesamtberichtes darstellt.

Der Bericht

- zeigt den State of the Art in den drei Ländern auf, wobei im Einzelnen
 1. die Grundlagen zusammengestellt wurden, wie ein hoch belasteter Strassenabschnitt zu definieren ist und was unter optimal bezüglich Beanspruchung, Lärm, Spurrinnen, Griffigkeit und Langlebigkeit verstanden wird
 2. die Normanforderungen an Mischgute, die für diesen Zweck in den drei Ländern eingesetzt werden, diskutiert und verglichen wurden,
 3. der Stand der Forschung rekapituliert wurde
- stellt die in den drei Ländern verwendeten Systeme für das Ermitteln geeigneter Mischgute und Belagsaufbauten in einem Synthesebericht einander vergleichend gegenüber
- macht Vorschläge für in einem Folgeprojekt auf Basis von Vergleichsstrecken zu untersuchende Mischgute/bitumenhaltige Schichten. Die Vorschläge der beteiligten Ländern für optimalen Rezepturen und Aufbauten basierten jeweils auf ihrem Normenwerk. Sie wurden zu einem Konzept für eine Vergleichsstrecke weiterentwickelt.

Résumé

L'Allemagne, l'Autriche et la Suisse poursuivent des buts semblables en suivant en partie des voies différentes et parmi ces buts, en priorité, la construction de routes durables même sous les sollicitations les plus fortes. Ceci implique l'utilisation d'enrobés optimaux et une formulation dans les normes des exigences posées aux enrobés de manière à ce qu'ils permettent de réaliser cet objectif.

Dans un premier temps, on a procédé pour cela à un relevé de l'état de l'art dans ces trois pays et à une comparaison au sens d'une synthèse afin de créer une base en vue de la planification d'un projet international subséquent. Ceci comprenait en particulier l'évaluation de structures de revêtement pouvant se prêter à un tel travail de recherche. Une première comparaison de différentes méthodes d'essai (p. ex. essais de résistance à l'orniérage) a été effectuée sur la base d'une étude bibliographique.

Pour cela, chaque pays a procédé dans un projet de recherche propre à une analyse de la situation actuelle. Les rapports partiels correspondants ont été réunis dans le présent rapport. La Suisse, en tant que directrice du projet, a rédigé un rapport de synthèse qui constitue la première partie du présent document.

Ce rapport

- décrit l'état de l'art dans les trois pays, avec en particulier
 1. une description des critères servant à la définition d'une route fortement sollicitée et de ce que l'on entend par optimal sur le plan des sollicitations, du bruit, de l'orniérage, de l'adhérence et de la durabilité
 2. une discussion et une comparaison des exigences fixées dans les normes pour les enrobés utilisés à ces fins dans les différents pays,
 3. une récapitulation de l'état actuel de la recherche
- compare entre eux dans un rapport de synthèse les systèmes utilisés dans ces trois pays pour la détermination des enrobés et des structures de revêtement appropriés,
- émet des propositions pour un projet subséquent d'une étude d'enrobés/revêtements bitumineux sur des tronçons de comparaison. Les propositions des pays participants sur les formulations et structures optimales reposaient sur leurs propres normes nationales. Ces propositions ont été développées pour établir un concept d'un tronçon de comparaison.

Abstract

The construction of highly trafficked loads in a durable way is one of the common goals in the three countries Germany, Austria and Switzerland. Hence the goal is to use optimal mixes and, at the same time, to draft standards in such a way that they help to reach this goal.

As a first part, the state of the art of the three countries was described. It was subsequently compared as a base for drafting an international research project. As a core element structures of layers suitable for such a research were evaluated. A preliminary evaluation of some test (e.g. for testing rutting resistance) was done on base of literature study.

To achieve these goals, each country analyzed in a research project the situation. These individual reports are integrated in this document. Since Switzerland had the lead, it was its duty to write a synthesis which is the first part of this document.

The report

- shows the state of the art in the three countries, covering
 1. a description, how a highly trafficked road is defined and what was regarded as optimal in respect with heavy use, noise, rutting, Griffigkeit and durability
 2. the specifications for mixes selected in the three countries, including discussion and comparison
 3. a recapitulation of the recent research
- compares in a synthesis the systems used in the three countries to evaluate mixes and structures for highly trafficked roads
- make suggestions for a future international research project to investigate mixes and bituminous layers applied in test sections. The suggestions of the three countries for an optimal design of mixes and layers for this research are based on the national standardization.



Entwicklung optimaler Mischgüter und Auswahl geeigneter Bindemittel; D-A-CH – Initialprojekt Synthesebericht

**Développement des mélanges bitumineux optimaux et sélection des liants
appropriés; D-A-CH – projet initiale rapport de synthèse**

**Development of Optimal Bituminous Mixtures and Selection of
Appropria-Binders; D-A-CH – Initial Project
Synthesis**

R. Gubler, Dr. sc. nat. ETH
Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Dübendorf
Abteilung Strassenbau/Abdichtungen

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation /
Bundesamt für Strassen
Forschungsauftrag ASTRA 2006/002 „Entwicklung optimaler Mischgüter und Auswahl
geeigneter Bindemittel“

Inhaltsverzeichnis

1 ZUSAMMENFASSUNG UND FOLGERUNGEN	23
1.1 Zusammenfassung Deutschland	23
1.2 Zusammenfassung Österreich	24
1.3 Zusammenfassung Schweiz	25
1.4 Folgerungen Deutschland	25
1.5 Folgerungen Österreich	26
1.5.1 Bewährte Asphaltmischgüter für hoch belastete Strassen in Österreich	26
1.5.2 Stand der Normung in Österreich	27
1.5.3 Praktische Vorgangsweise bei der normativen Umsetzung in Österreich	28
1.5.4 Bewährte Oberbaukonstruktionen und Mischgüter in Österreich	28
1.6 Folgerungen Schweiz	29
1.6.1 Folgerungen zur Normung in der Schweiz	29
1.6.2 Folgerungen zur Europäischen Normung	29
1.6.3 Folgerungen zur Forschung in der Schweiz, Vergleich Forschung/ Normung	30
2 QUERVERGLEICH	33
2.1 Normierung	33
2.2 Forschung	34
3 FORSCHUNGSBEDARF, ENTWICKLUNGSTENDENZEN DER FORSCHUNG	35
3.1 Zusammenstellung der Beurteilung durch die Länder	35
3.1.1 Zusammenfassung Deutschland	35
3.1.2 Zusammenfassung Österreich	35
3.1.3 Zusammenfassung Schweiz	36
3.2 Quervergleich der Entwicklungstendenzen	36

4 VORSCHLÄGE FÜR SCHICHTAUFBAUTEN UND PRÜFUNGEN HOCHBELASTETER STRASSEN DURCH DIE LÄNDER	39
4.1 Vorschläge Deutschland für Schichtaufbauten	39
4.2 Vorschläge Österreich für Schichtaufbauten.....	39
4.3 Vorschläge Schweiz für Schichtaufbauten.....	40
4.4 Vorschläge Deutschland für Prüfprogramm.....	42
4.5 Vorschläge Österreich für Prüfprogramm	42
4.6 Vorschläge Schweiz für Prüfprogramm	42
4.7 Selektion der Schichtaufbauten.....	43
4.8 Prüfprogramm für die selektierten Schichtaufbauten.....	43

1 Zusammenfassungen und Folgerungen

1.1 Zusammenfassung Deutschland

Vermutlich erst zum 01.01.2009 treten in Deutschland die harmonisierten, europäischen Normen in der nationalen Umsetzung in Kraft. Der deutsche Teilbericht beschreibt im Kapitel 2 den aktuellen sowie den ab 2009 greifenden Stand der Normierung und geht dabei vertieft auf die Quantifizierung und Bewertung der massgeblichen Schwerverkehrsbelastung ein. Der Bericht beschreibt im Kapitel 2 den Stand der Normierung und geht dabei vertieft auf die Quantifizierung und Bewertung der massgeblichen Schwerverkehrsbelastung ein.

Abbildung 1.1 (aus Bericht Deutschland) zeigt den Zusammenhang der Regelwerke im Strassenbau in Deutschland. Der weitere Teilbericht bezieht sich immer auf die zukünftig geltenden Regelwerke.

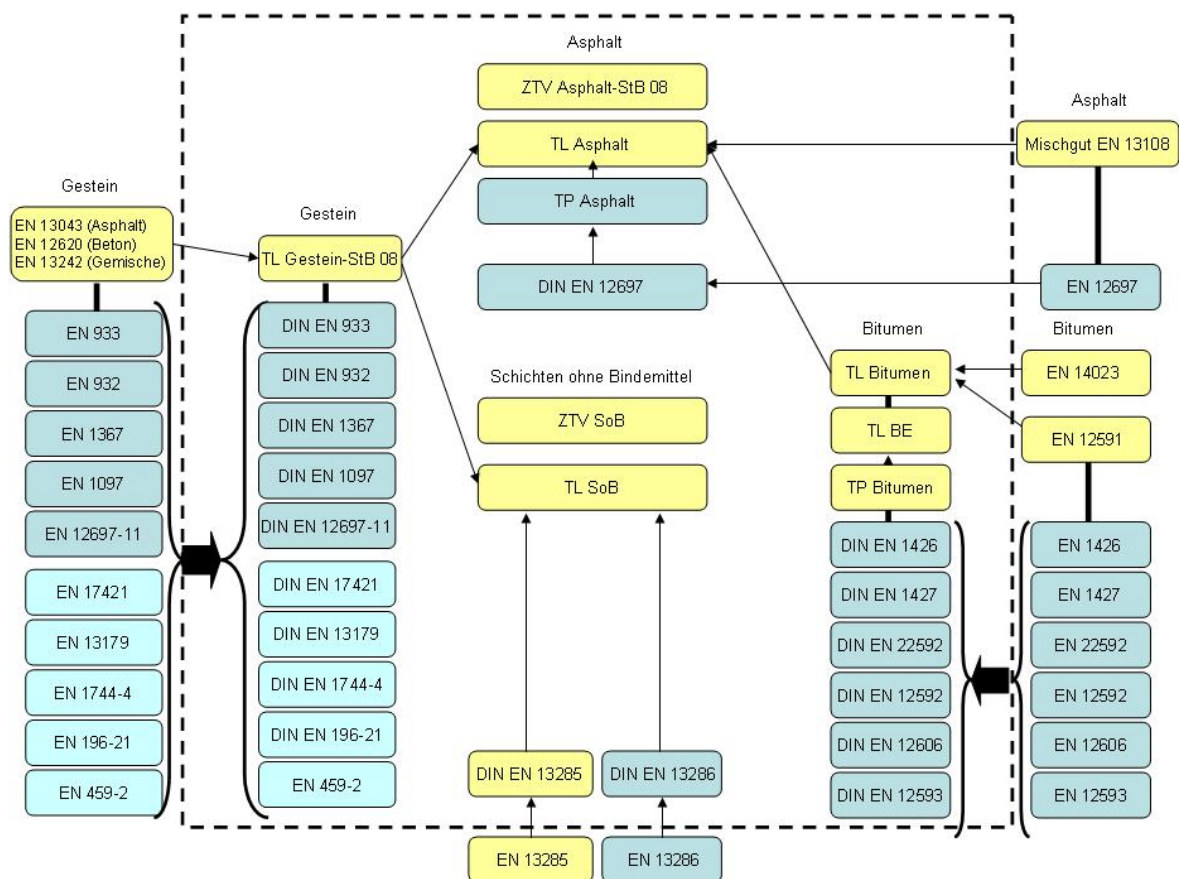


Abbildung 1.1 Zusammenhang der Regelwerke in Deutschland

Im Kapitel 3 werden zunächst die Möglichkeiten zur Auswahl eines Schichtaufbaus hoch belasteter Strassen und anschließend die dafür zugelassenen Asphaltmischgüter vorgestellt. Im Weiteren werden dargestellt:

- Anforderungen an Bitumen (Straßenbaubitumen und polymermodifizierte Bitumen)
- Verwendung von Asphaltgranulat
- Anforderungen an Asphaltmischgut
- Anforderungen an ungebundene Tragschichten
- Allgemeine Anforderungen an bitumengebundene Schichten

Bei der Umsetzung der europäischen Normen werden überwiegend die bisher bestehenden Anforderungen und Vorgaben an Gestein, Bitumen, Asphalt-Mischgut und fertige Leistung übernommen.

Das anschließende Kapitel 4 behandelt die seit 2000 abgeschlossenen und laufenden Forschungsvorhaben, untergliedert in die Teile:

- Verkehrsbelastung
- Komponenten
- Mischgut
- Bituminöse Schichten
- Oberflächeneigenschaften

Die Umsetzung der europäischen Normen erfolgt in Deutschland nach empirischen Grundsätzen. Der Übergang zur Überprüfung der Materialeigenschaften, d.h. zur performance-basierenden Prüfung des Asphalts, erfolgt noch nicht. Daraus besteht ein Forschungsbedarf zur Überprüfung und Schaffung eines Bewertungshintergrundes der europäisch vorgegebenen performance-basierenden Prüfverfahren.

1.2 Zusammenfassung Österreich

Mit März 2008 treten die neuen harmonisierten Europäischen Normen betreffend die Anforderungen an Asphaltmischgüter in Kraft. Die Umsetzung dieser Normen in den jeweiligen nationalen Normenwerken erfolgt derzeit auf sehr unterschiedliche Weise. Im Rahmen des gegenständlichen D-A-CH – Initialprojekts soll der Wissensaustausch zwischen den drei Ländern ermöglicht und damit mögliche Doppelgleisigkeiten in der für die Einführung dieser Normen erforderlichen angewandten Forschung vermieden werden.

Zu diesem Zweck werden zunächst der Stand der Umsetzung in das nationale österreichische Normenwerk dargestellt und diesbezügliche Wissens- und Forschungsdefizite aufgezeigt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf die Auswirkung der neuen Normen auf die Konzeption von bewährten Mischgütern für hoch beanspruchte Straßenkonstruktionen. Durch die Einführung sogenannter fundamentaler Anforderungen an Bindemittel und Mischgüter, die sich auf wesentliche Gebrauchseigenschaften wie Widerstand gegen Spurrinnenbildung oder die Ermüdungsfestigkeit beziehen, stehen in Österreich dazu nun erstmals verbesserte Instrumente zur Mischgut- und Oberbauoptimierung zur Verfügung. Dazu ist allerdings noch die Erstellung eines ausreichenden Bewertungshintergrundes für diese gebrauchungsverhaltenorientierten Prüfmethode notwendig. Diese sollten dazu

zweckmäßiger Weise länderübergreifend akkordiert und vereinheitlicht werden. Auf deren Grundlage kann in der Folge eine verbesserte Prozedur für das Mix Design von Asphaltmischgütern entwickelt werden. Die derzeit in Österreich angewandte empirische Methode des Mix Designs wird deshalb kurz dargestellt und es werden die neuen Ansätze für eine verbesserte Methodik unter Einbeziehung der funktionalen Anforderungen aufgezeigt. In der Folge sollen die entwickelten Ansätze an einer gemeinsamen Versuchsstrecke mit hoher Verkehrsbelastung erprobt und validiert werden.

1.3 Zusammenfassung Schweiz

Hochbelastete Strassen dauerhaft zu bauen, ist eine den drei Ländern Deutschland, Österreich und Schweiz gemeinsame Zielsetzung. Im Rahmen der Dreiländertagung D-A-CH Schnetzenhausen wurde deshalb beschlossen, die Vorgehensweisen der drei Länder miteinander wissenschaftlich zu vergleichen. Dabei sollten weniger völlig neue Lösungen als schwergewichtig der Stand (fortschrittlicher) Technik miteinander verglichen werden, um nach Synergien zu suchen.

Der Forschungsbericht der Schweiz beschreibt im ersten Teil die Situation der Normung. Er zeigt auf, wie hochbelastete Strassen definiert und was für Anforderungen an Mischgut und ausgeführte Schichten gestellt werden. Da in der Schweiz die europäischen Normen schon weitgehend eingeführt sind, werden auch das europäische Normenwerk und aufgetretene Probleme bei der Einführung besprochen.

In einem zweiten Teil werden der aktuelle Stand der Forschung der Schweiz zum Thema ausgewertet und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Normung diskutiert.

Aufgrund der in kompakter Form zusammengestellten Informationen werden Vorschläge für die diesem Initialprojekt folgenden Forschungsprojekte gemacht. Zudem werden Hinweise auf die Lücken der Normung gegeben und Vorschläge zu deren Behebung ausgearbeitet.

1.4 Folgerungen Deutschland

Da die Umsetzung der harmonisierten Normen noch nicht stattgefunden hat, können zur Zeit keine direkten Folgerungen oder „Fehlstellen“ erkannt werden. Da sich die Umsetzung eng an die bisher geltenden Regelwerke hält, können auch in Zukunft die bewährten Schichtenaufbauten und Asphalt-Mischgüter eingesetzt werden.

Im Bereich der hoch belasteten Schichten kommen somit folgende Asphalte zum Einsatz:

- | | | |
|-------------------------|---------------|--------------------|
| - Asphalttragschicht: | AC 22 TS oder | AC 32 TS |
| - Asphaltbinderschicht: | AC 16 BS oder | AC 22 BS |
| - Asphaltdeckschicht: | | |
| Splittmastixasphalt | SMA 8 S oder | SMA 11 S |
| Gussasphalt | MA 11 S oder | MA 8 S oder MA 5 S |
| Offenporiger Asphalt | PA 11 oder | PA 8 |

T = Tragschicht
B = Binderschicht
S = für besondere Beanspruchungen

Die bisher durchgeführten Forschungsprojekte lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Im Bindemittelbereich zeigten Forschungen auf, dass die neuen rheologisch-orientierten Bindemittelprüfverfahren Dynamische Scherrheometer-Analytik (DSR), Bending Beam Rheometer-Analytik (BBR) und dem Kraftduktilitätsverfahren (KD) die Möglichkeit zu bieten scheinen, bereits bei der Bindemittelauswahl für die Asphaltrezeptur Rückschlüsse auf das zu erwartende Gebrauchsverhalten während der Nutzungsdauer der Straße zu erhalten. Insbesondere erlaubt das DSR eine bessere Bewertung der polymermodifizierten Bindemittel. Die Untersuchungen der Bindemittel nach simulierter Alterung zeigen zudem, dass die thermische Beanspruchung mittels RTFOT größer als im rotierenden Kolben ist. Es bleibt abschliessend festzuhalten, dass praxisadäquate Eigenschaften der Bindemittel aufgrund der vergleichsweise geringen Beanspruchung durch diese Verfahren nicht zu simulieren sind.

Beim Gestein bildet das Haftverhalten ein Schwerpunktthema (insbesondere der Versuch nach DIN EN 12697-11 für Einzelkörnung wird als geeignet angesehen), bei den Zusätzen bildet das Asphaltgranulat (Recycling) ein Schwerpunktthema.

Im Bereich des Asphalt-Mischgutes sind einige Forschungen zu den Stichworten Qualitätssicherung und Toleranzen zu erwähnen. Die Eignung der Gyrator-Verdichtung (als Ersatz der Marshallverdichtung) wird untersucht und überwiegend als nicht praxisadäquat (wie auch die Marshall-Verdichtung) erachtet. In Hinblick auf das Spurbildungsverhalten nehmen der Triaxialversuch (auch mit dynamischem Seitendruck), die dynamische Stempel-Eindringprüfung und der Spurbildungstest einen breiten Raum ein. Das Kälteverhalten wurde mit Abkühl-, Zug-, Zugschwellversuchen intensiv untersucht und kann damit gut bewertet werden. Im Bereich des Ermüdungsverhaltens wurden Versuche mit dem dynamischen Spaltzugversuch, Zugschwell- und 4-Punkt-Biegeversuchen untersucht, die Zusammenhänge erkennen lassen.

Insgesamt lassen die Forschungen erkennen, dass erste Ergebnisse zu den fundamentalen Ansätzen vorhanden sind und teilweise auch bereits umgesetzt wurden. Für eine Dimensionierung und Mischgutwahl aufgrund fundamentaler Eigenschaften fehlen jedoch noch wichtige Erfahrungs- und Bewertungsgrundlagen.

1.5 Folgerungen Österreich

1.5.1 Bewährte Asphaltmischgüter für hoch belastete Strassen in Österreich

Die in **Tabelle 1.1** (aus Bericht Österreich) genannten Mischgüter werden in Österreich im hochrangigen Strassennetz am häufigsten verwendet. Alle angegebenen Mischgutsorten werden bei Befestigungen der Lastklasse S, also für hoch belastete Strassenabschnitte verwendet.

Tabelle 1.1 Häufig verwendete Asphaltmischgüter im hochrangigen Straßennetz (Österreich)

Anforderungen	Tragschichten	Deckschichten	Kurzbeschreibung
Lärm	AC trag	PA, SMA, BBTM	Größtkorn 8, hoher Grobkornanteil und somit größerer Hohlraumgehalt
Drainage	AC trag, AC binder	PA	Verwendung von Drainasphalt mit zu 80% Grobkornanteil
Standfestigkeit (Verformungsverhalten)	AC binder	AC deck, A2, SMA, BBTM	Verwendung von PmB in der Tragschicht; geringe Spurrinnenneigung, wartungsarm, hohe Verkehrsbeanspruchungen
Ermüdung	AC trag AC binder	AC deck, A2, SMA, BBTM	Geringe Ermüdungsanfälligkeit und Rissbildung (bottom-up cracking); Dauerhaftigkeit; geringe Wartungsarbeiten und Instandsetzung
Griffigkeit	-	AC deck	Gewährleistung einer hohen, gleich bleibenden Makro- und Mikrorauheit
Steifigkeit	AC trag AC binder	AC deck, SMA, PA	Auswahl geeigneter Steifigkeitswerte um einerseits Anforderungen an Tieftemperaturverhalten, andererseits an Verformungsverhalten zu erfüllen
Tieftemperaturverhalten	AC trag AC binder	AC deck, SMA, PA, BBTM	Geringe Neigung zur Rissbildung infolge Kältespannungen, wartungsarm

1.5.2 Stand der Normung in Österreich

Die CE - Kennzeichnung von Asphalt ist basierend auf der Bauproduktenrichtlinie des Rates der Europäischen Union in Österreich mit März des Jahres 2008 gesetzlich verbindlich. Die entsprechenden normativen Grundlagen, nämlich die diesbezüglich harmonisierten europäischen Normen sind bereits geschaffen und wurden im Sommer des Jahres 2006 veröffentlicht. Es handelt sich um die Normenserie 13108 mit den Teilen eins bis acht sowie 20 und 21. Die entsprechenden nationalen Umsetzungsnormen ÖNORMen - Serie 3580ff wurden mit Dezember 2006 veröffentlicht.

Für die Anforderungen an Asphaltbetone (AC - Asphalt Concrete) gem. EN 13108-1, die im Straßenbau in Trag- oder Deckschichten eingesetzt werden können, wurden zwei nationale Umsetzungsnormen geschaffen. Die ÖNORM 3580-1 regelt die Anforderungen an Asphaltbetone nach dem sogenannten "Empirischen Ansatz". Die ÖNORM 3580-2 ermöglicht erstmals auch gebrauchsvorhaltensorientierte Anforderungen im Rahmen des "Fundamentalen Ansatzes". Grundsätzlich ist anzumerken, dass diese Unterscheidung zwischen empirischen und fundamentalen Anforderungen an Asphalte im Rahmen der europäischen Normung nur bei Asphaltbetonen (AC) getroffen wurde, nicht jedoch z.B. bei Splittmastixasphalten (SMA), Gussasphalt (MA) oder offenporigen Asphalten (PA). Anforderungen an diese Mischgutttypen sind in den nationalen Umsetzungsdokumenten ÖNORM 3580-5 bis 7 geregelt.

1.5.3 Praktische Vorgangsweise bei der normativen Umsetzung in Österreich

Unabhängig von der Art der gestellten Anforderungen wurde die Einführung eines neuen Bezeichnungsschemas für Asphaltmischgüter notwendig. Im Rahmen der nationalen Umsetzung der europäischen Normen wurde dabei eine klare Systematik entwickelt, die praxisgerecht und anwenderfreundlich erscheint und nach einer gewissen Übergangsphase rasch in der täglichen Arbeit von Ausschreibenden und Baufirmen umgesetzt werden kann.

Technisch wurde versucht, alle Anforderungen an die in Österreich üblichen und bewährten Asphaltmischgutsorten in den Mischgutnormen mit empirischem Ansatz abzubilden. Anzumerken ist dabei, dass der Spurbildungstest nun mit einem kleinen Gerät durchzuführen ist, für den erst ein nationaler Bewertungshintergrund geschaffen werden muss, und Anforderungen an den Marshall Trag- und Fließwert bei Asphalten für den Straßenbau entfallen.

Durch die Einführung und Festlegung fundamentaler Eigenschaften [Ermüdung, Steifigkeit, Verformungsstabilität und Tieftemperaturverhalten] lassen sich Anforderungen an Asphaltmischgut in Österreich nun erstmals "funktional" ausschreiben. Der fundamentale Ansatz baut auf den allgemeinen und volumetrischen Anforderungen auf, beinhaltet aber zusätzlich noch gebrauchsvorhaltensorientierte Prüfmethoden.

1.5.4 Bewährte Oberbaukonstruktionen und Mischgüter in Österreich

In Österreich werden für hoch belastete Straßen grundsätzlich flexible Oberbaukonstruktionen ausgeführt, die den im Bemessungskatalog RVS 03.08.63 vorgegebenen Bautypen entsprechen. Der Oberbaukatalog sieht dabei Asphaltkonstruktionen auf mechanisch stabilisierten Schichten und halbstarre Aufbauten auf hydraulisch stabilisierten Schichten jedoch derzeit noch keine Mischstabilisierungen mit hydraulischem Bindemittel und Bitumen(-emulsion) vor. Vorgegeben wird dabei im Bemessungskatalog nur die notwendige Gesamtdicke der Asphaltkonstruktion, d.h. in der Regel 25 cm für die höchste Lastklasse. Technologische Vorgaben über die Zusammensetzung und den Aufbau der Asphalttschichten werden darin nicht gegeben. Diese Vorgaben obliegen der ausschreibenden Stelle.

Für hoch belastete Verkehrsflächen haben sich dabei in Österreich vorwiegend Deckschichten aus Splittmastixasphalt (SMA) auf hochstandfesten Tragschichten (Binderschichten - AC binder) bewährt. Die Mischgüter werden dabei fast ausschließlich mit polymermodifiziertem Bindemitteln und aus gebrochenen Gesteinskörnungen mit hohen Festigkeitsanforderungen hergestellt. Entgegen dem traditionellen Kornaufbau von Splittmastixasphalten wurde im Hinblick auf die Optimierung der Lärmeigenschaften in Österreich dazu ein sehr hohlraumreicher und deshalb "lärmarmer" SMA entwickelt. Die Schichtdicken betragen bei den Deckschichten bei einem maximalen Größtkorn 11 mm in der Regel nicht mehr als 3 bis maximal 4 cm. Die hochstandfesten Tragschichten werden in der Regel zweilagig mit Schichtdicken von 8 bis 10 cm hergestellt.

1.6 Folgerungen Schweiz

1.6.1 Folgerungen zur Normung in der Schweiz

Die Schweiz hat sich in der Normung sehr stark europäisch ausgerichtet. Das wesentliche Motiv war die rechtlich als zwingend erachtete Umstellung der Anforderungsnormen für Mineralstoffe. Zudem existierte erheblicher Druck, für Beton und bitumenhaltiges Mischgut die gleichen Siebreihen zu verwenden. Da die Betonproduktion ein Vielfaches der Asphaltproduktion beträgt, mussten die Siebreihen für letztere angepasst werden.

Damit wurde eine ganze Reihe von Änderungen ausgelöst, weil mit der Änderung von Siebreihen auch Mischgutsorten änderten. Es wurde in den schweizerischen Expertenkommissionen die Meinung vertreten, dass eine zweimalige Umstellung im Normenwerk (zuerst Mineralstoffnormen und Mischgutsorten, gefolgt von einer Änderung der Anforderungen an Komponenten und Mischgutsorten wegen der Übernahme weiterer europäischer Normen) aufwändiger sei als eine konzertierte Umstellung. Im weiteren wurde entschieden, dass die Normen hinsichtlich technischer und vertraglicher Inhalte entflochten werden sollten.

Die frühzeitige Umstellung erlaubte zudem weitgesteckte Übergangsfristen und liess auch nachträgliche kleinere Anpassungen zu.

Fachliche Entscheidungen

Als generelle Richtlinie wurde akzeptiert, dass die Anforderungen an Mischgutsorten auf dem Prinzip empirischer Prüfungen aufgebaut werden sollte. Nur so konnte das in den Normen enthaltene Erfahrungswissen weiter nutzbar bleiben und die Umstellung überhaupt innert nützlicher Frist durchgeführt werden.

Zugleich ist aber eine wachsende Anzahl von Fachleuten der Überzeugung, dass langfristig für hochbelastete Strassen von empirischen zu grundlegenden Prüfmethode gewechselt werden muss. Als Vorreiter gelten dabei die Mischgutsorten AC EME. Darüber hinaus sind auch entsprechende Forschungsaktivitäten initiiert worden.

1.6.2 Folgerungen zur Europäischen Normung

Die Übernahme der europäischen Normen kann in der Schweiz als weit fortgeschritten betrachtet werden. Teilweise musste dabei allerdings auf Normentwürfe abgestützt werden, sodass Nachbesserungen die Normenschaffenden noch einige Zeit beschäftigen werden. Es konnten folgende hauptsächliche Probleme identifiziert werden:

- stark unterschiedlicher Aufbau im schweizerischen und europäischen System der Normen
- Sicherstellen der Übersichtlichkeit
- die Notwendigkeit, die Normen bezüglich technischer und vertraglicher Element zu entflechten

Daneben gab es eine Vielzahl von kleineren inhaltlichen Problemen in den europäischen Normen. Beispiele sind:

- Für Asphaltbeton und SMA werden beim Spurbildungstest mit dem kleinen Gerät verschiedene Kenngrößen gefordert.
- Die EN 13801-5 weist teilweise diverse Fehler auf (Tabelle 8 Temperaturgrenzwerte der Gemische, Bindemittelschicht sollte wohl Binderschicht heissen etc.).
- Schwammige Anforderungen in der EN 13108-8.

1.6.3 Folgerungen zur Forschung in der Schweiz, Vergleich Forschung/Normung

Eine grobe Analyse der untersuchten Forschungsarbeiten, die dem Bereich hoch belastete Strassen zugeordnet wurden, ist in *Tabelle 1.2* zusammengestellt.

Tabelle 1.2 Konzepte und Mischgutsorten für hochbelastete Strassenabschnitte

Thema	Anzahl Arbeiten
<i>Komponenten</i>	
Bindemittleigenschaften	3
Recycling	1
Alterung (des Bindemittels)	1
<i>Mischgut</i>	
Bindemittleinfluss auf Mischgut	3
Recycling	1
Alterung des Mischgutes	1
Mechanische Eigenschaften des verdichteten Mischgutes	4
Verdichtung	2
<i>Eingebaute Schichten</i>	
Mechanische Eigenschaften der Schicht	4
Innovative Schichten	1
<i>Schichtaufbau / Strassen</i>	
Vergleichsstrecken	2
Verkehrslastsimulation	3
Schichtenverbund	2
Modellierung	2
Dimensionierung	1
Instandsetzung	1
Verkehrsbelastung	1
Verhaltensbilanz	5
davon spezifisch Lärmverhalten	1
davon spezifisch Griffigkeit	3

In dieser Auswertung wurden jeweils nur die Schwerpunktsthemen der Arbeiten erfasst, so wie der Autor sie gesehen hat. Mehrfachnennungen wurden zugelassen, beispielsweise können in einer Arbeit die mechanischen Eigenschaften von Mischgut

untersucht, diese für Prüfungen in einem Verkehrslastsimulator verwendet werden, wobei dann auch die mechanischen Eigenschaften der so untersuchten Schichten von zentraler Bedeutung sind.

Es lassen sich gewisse Schwerpunkte der Forschung in Bezug auf hochbelastete Strassen ablesen:

- Bindemittel stehen relativ oft im Zentrum
- Die mechanischen Eigenschaften werden des öfters als zentrales Element untersucht.
- Da es dabei um die Bewertung des Mischgutes oder der Schicht geht, wird wenig in Methodenentwicklung geforscht
- Belagsentwicklung ist in der Forschung ebenfalls nur schwach vertreten
- Beiträge zum grundlegenden Verständnis sind nicht zahlreich, das entsprechende Know How ist nicht weit verbreitet
- Gut vertreten ist dann wiederum die Verhaltensbilanz
- In rascher Entwicklung begriffen ist die in Situ Prüfung (Oberflächeneigenschaften, Georadar, mobiler Verkehrslastsimulator und weniger bedeutend Thermographie)

Die Forschung im Strassenbau in der Schweiz kann charakterisiert werden als

- praxisorientiert
- eng mit der Normung verzahnt

Der Vorteil dieser Ausrichtung ist die praktische Relevanz der Forschung, ihr direkter Einfluss auf die Normung und ihre Abstimmung auf den Bedarf von Seiten der Normung. Ein wesentlicher Teil oben kurz umrissenen Forschungsarbeiten leistete erhebliche Beiträge an die Normung. Teilweise wurden auch nur Wissenslücken präziser gefasst, die in weiterführenden Forschungsprojekten geschlossen werden mussten.

In den meisten Fällen erwies sich die Forschung auch im Sinne einer Wissensvermittlung als wichtig. Dazu gehört auch, dass sie Problembewusstsein förderte und das auch aktuell tut.

Der Nachteil liegt in einer gravierenden Vernachlässigung grundlegender Fragestellungen. Daraus ergibt sich eine Kurzatmigkeit, oft werden auch Forschungen wiederholt, weil sich aus der veränderten Normung leicht geänderte Fragestellungen ergeben. Insgesamt verzögert damit dieses Forschungskonzept die Innovation.

Es besteht deshalb im Bereich der Forschung ein Handlungsbedarf in strategischer Hinsicht. Dem entspricht die neuere Strategie, die einzelne, thematisch zusammengehörende Forschungsprojekte in Forschungspaketen zusammenzufassen. Grundlegende Fragestellungen können in Einzelprojekte des Paketes bearbeitet werden, wobei der Bezug zur Praxis durch den Verbund mit den praxisorientierten Einzelprojekten des Paketes ergibt. Zudem fördern Forschungspakete die Zusammenarbeit verschiedener Forschungsstellen und bewirken so Synergien.

Inhaltlich ist eine Hinwendung zu

- anspruchsvollen Prüfverfahren
- Prüfung ganzer System
- verhaltensorientierter Bewertung
- innovativer Belagsaufbauten
- in Situ Prüfungen

festzustellen.

Der Fortschritt in dieser Hinsicht vollzieht sich allerdings in kleinen Schritten. In Betracht zu ziehen sind langfristig ergänzende Lösungen basierend auf einem Splitting. Ein Teil der Finanzmittel könnte für grundlegende Forschungen mit eigenem Anforderungsprofil reserviert werden. Dies sollte so geschehen, dass auch die Verbindung in internationalen Netzwerken verbessert werden. Andererseits besteht oft ein Bedarf für kleine, genau definierte und streng an den Normierungsbedarf gebundene Auftragsforschung. Diese sollte wesentlich unkomplizierter als bisher gesprochen werden können. Der Verfasser hat es mehrmals erlebt, dass solche Forschung nicht innert der die die Abläufe in der Normung vorgesehenen Zeit durchgeführt werden konnten, weil die Bewilligungsverfahren das nicht zuließen. Entscheide in den Normierungskommission wurden dann nach Erfahrung und Schätzung der anwesenden Fachleute anstatt aufgrund von Fakten getroffen.

2 Quervergleich

2.1 Normierung

Tabelle 2.1 zeigt den Stand der Umsetzung der EN in den drei Ländern im Vergleich. Es werden nur die wichtigen Normenpakete oder Normierungsgebiete, nicht die einzelnen Normen. Die Normen zu den Komponenten sind in allen drei Ländern in Kraft gesetzt worden. Die Prüfnormen zu Mischguten sind in der Schweiz (ganz wenige Ausnahmen) und in Österreich in Kraft gesetzt worden, in Deutschland findet eine Umfrage zu den aktuellen Entwürfen (Stand März 2007) in Bund und Ländern statt.

Bei den Anforderungen an Mischgut als Funktion der eingebauten bitumenhaltigen Schichten verfolgen die Länder eine teilweise unterschiedliche Strategie. In der Schweiz wurde das europäische System für den wesentlichen Teil der Mischgutproduktion bereits auf Basis von Entwürfen (prEN) übernommen, sodass im laufenden Jahr nur noch Nachbesserungen und Ergänzungen nötig sind. Deutschland dagegen setzt beispielsweise das Paket auf den 1.1.2009 als gesamtes in Kraft.

Tabelle 2.1 Stand der Umsetzung der EN in den drei Ländern

EN	D	A	CH
Mineralstoffe, 933, 1097 etc.	gültig	gültig	gültig
Prüfungen gemäss EN 12591, Bitumen	gültig	gültig	gültig
Prüfungen gemäss EN 14023, modifizierte Bitumen	gültig	gültig	gültig
Prüfungen gemäss EN 13924, Hartbitumen	gültig	gültig	Übernahme 1.1.2008
12697- 1 bis 43, Mischgut, Prüfnormen	aktuelle Entwürfe in Umfrage	gültig	mit wenigen Ausnahmen gültig, definitiv 1.1.2008
EN 13108-1 bis 8, 20 und 21, Anforderungen	ab 2009	definitiv 1.1.2008	Basis prEN, definitiv 1.1.2008

Gemeinsam ist allen drei Ländern die Strategie, Bestehendes im Rahmen der neuen Form weiter zu führen und teilweise auch weiter zu entwickeln. Die Unterschiede in den Implementierungen erklären sich somit zu einem erheblichen Teil aus den unterschiedlichen Traditionen. Bei den Deckschichten besteht ein wesentlicher Unterschied darin, dass in der Schweiz anstelle des in Deutschland und Österreich beliebten SMA ein Rauasphalt eingesetzt wird, der ein AC-Beton mit einer moderaten Ausfallkörnung ist. In diesem Zusammenhang ist die geplante weiterführende Forschung, in der jedes Land einige typische Oberbauten für hoch belastete Strassen in eine Versuchstrecke einbringt. Da an allem Mischguten die gleichen Prüfungen durchgeführt werden und die Strecken einer sehr ähnlichen Belastung unterliegen werden, könnte ein echter Vergleich erreicht werden, der dann die Basis für weitere Fortschritte wäre.

2.2 Forschung

Der Stand der Forschung und aktuelle Themen der drei Länder in Hinblick auf hochbelastete Strassen sind in *Tabelle 2.2* zusammengestellt. Es werden dazu die Gewichte der thematischen Bereiche der Forschung aufgeführt.

Tabelle 2.2 Stand und aktuelle Themen der Forschung in den drei Ländern

Thematischer Bereich	D	A	CH
Prüfmethodik			
„klassische Methoden“	Erhebliche Bedeutung, Arbeiten im Bereich Qualitätssicherung	Mässige Bedeutung	Mässige Bedeutung
Performanceorientierte Prüfungen	Intensiv in Bearbeitung	Schwerpunktsthema	Erhebliche Bedeutung
In Situ Prüfung	Mässige Bedeutung, (Zerstörungsfreie Zustandserfassung)	Mässige Bedeutung	Erhebliche Bedeutung
Baustoffe			
Gestein	Mässige Bedeutung, Offenporige Asphalte	Schwerpunktsthema hinsichtlich Griffigkeit	Mässige Bedeutung, Einfluss der Gesteinsform
Bindemittel	Schwerpunktsthema, Alterung, rheologisch orientierte Methoden	Schwerpunkt funktionale Anforderung, Alterung und temperaturabsenkung	Mässige Bedeutung, Alterung und Verhärtung
Wechselwirkung Gestein Bindemittel	Erheblich Bedeutung	Mässige Bedeutung	Erhebliche Bedeutung
Recycling	Erhebliche Bedeutung	Erhebliche Bedeutung	Erhebliche Bedeutung
Oberbau			
Oberflächeneigenschaften	Schwerpunkt Griffigkeit	Erhebliche Bedeutung	Erhebliche Bedeutung
Schichtenverbund	Erhebliche Bedeutung	Erhebliche Bedeutung	Erhebliche Bedeutung
Theorie			
Modellierung	Erheblich Bedeutung im Hochschulfbereich	Schwerpunktsthema	In hochschulnahen Forschungsstätten bearbeitet
Dimensionierung	Erheblich Bedeutung im Hochschulfbereich	Oberbauverstärkung	Im frankophonen Teil der Schweiz bedeutend

3 Forschungsbedarf, Entwicklungstendenzen der Forschung

3.1 Zusammenstellung der Beurteilung durch die Länder

3.1.1 Zusammenfassung Deutschland

Die Dimensionierung des Straßenoberbaus und die Auswahl eines geeigneten Asphalt-Mischgutes wird zur Zeit durch die Regelwerke, in relativ engen Grenzen, vorgegeben. Die Festlegung der Auswahl erfolgte aufgrund eines großen empirischen Erfahrungshintergrundes.

Mit Inkrafttreten der neuen national umgesetzten, europäischen Regelwerke soll jedoch ein fundamentaler Ansatz verfolgt werden. Dadurch sind Erfahrungen über das Materialverhalten bezüglich Verformung, Ermüdung und Kälteangriff auch hinsichtlich einer Alterung erforderlich, die mit den bisher eingesetzten Prüfverfahren nur bedingt zu erlangen sind.

Die einzuführenden Europäischen Normen geben Prüfverfahren vor, für die teilweise bereits ein Bewertungshintergrund für die in Deutschland eingesetzten Asphalte besteht. Weitere Prüfverfahren, welche für die Normierung im europäischen Rahmen vorgeschlagen werden können, müssen auf ihre Tauglichkeit bzw. Praxisrelevanz untersucht werden.

3.1.2 Zusammenfassung Österreich

Anforderungen und Mix Design von bituminösen Mischgütern basieren in Österreich derzeit fast ausschließlich auf empirischen Ansätzen. Durch die Einführung von Anforderungen an fundamentale Eigenschaften, d.h. Widerstand gegen permanente Deformationen, Steifigkeit und Ermüdungsfestigkeit sowie thermische Rissbildung bei tiefen Temperaturen) können in Österreich Mischgüter nun auf Grundlage von gebrauchsverhaltensorientierten Merkmalen optimiert werden. Dazu ist einerseits ein entsprechender Bewertungshintergrund für diese fundamentalen Prüfmethode zu schaffen und andererseits eine auf diesen Ansätzen basierende rationale Mix Design Prozedur zu entwerfen, der die derzeitigen rein empirisch, volumetrischen Ansätze ergänzt und verbessert.

Damit sollen folgende, sowohl für den Straßenerhalter als auch den Straßenbenutzer vorrangigen Ziele erreicht werden:

- Langlebigkeit von Straßenkonstruktionen aus Asphalt bei hoher Verkehrsbeanspruchung
- Konstante Gebrauchseigenschaften über die gesamte technische Lebensdauer [z.B. durch spurbildungsresistente Mischgüter)
- Optimierung Eigenschaften der Straßenoberfläche [z.B. Griffigkeit, Ebenheit, Lärmeigenschaften)

Wesentliche Bestandteile der notwendigen Forschungsarbeiten müssen dabei neben der Optimierung der Mischgüter auf Grundlager fundamentaler Ansätze im Labor, die verbesserte Güteüberwachung bei der Mischgutherstellung und beim Einbau, sowie die Validierung des im Labor optimierten Gebrauchsverhaltens an Versuchsstrecken sein.

3.1.3 Zusammenfassung Schweiz

Die Forschung im Strassenbau in der Schweiz kann, wie oben dargestellt, charakterisiert werden als

- praxisorientiert
- eng mit der Normung verzahnt

Der Vorteil dieser Ausrichtung ist die praktische Relevanz der Forschung, ihr direkter Einfluss auf die Normung und ihre Abstimmung auf den Bedarf von Seiten der Normung. Der Nachteil liegt in einer gravierenden Vernachlässigung grundlegender Fragestellungen. Daraus ergibt sich eine Kurzatmigkeit, oft werden auch Forschungen wiederholt, weil sich aus der veränderten Normung leicht geänderte Fragestellungen ergeben.

Die neuere Strategie, die einzelne, thematisch zusammengehörende Forschungsprojekte in Forschungspaketen zusammenzufassen, wirkt diesem Mangel in wesentlichen Punkten entgegen. Grundlegende Fragestellung können in Einzelprojekte des Paketes bearbeitet werden, wobei der Bezug zur Praxis durch den Verbund mit den praxisorientierten Einzelprojekten des Paketes ergibt. Zudem fördern Forschungspakete die Zusammenarbeit verschiedener Forschungsstellen und bewirken so Synergien.

Inhaltlich ist eine Hinwendung zu

- anspruchsvollen Prüfverfahren (DSR, BBR an gealtertem und ungealtertem Bindemittel, mechanische Prüfverfahren (Steifigkeit, Ermüdung, Triaxiale Prüfungen) an verdichtetem Bindemittel und an Proben aus der Strasse
- Prüfung ganzer System (Schichtenverbund, Aufbauten auf Brücken, Fugen, mehrschichtige Beläge)
- verhaltensorientierter Bewertung (Ermüdung, Lärm)
- in Situ Prüfung (Oberflächeneigenschaften, zerstörungsfreie Prüfung), besonders Ground Penetrating Radar, mobiler Verkehrslastsimulator
- innovative Mischgute (optimierte offenporige Asphalte, bezüglich Lärmverhalten bedarfsangepasste Rauasphalte)
- innovativer Belagsaufbauten

festzustellen. Das betrifft vor allem in Bewilligungsverfahren stehende und geplante Forschung. Beispiele sind Aufbauten auf Brücken, Lärmverhalten.

3.2 Quervergleich der Entwicklungstendenzen

Die aktuell erkennbaren Entwicklungstendenzen in der Forschung der drei Länder in Hinblick auf hochbelastete Strassen sind in *Tabelle 3.1* zusammengestellt.

Tabelle 3.1 Entwicklungstendenzen der Forschung in den drei Ländern

Thematischer Bereich	D	A	CH
Prüfmethodik			
„klassische Methoden“	Abnehmende Bedeutung	Abnehmende Bedeutung	Abnehmende Bedeutung
Performance-orientierte Prüfungen	Gewinnt stark an Bedeutung	Gewinnt stark an Bedeutung	Gewinnt stark an Bedeutung
In Situ Prüfung	Gleichmässiger Forschungsbedarf (Zerstörungsfreie Zustandserfassung)	Tragfähigkeitsprüfungen und Zustandserfassung	In Entwicklung Begriffener Schwerpunkt (Zerstörungsfreie Prüfung, Mobiler Verkehrslastsimulator)
Baustoffe			
Gestein	Abnehmende Bedeutung	Griffigkeit von Sanden	Einige Arbeiten zum Einfluss der Gesteinsform
Bindemittel	Modifikation von Bindemitteln und Erkennung / Klassifizierung	Untersuchungen zum Thema Temperaturabsenkung	Abnehmende Bedeutung
Wechselwirkung Gestein Bindemittel	Bedeutungsabnahme zu erwarten	Bedeutungsabnahme zu erwarten	Bedeutungsabnahme zu erwarten
Recycling	Schwerpunkt	In Entwicklung Begriffener Schwerpunkt	In Entwicklung Begriffener Schwerpunkt
Oberbau			
Oberflächeneigenschaften	Gleichbleibender Forschungsbedarf (Griffigkeit)	Abnehmende Bedeutung	Abnehmende Bedeutung
Schichtenverbund	Zunehmende Bedeutung, (Forschung für Anforderungswerte und Einfluss auf Bemessung)	Abnehmende Bedeutung	Abnehmende Bedeutung
Theorie			
Modellierung	Starke Bedeutungszunahme	Bedeutungszunahme zu erwarten	Bedeutungszunahme zu erwarten
Dimensionierung	Starke Bedeutungszunahme	Bedeutungszunahme zu erwarten	Bedeutungszunahme zu erwarten

4 Vorschläge für Schichtaufbauten und Prüfungen hochbelasteter Strassen durch die Länder

4.1 Vorschläge Deutschland für Schichtaufbauten

Es wird ein Schichtenaufbau für hoch belastete Straßen gemäss Tafel 1, Zeile 3, Bauklasse SV der RStO 01, in Abstimmung mit der ZTV Asphalt-StB 07, mit den folgenden Asphalten vorgeschlagen:

4 cm	Deckschicht	SMA 8 S (mit den Alternativen MA8S oder PA8)
8 cm	Binderschicht	AC 22 B S
18 cm	Tragschicht	AC 32 T S
30 cm	Schottertragschicht	Körnung 32 mm
		Anforderungen: EV2 > 150 MPa
Planum:		Anforderungen: EV2 > 45 MPa

4.2 Vorschläge Österreich für Schichtaufbauten

Für einen Versuchsaufbau im Zuge eines gemeinschaftlichen Folgeprojekts werden aus österreichischer Sicht folgende Oberbaukonstruktionen vorgeschlagen:

Oberbau der Bautype 1, Lastklasse S gem. RVS 03.08.63 (*Tabelle 4.1*)

- 25 cm bituminöser Oberbau

Ausführung der Asphaltkonstruktion in 2 Varianten mit einer Deckschicht aus Asphaltbeton AC 11 deck (Variante 1) und aus einem Splittmastixasphalt SMA 11 der Type S3 ("lärmmindernd"). Sämtliche Asphalte werden als F2 Typen nach dem funktionalen Ansätzen konzipiert.

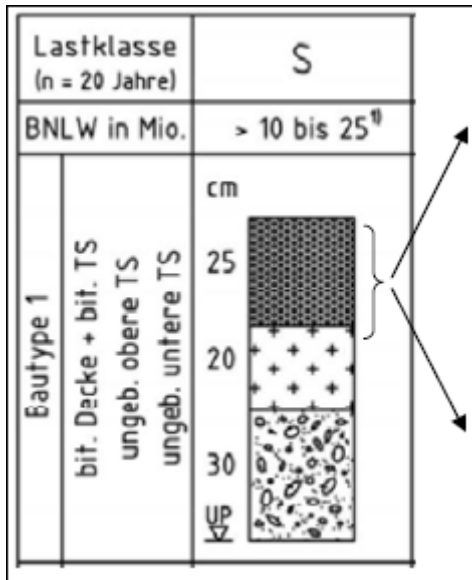
- 20 cm mechanisch stabilisierte Tragschicht (Kantkörnung)

Mindestanforderungen: $E_{v1} = 90 \text{ MPa}$
 $E_{v2}/E_{v1} \geq 2,2$
 $D_{pr} = 103 \%$

- 30 cm Frostschuttschicht

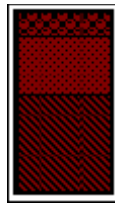
Tabelle 4.1 Übersicht über den Vorschlag Österreich, Oberbau und Belagsaufbau

Gesamtaufbau



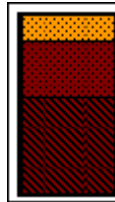
Varianten

Variante 1



- 3 cm AC deck 11 PmB 25/55-65, F2, G1
- 10 cm AC binder 32 PmB 25/55-65, F2, G1
- 12 cm AC trag 32 PmB 45/80-65, F2, G2

Variante 2



- 3 cm SMA 11 PmB 45/80-65, S3, G1
- 10 cm AC binder 32 PmB 25/55-65, F2, G1
- 12 cm AC trag 32 PmB 45/80-65, F2, G2

4.3 Vorschläge Schweiz für Schichtaufbauten

Die Vorschläge der Schweiz sind in *Tabelle 4.2* massstäblich dargestellt und kurz kommentiert.

Für die in den Aufbauten angegebenen Schichten sind die zu verwendenden Bindemittel in *Tabelle 4.3* aufgeführt.

Tabelle 4.2 Übersicht über den Vorschlag Schweiz, Belagsaufbau

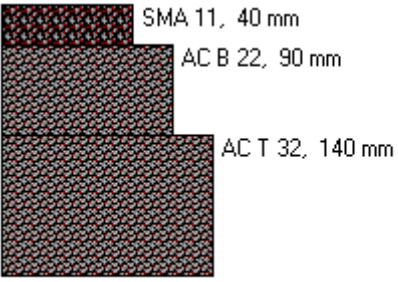
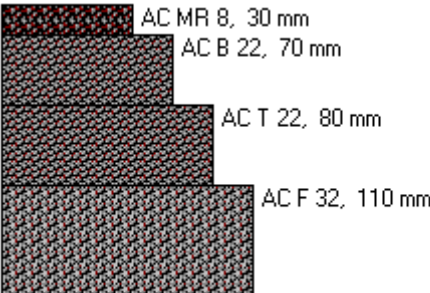
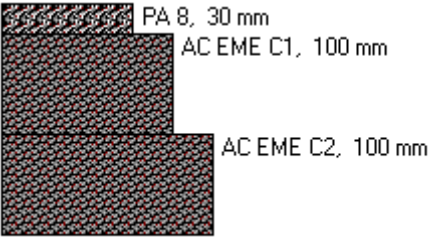
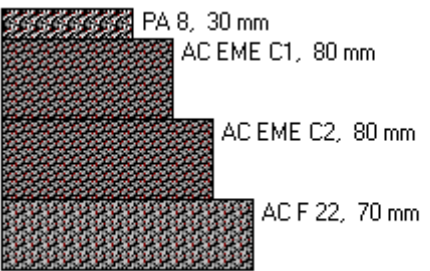
Belagsaufbau	Kommentar
 <p>SMA 11, 40 mm AC B 22, 90 mm AC T 32, 140 mm</p>	Variante 1 der SN 640 430, ohne Fundations-schicht, Gesamtdicke 270 mm, Strukturwert 108 cm
 <p>AC MR 8, 30 mm AC B 22, 70 mm AC T 22, 80 mm AC F 32, 110 mm</p>	Variante 2 der SN 640 430 mit Fundations-schicht, Gesamtdicke 290 mm, Strukturwert 107,2 cm
 <p>PA 8, 30 mm AC EME C1, 100 mm AC EME C2, 100 mm</p>	Variante EME der SN 640 430b ohne Fundationsschicht, Gesamtdicke 230 mm, Strukturwert 108,4 cm
 <p>PA 8, 30 mm AC EME C1, 80 mm AC EME C2, 80 mm AC F 22, 70 mm</p>	Variante EME der SN 640 430b mit Fundationsschicht, Gesamtdicke 260 mm, Strukturwert 110,8 cm

Tabelle 4.3 Bindemittel als Funktion der einzubauenden Schichten

Schicht	Bindemittel
AC T	PmB 30/50-58 C
AC B	PmB 30/50-58 C
AC EME C1	Hartes Bitumen 15 - 25
AC EME C2	Hartes Bitumen 10 - 20
AC F	Bitumen 50 - 70
AC MR	PmB 50/70-65 E
PA	PmB 50/70-65 E

4.4 Vorschläge Deutschland für Prüfprogramm

Neben den Standardprüfungen gemäß ZTV Asphalt-StB 07 (Bindemittelgehalt, Korngrößenverteilung, Bruchflächigkeit, Erweichungspunkt RuK und Hohlraumgehalt, u.a.) und den rheologischen Kennwerten aus dem DSR und BBR (ggf. Kraftduktilität) an frischem und RTFOT/PAV-gealtertem Bindemittel sollten die folgenden Asphaltprüfungen an der Asphaltdeck-, Asphaltbinder- und Asphalttragschicht durchgeführt werden:

- Verformung: - Spurbildung gemäß DIN EN 12697-22
 - Triaxialversuch gemäß DIN EN 12697-25 B
 - Dynamischer Stempelindringversuch gemäß TP-DSEV
- Ermüdung: - Zug-Schwellversuch gemäß österreichischer/deutscher
 Verfahrensbeschreibung
 - 4-Punkt-Biegeversuch gemäß DIN EN 12697-24
- Kälteverhalten: - Zug- und Abkühlversuche gemäß österreichischer/
 deutscher Verfahrensbeschreibung
- Steifigkeit - 4-Punkt-Biegeversuch (4PB-PR), Spaltzug-Schwellversuch (IT-CY)
 und
 direkter Zugversuch (DT-PR) nach DIN EN 12697-26.

4.5 Vorschläge Österreich für Prüfprogramm

Das Prüfprogramm für die vorgesehenen Asphaltmischgüter ergibt sich aus den fundamentalen Anforderungen gemäß ÖNORM 3581 und soll ergänzt werden durch Abkühl- und Zugversuche gemäß ÖNORM 3590:

- triaxiale Druckschwellversuche (Widerstand gegen bleibende Verformungen).
Steifigkeitsversuche am 4 Punkte-Biegebalken
- Ermüdungsversuche mit dem 4 Punkte-Biegebalken
- Abkühl- und Zugversuche bei tiefen Temperaturen (Widerstand gegen thermische
Rissbildung)

Parallel zu diesen fundamentalen Prüfmethode sind auch konventionelle (empirische) Versuche vorgesehen. Ein detailliertes Versuchsprogramm ist dazu im Rahmen des Folgeprojekts auszuarbeiten.

4.6 Vorschläge Schweiz für Prüfprogramm

Der Vorschlag der Schweiz für das Prüfprogramm ist in *Tabelle 4.4* in Matrixform Prüfverfahren kombiniert mit Schichten zusammengestellt. Die Anzahl der

durchzuführenden Prüfungen richtet sich nach Norm, kann aber auch grösser gewählt werden. Details sind im Rahmen des Hauptprojektes auszuarbeiten.

Die Vorschläge der Schweiz sind in *Tabelle 4.4* massstäblich dargestellt und kurz kommentiert.

Tabelle 4.4 Übersicht über den Vorschlag Schweiz, Prüfprogramm Mischgut

Eigenschaft	Prüfverfahren	SMA	AC B	AC T	AC MR	PA	AC EME	AC F
Bindemittelgehalt	EN	X	X	X	X	X	X	X
Korngrössenverteilung	EN	X	X	X	X	X	X	X
Hohlraumgehalt	EN	X	X	X	X	X	X	X
Module de richesse	Berechnung	X	X	X	X	X	X	
Bindemittelabfluss	EN	X						
Wasserempfindlichkeit	Indirekter Zugversuch	X	X	X			X	X
Steifigkeit	2 Pkt. oder 4 Pkt.	X	X	X		X	X	
Ermüdung	2 Pkt. oder 4 Pkt.	X	X	X			X	
Spurbildung	EN, grosses Rad	X	X	X	X	X	X	
Wärmestandfestigkeit	Druckschwellversuch oder Triax	X	X	X	X	X	X	
Kälteverhalten	Zugschwellversuch	X			X			

Beim Bindemittel schlägt die Schweiz generell die Prüfungen nach Norm vor, ergänzt durch DSR, BBR. Zudem ist die Alterung im RTFOT und PAV, gefolgt von erneutem Prüfen mit dem DSR durchzuführen, dazu sind Penetration und Erweichungspunkt am gealterten Bindemittel zu bestimmen.

4.7 Selektion der Schichtaufbauten

Von Deutschland werden drei Schichtaufbauten mit fünf Asphaltarten, von Österreich drei Schichtaufbauten mit vier Asphaltarten und von der Schweiz vier Schichtaufbauten mit sieben Asphaltarten vorgeschlagen. Die insgesamt neun Schichtaufbauten sind alle in einen internationalen Grossversuch einzubeziehen. Eine Selektion wird erst nötig, wenn von deutscher Seite zusätzlich Aufbauten nach Zeile 3 der RStO 01 berücksichtigt werden sollen.

4.8 Prüfprogramm für die selektierten Schichtaufbauten

Von den drei Ländern werden neun unterschiedliche Schichtaufbauten mit insgesamt 16 unterschiedlichen Asphaltarten/-sorten vorgeschlagen. Jedes Land hat ein umfangreiches Prüfprogramm zusammengestellt in welchem sowohl konventionelle als auch fundamentale Prüfverfahren zur Anwendung kommen. Dabei werden zum Teil gleiche Asphalteeigenschaften mit unterschiedlichen Prüfverfahren oder unterschiedlichen Prüfbedingungen angesprochen. Bei der Erarbeitung des Versuchsprogrammes für das Folgeprojekt sind Unterschiede der versuchstechnischen Parameter herauszuarbeiten, ggf. anzugleichen und von einander abweichende Prüfverfahren auf alle Asphalte, auch auf die der Partnerländer, anzuwenden.

Im Auftrag des Bundesministeriums
für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung

Schlussberichtes zum Forschungsprojekt
FE 07.217/2006/AGB

Entwicklung optimaler Asphaltrezepturen und Auswahl dafür geeigneter bitumenhaltiger Bindemittel – Stand der Technik

DACH - Initialprojekt

- Deutscher Teilbericht -

Bearbeiter: apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Renken
 Dipl.-Inform. Stephan Büchler
 Dipl.-Ing. Jens Grönniger

Forschungsstelle: Technische Universität Braunschweig
 Institut für Straßenwesen
 Abteilung Straßenbautechnik
 apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Renken

Braunschweig, 10.März 2008

Auswahl geeigneter Asphalte und Bindemittel für
optimierte Oberbaukonstruktionen

DACH – Initialprojekt

Teilbericht Deutschland

Prof. Dr.-Ing. Peter Renken
Dipl.-Inform. Stephan Büchler
Dipl.-Ing. Jens Grönniger

März 2008

Inhaltsverzeichnis

-	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	51
-	KURZFASSUNG, RÉSUMÉ, ABSTRACT	53
1	EINLEITUNG	57
	1.1 Problemstellung	57
	1.2 Ziele des Projektes	57
	1.3 Methodik	58
2	STAND DER NORMUNG IN DEUTSCHLAND	59
	2.1 Allgemeines	59
	2.2 Quantifizierung und Bewertung der massgeblichen Schwerverkehrsbelastung	62
	2.2.1 Methode 1	63
	2.2.2 Methode 2	64
	2.3 Zuordnung zu Bauklassen	68
3	SCHICHTAUFBAU HOCH BELASTETER STRASSEN	69
	3.1 Asphaltmischgut	70
	3.1.1 Abkürzungen und Symbole	70
	3.1.2 Asphaltmischgut für besondere Beanspruchungen	71
	3.2 Anforderungen an Gesteine	71
	3.3 Anforderungen an Bitumen	77
	3.3.1 Anforderungen an Strassenbaubitumen	77
	3.3.2 Anforderungen an Polymermodifizierte Bitumen	78
	3.3.3 Anforderungen an Hartbitumen	81
	3.4 Verwendung von Asphaltgranulat	81
	3.5 Anforderungen an das Asphaltmischgut	82
	3.5.1 Anforderungen an Asphaltbeton (AC T, AC B und AC D)	85
	3.5.2 Anforderungen an Splittmastixasphalt	88
	3.5.3 Anforderungen an Offenporigen Asphalt	89
	3.5.4 Anforderungen an Gussasphalt	89
	3.6 Anforderungen an ungebundene Tragschichten	91
	3.6.1 Frostschutzschichten	91
	3.6.2 Kies- und Schottertragschichten	91

3.7	Allgemeine Anforderungen an bitumengebundene Schichten	92
3.7.1	Anforderungen an das zurückgewonnene Bindemittel	92
3.7.2	Toleranzen für den Bindemittelgehalt	93
3.7.3	Toleranzen für Füller, feine und grobe Gesteinskörnungen	93
3.7.4	Toleranzen für den Hohlraumgehalt	94
3.7.5	Toleranzen für die Stempel Eindringtiefe an Gussasphalt	94
3.7.6	Anforderungen an die Ebenheit	95
3.7.7	Anforderungen an die Griffigkeit	95
3.7.8	Anforderungen an die Einbaudicke und Einbaumenge	95
3.7.9	Anforderungen an den Verdichtungsgrad und Hohlraumgehalt	96
3.7.10	Anforderungen an die profilgerechte Lage	96
4	FORSCHUNGSPROJEKTE IN DEUTSCHLAND SEIT 2000	97
4.1	Verkehrsbelastung	97
4.2	Komponenten	97
4.2.1	Bindemittel	97
4.2.2	Gestein	100
4.2.3	Zusätze	101
4.3	Mischgut	101
4.4	Asphaltschichten	107
4.5	Oberflächeneigenschaften	107
5	FORSCHUNGSBEDARF AUF NATIONALER EBENE	109
6	VORSCHLÄGE FÜR SCHICHTENAUFBAUTEN HOCH BELASTETER STRASSEN	111
6.1	Konkrete Vorschläge für Folgeprojekte	112
6.2	Prüfverfahren	112

Abkürzungsverzeichnis

Geltende Regelwerke

RStO 01	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2001
TL Gestein-StB 04	Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Ausgabe 2004
TL PmB	Technische Lieferbedingungen für gebrauchsfertige polymermodifizierte Bitumen, Ausgabe 2001
TL SoB-StB 04	Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2004
ZTV SoB-StB 04	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2004
ZTV Asphalt-StB 01	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Asphalt, Ausgabe 2001, mit Einarbeitung der Änderungen und Ergänzungen bis 2005
ZTV T-StB 95/02	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau, Ausgabe 1995/ Fassung 2002
M OPA	Merkblatt für den Bau offenerporiger Asphaltdeckschichten, Ausgabe 1998

Zukünftige Regelwerke

TP Asphalt-StB 07	Technische Prüfvorschriften für Asphalt, Umsetzungsdokumente DIN EN 12697, Teile 0 bis 45, nicht komplett umgesetzt
TL Asphalt-StB 07	Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen, Ausgabe 2007
ZTV Asphalt-StB 07	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, Ausgabe 2007
TL Bitumen-StB 07	Technische Lieferbedingungen für Straßenbaubitumen und gebrauchsfertige polymermodifizierte Bitumen, Ausgabe 2007
TL BE-StB 07	Technische Lieferbedingungen für Bitumenemulsionen, Ausgabe 2007
ZTV BEA-StB 08	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen – Asphaltbauweisen, Ausgabe 2008

Entwicklung optimaler Mischgutzerepturen und Auswahl dafür geeigneter bitumenhaltiger Bindemittel – Stand der Technik (D-A-CH I)

Kurzfassung

Prof. Dr.-Ing. Peter Renken
Dipl.-Inform. Stephan Büchler
Dipl.-Ing. Jens Grönniger

Mit der Umsetzung der Europäischen Normen im Jahr 2008 können die Länder Deutschland (D), Österreich (A) und die Schweiz (CH) für die Asphaltbauweisen erstmals eine einheitliche Beschreibung der einzusetzenden Rohstoffe, des resultierenden Asphaltmischgutes und der anzuwendenden Prüfverfahren vornehmen. Damit ist die Möglichkeit gegeben, Bemessung, Prüfverfahren und Anforderungen an Asphalte für den Schwerverkehr vergleichend gegenüber zu stellen. Neben der Quantifizierung der maßgebenden Schwerverkehrsbelastungen soll der aktuelle bzw. ab 2008 geplante Stand der Umsetzung der europäischen Asphaltnormen dargelegt werden. Es werden die nationalen Kenngrößen für Gesteinskörnungen, Bitumen und Asphaltmischgut und die Anforderungen an die fertige Schicht bzw. Oberfläche zusammengeführt. Weiterhin werden für diese Themen nach dem Jahr 2000 durchgeführte relevante Forschungsprojekte vorgestellt. Anhand der zusammengestellten Regelwerke der D-A-CH-Länder wird Forschungsbedarf zunächst für die nationale Ebene abgeleitet. Sodann werden Vorschläge für Schichtaufbauten hoch belasteter Straßen benannt, die im Rahmen eines international abgestimmten Folgeprojekts in situ eingebaut und beurteilt werden sollen.

Développement de formules optimales de produits mélangés et sélection de liants bitumineux adaptés à cette fin – État de l'art (D-A-CH I)

Résumé

Professeur Peter Renken, docteur en ingénierie
Stephan Büchler, informaticien
Jens Grönniger, ingénieur

Avec l'entrée en application des normes européennes en 2008, l'Allemagne (D), l'Autriche (A) et la Suisse (CH) ont pu pour la première fois décrire uniformément les matières premières à utiliser dans les revêtements en asphalte, le mélange asphalté qui en résulte et les procédures d'essai applicables. Il devient ainsi possible de comparer les paramétrages, les procédures d'essai et les exigences posées à l'asphalte destiné au trafic poids lourds. Ne faisant pas que quantifier les contraintes déterminantes dues au trafic poids lourds, ce document décrit également le stade actuel et celui planifié (à partir de 2008) de l'application des normes européennes sur l'asphalte. Il rassemble les paramètres nationaux afférents aux granulométries des graviers, au bitume et aux mélanges asphaltés, ainsi que les exigences visant la couche ou surface finie. Il présente par ailleurs les projets de recherche pertinents réalisés sur ce thème depuis l'an 2000. A partir des règlements compilés provenant de ces trois pays, le document dérive les besoins de recherche requis, dans un premier temps, au niveau national. Il émet ensuite des préconisations quant aux stratifications des routes empruntées par un intense trafic poids lourds, stratifications qu'il est prévu d'incorporer et d'évaluer sur place dans le cadre d'un projet subséquent concerté à l'international.

The development of optimum mix designs and the selection of suitable bituminous binders – the state of the art (D-A-CH I)

Abstract

Prof. Dr.-Ing. Peter Renken
Dipl.-Inform. Stephan Büchler
Dipl.-Ing. Jens Grönniger

With the implementation of European standards in 2008, Germany (D), Austria (A), and Switzerland (CH) were for the first time in a position to come up with a uniform description of the raw materials to be used in asphalt pavements, the resulting asphalt mixture, and the applicable test procedures. This means that it is now possible to compare asphalt designs, test procedures, and asphalt specifications for heavy vehicle traffic. This paper not only quantifies decisive heavy vehicle traffic loads, it also outlines the current and planned status (from 2008 onwards) of European asphalt standard implementation. It brings together the national parameters for mineral aggregates, bitumen, and asphalt mixtures, as well as specifications relating to the finished layer or surface. Moreover, this paper describes relevant research projects relating to these themes that have been completed since the year 2000. On the basis of the relevant regulations from all three countries, the paper highlights research needs at national level. It also outlines proposals for layer structures on roads characterised by heavy traffic loads, which will be built and assessed on site as part of an international follow-up project.

1 Einleitung

Die Länder Deutschland (D), Österreich (A) und die Schweiz (CH) beschäftigen sich intensiv mit der Entwicklung von Straßenbefestigungen aus Asphalt, die unter hohen Verkehrsbelastungen über einen möglichst langen Zeitraum gute Gebrauchseigenschaften aufweisen.

In diesen drei Ländern unterscheiden sich sowohl die Definitionen von „hohen Verkehrsbelastungen“ als auch die Vorgehensweisen zur Umsetzung in eine Straßenbefestigung aus Asphalt sowie die Zusammensetzungen des resultierenden Asphalts.

Mit der Einführung der Europäischen Normen bietet sich die Gelegenheit eine länderübergreifende Kooperation bezüglich dieser Unterschiede zu initialisieren. Mit dem DACH-Initialprojekt soll ein erster Schritt in diese Richtung getätigt werden.

1.1 Problemstellung

Die Umstellung der Normung im Jahre 2008/2009 bedeutet für die drei beteiligten Länder Deutschland, Österreich und Schweiz erstmals eine einheitliche Beschreibung der Rohstoffe, des resultierenden Asphaltmischgutes und aller daran stattfindenden Prüfverfahren. Trotz dieses Prozesses der Vereinheitlichung bestand bislang kein nennenswerter Austausch an Erfahrungen zwischen den drei Ländern. Ein Wissenstransfer kann helfen Erfahrungen auszutauschen, Fehler der deutschsprachigen Partnerländer nicht zu wiederholen, Forschungsaktivitäten zu bündeln und Bauweisen zu optimieren.

1.2 Ziele des Projekts

Für eine effiziente Umsetzung der Europäischen Normen in die deutschen Regelwerke – insbesondere in die der 2. Normengeneration, deren Asphaltspezifikation fundamental geprägt sein wird – sollen vorhandene Erfahrungen der beiden Länder Österreich und Schweiz mit deren umzusetzenden Regelwerken aufgenommen und angewandt werden. Ziel dieses Erfahrungsaustausches soll es sein:

- Den Stand der jeweiligen nationalen Normenwerke zu erfassen bezüglich:
 - der Definition hoch belasteter Straßen,
 - der Kenngrößen der Rohstoffe Gestein und Bitumen,
 - der Kenngrößen und Anforderungen an das Asphaltmischgut und
 - der Kenngrößen und Anforderungen an fertige Straßenbefestigungen und Oberflächeneigenschaften
- Etwaige Defizite in der Normung festzustellen und zu beheben
- Wissenslücken aufzuzeigen und zu schließen
- Auf Forschungsebene die Zusammenarbeit zwischen den Ländern zu verstärken
- Vorschläge für gemeinsame Oberbaukonstruktionen in Asphaltbauweisen für geplante Folgeprojekte auszuarbeiten.

1.3 Methodik

Zunächst werden drei länderspezifische Teilberichte verfasst, die sich mit den Grundlagen der jeweiligen nationalen Regelwerke und dem Stand der Umsetzung der Europäischen Normung befassen. Alle drei Teilberichte sind in einem inhaltlich einheitlichen Aufbau verfasst. Anschließend wird anhand dieser Teilberichte ein Synthesebericht verfasst, der die wesentlichen Inhalte vergleichend gegenüberstellt. Daraus werden abschließend konkrete Vorschläge für Folgeprojekte ausgearbeitet.

Der vorliegende Teilbericht, wie auch die Teilberichte Österreichs und der Schweiz, umfasst die folgenden Themenbereiche:

- Stand der Umsetzung der Europäischen Normen in Deutschland
- Quantifizierung und Bewertung der maßgebenden Schwerverkehrsbelastung
- Beschreibung der nationalen Kenngrößen für Gestein, Bitumen und Asphaltmischgut
- Relevante Forschungsprojekte seit 2000 in Deutschland
- Forschungsbedarf auf nationaler Ebene
- Vorschläge für Schichtaufbauten hoch belasteter Straßen
- Konkrete Vorschläge für Folgeprojekte

2 Stand der Normung in Deutschland

2.1 Allgemeines

Durch das Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN) wurden die Europäischen Normen (EN) größtenteils übernommen und liegen in einer deutschsprachigen Fassung vor. Die entsprechenden Normen tragen die Bezeichnung DIN EN vor der entsprechenden (europäischen) Nummer, z.B. EN 1426 ⇒ DIN EN 1426.

Die Anforderungen an Asphalt (EN 13108), Gestein (EN 13043) und Bitumen (EN 12591, EN 14023 oder EN 13924) werden durch entsprechende nationale Regelwerke umgesetzt. In diesen Regelwerken werden die national relevanten Anforderungen zusammengestellt.

In Deutschland wurden bereits die Anforderungen an Gesteine über die TL Gestein-StB 04 EN-konform umgestellt.

Die Anforderungen an Straßenbaubitumen und Polymermodifizierte Bitumen wurden im aktuellen Regelwerk (DIN EN 12591 und TL PmB) bereits an die Europäischen Normen angepasst.

Die Umsetzung der Anforderungen an das Asphaltmischgut bzw. fertige Produkt werden 2009 in den TL Bitumen-StB 07, TL BE-StB 07, TL Asphalt-StB 07 und ZTV Asphalt-StB 07 beendet sein.

Die zurzeit bestehenden Vorschriften für Anforderungen an das Asphaltmischgut - ZTV Asphalt-StB, ZTV T-StB und M OPA - werden zur TL Asphalt-StB 07 und ZTV Asphalt-StB 07 zusammengefasst. Die Asphaltprüfvorschriften der DIN EN 12697 werden als TP Asphalt-StB 07 umgesetzt.

In Abbildung 2.1 sind die wesentlichen aktuellen und in Abbildung 2.2 die ab 2009 geltenden Regelwerke für hoch belastete Straßen in Deutschland dargestellt.

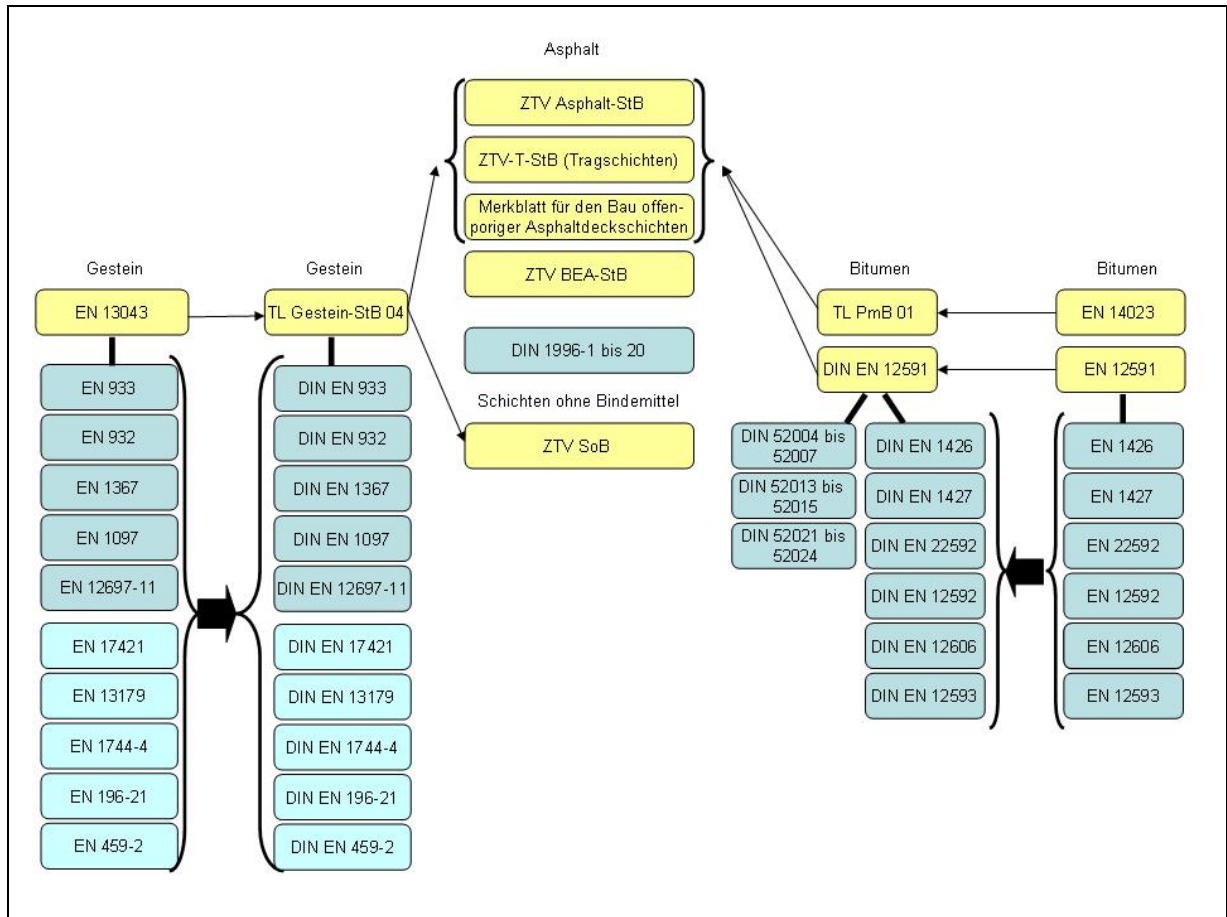
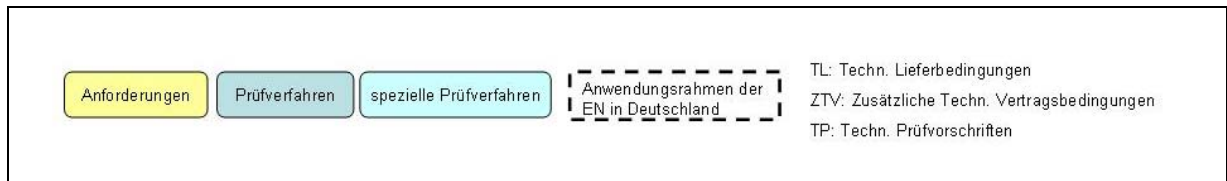


Abbildung 2.1: Aktuelle Regelwerke im Straßenbau in Deutschland

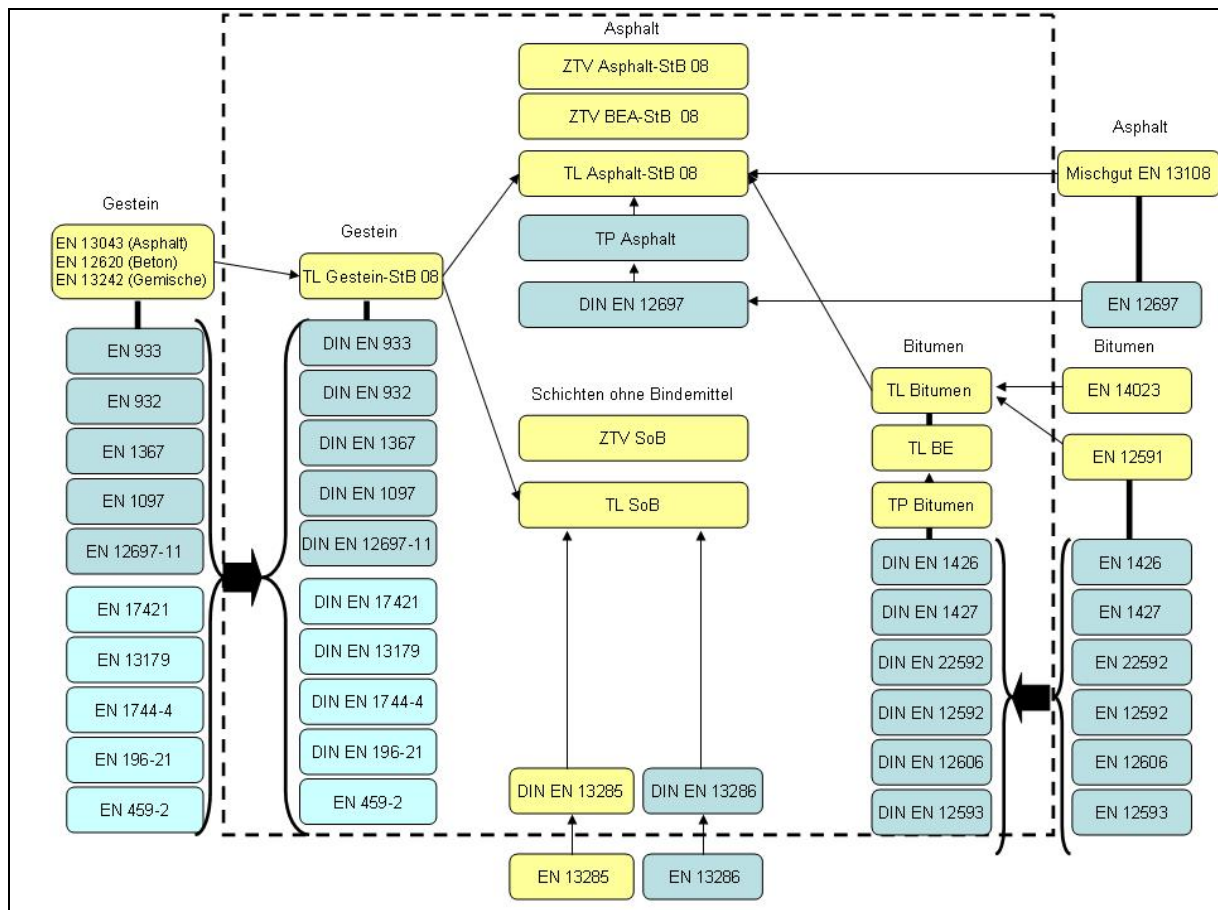


Abbildung 2.2: Ab 2009 geltende Regelwerke im Straßenbau in Deutschland

Die aktuellen Entwürfe der

- TL Asphalt-StB 07,
- ZTV Asphalt-StB 07,
- TP Asphalt-StB 07,
- TL Bitumen-StB 07,
- TL BE-StB 07 (das BE steht für Bitumenemulsion)
- ZTV BEA-StB 08 (BEA = Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen - Asphaltbauweisen)

mit dem Bearbeitungsstand März 2008 befinden sich überwiegend in der redaktionellen Schlussphase.

Die sich hieraus ergebenden Änderungswünsche werden geprüft und in die Regelwerke eingearbeitet, so dass die Regelwerke noch im Jahre 2008 veröffentlicht werden können und in der Bausaison 2009 greifen werden.

Die TL Asphalt-StB 07 enthalten die Anforderungen für das zu liefernde Asphaltmischgut, die ZTV Asphalt-StB 07 enthalten die Angaben an die eingebaute Leistung. Deutschland hat sich dabei für das empirische Spezifikationssystem entschieden, um auch die langjährigen Erfahrungen mit den „alten“ Regelwerken nutzen zu können. Deutschland wird aber bei der nächsten Normengeneration auf die fundamentale Spezifikation umschwenken. Die Vorbereitungen hierzu laufen bereits in den Gremien der FGSV.

Die in den folgenden Abschnitten dargestellten Anforderungen an das Asphaltmischgut und an die fertige Leistung stellen also im Wesentlichen die deutsche Situation dar, wie sie ab 2009 gelten wird.

2.2 Quantifizierung und Bewertung der maßgeblichen Schwerverkehrsbelastung

Die RStO 01 unterscheiden für Fahrbahnen und sonstige Verkehrsflächen, ausgenommen Rad- und Gehwege, die Bauklassen SV und I bis VI. Bei Fahrbahnen ist in der Regel die bemessungsrelevante Beanspruchung B für die Zuordnung zu einer Bauklasse zugrunde zu legen.

Die bemessungsrelevante Beanspruchung B kann auf der Grundlage des durchschnittlichen täglichen Verkehrs (Schwerverkehr) $DTV^{(sv)}$ unter Zuhilfenahme von straßenklassenspezifischen Lastkollektivquotienten oder anhand detaillierter Achslastverteilungen ermittelt werden. Sie wird berechnet für den Fahrstreifen mit der höchsten Verkehrsbelastung durch Schwerverkehr unter Berücksichtigung der

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

Der Nutzungszeitraum ist in der Regel mit 30 Jahren anzunehmen.

Bei der Ermittlung der bemessungsrelevanten Beanspruchung B (gewichtete äquivalente 10-t-Achsübergänge) werden zwei Methoden unterschieden:

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

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

Für lange Zeiträume und unterschiedliche Rahmenbedingungen sollten sich dieselben Zahlenwerte für B ergeben.

2.2.1 Methode 1

Bestimmung der bemessungsrelevanten Beanspruchung B aus DTV^(SV) - Werten

Methode 1.1 Bestimmung von B bei variablen Faktoren

Stehen für jedes Nutzfahrerjahr die bemessungsrelevanten geometrischen Straßendaten und Verkehrsdaten zur Verfügung, wird die bemessungsrelevante Beanspruchung B wie folgt ermittelt:

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

mit $DTA_{i-1}^{(SV)} = DTV_{i-1}^{(SV)} \cdot f_{A_{i-1}}$ (2)

Darin bedeuten:

B	Äquivalente 10-t-Achsübergänge im zugrunde gelegten Nutzungszeitraum
N	Anzahl der Jahre des zugrunde gelegten Nutzungszeitraumes; in der Regel 30 Jahre
q_{Bm}	Einer bestimmten Straßenklasse zugeordneter mittlerer Lastkollektivquotient (siehe Tabelle 2.2), der die straßenklassenspezifische mittlere Beanspruchung der jeweiligen tatsächlichen Achsübergänge ausdrückt (Quotient aus der Summe der äquivalenten 10-t-Achsübergänge und der Summe der tatsächlichen Achsübergänge des Schwerverkehrs (SV) für einen festgelegten Zeitraum in einem Fahrstreifen).
f_3	Steigungsfaktor (siehe Tabelle 2.5)
$DTV_{i-1}^{(SV)}$	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr i-1 [Fz/24h]
$DTA_{i-1}^{(SV)}$	Durchschnittliche Anzahl der täglichen Achsübergänge (Aü) des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr i-1 [Aü/24h]
$f_{A_{i-1}}$	Durchschnittliche Achszahl pro Fahrzeug des Schwerverkehrs (Achszahlfaktor) im Nutzungsjahr i-1 [A/Fz] (siehe Tabelle 2.1)
f_{1i}	Fahrstreifenfaktor im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle 2.3)
f_{2i}	Fahrstreifenbreitenfaktor im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle 2.4)
p_i	Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle 2.6).

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

Methode 1.2 Bestimmung von B bei konstanten Faktoren

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

$$B = N \cdot DTA^{(sv)} \cdot q_{BM} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_z \cdot 365 \quad (3)$$

mit $DTA^{(sv)} = DTV^{(sv)} \cdot f_A \quad (4)$

Wird im 1. Jahr des jeweiligen Betrachtungszeitraumes keine Zunahme des Schwerverkehrs angesetzt ($p_1 = 0$), so gilt mit $p > 0$ in den Folgejahren:

$$f_z = \frac{(1+p)^N - 1}{p \cdot N} \quad (5)$$

Ist auch im 1. Jahr des Betrachtungszeitraumes eine Zunahme des Schwerverkehrs zu berücksichtigen, dann gilt:

$$f_z = \frac{(1+p)^N - 1}{p \cdot N} \cdot (1+p) \quad (6)$$

Darin bedeuten:

- p Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs (siehe Tabelle 2.6)
- f_z Mittlerer jährlicher Zuwachsfaktor des Schwerverkehrs (siehe Tabelle 2.7)

2.2.2 Methode 2

Bestimmung der bemessungsrelevanten Beanspruchung B anhand von Achslastdaten

Methode 2.1 Bestimmung von B bei variablen Faktoren

Stehen Achslasten aus Achslastwägungen zur Verfügung, so kann die bemessungsrelevante Beanspruchung B wie folgt ermittelt werden:

$$B = 365 \cdot f_3 \cdot \sum_{i=1}^N \left[EDTA_{i-1}^{(sv)} \cdot f_{1i} \cdot f_{2i} \cdot (1+p_i) \right] \quad (7)$$

mit $EDTA_{i-1}^{(sv)} = \sum_k \left[DTA_{(i-1)k}^{(sv)} \cdot \left(\frac{L_k}{L_0} \right)^4 \right] \quad (8)$

B	Äquivalente 10-t-Achsübergänge im zugrunde gelegten Nutzungszeitraum
N	Anzahl der Jahre des zugrunde gelegten Nutzungszeitraumes; in der Regel 30 Jahre
f_3	Steigungsfaktor (siehe Tabelle 2.5)
$EDTA_{i-1}^{(SV)}$	Durchschnittliche Anzahl der täglichen äquivalenten Achsübergänge des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr i-1
$DTA_{i-1}^{(SV)}$	Durchschnittliche Anzahl der täglichen Achsübergänge (Aü) des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr i-1 [Aü/24h]
k	Lastklasse, als Gruppe von Einzelachslasten definiert
L_k	Mittlere Achslast in der Lastklasse k
L_0	Bezugsachslast: 10t
f_{1i}	Fahrstreifenfaktor im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle 2.3)
f_{2i}	Fahrstreifenbreitenfaktor im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle 2.4)
p_i	Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs im Nutzungsjahr i (siehe Tabelle 2.6). Für das erste Jahr wird $p_i = 0$ angesetzt.

Methode 2.2 Bestimmung von B bei konstanten Faktoren

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

$$B = N \cdot \text{EDTA}^{(\text{sv})} \cdot q_{\text{BM}} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_z \cdot 365 \quad (9)$$

Wird im 1. Jahr des jeweiligen Betrachtungszeitraumes keine Zunahme de Schwerverkehrs angesetzt ($p_i = 0$), so gilt mit $p > 0$ in den Folgejahren:

$$f_z = \frac{(1+p)^N - 1}{p \cdot N} \quad (10)$$

Ist auch im 1. Jahr des Betrachtungszeitraumes eine Zunahme des Schwerverkehrs zu berücksichtigen, dann gilt:

$$f_z = \frac{(1+p)^N - 1}{p \cdot N} \cdot (1+p) \quad (11)$$

Darin bedeutet:

- p Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs (siehe Tabelle 2.6)
- f_z Mittlerer jährlicher Zuwachsfaktor des Schwerverkehrs (siehe Tabelle 2.7)

Zeile	Straßenklasse	Faktor f_A
1	Bundesautobahnen	4,2
2	Bundesstraßen	3,7
3	Landes- und Kreisstraßen	3,1

Tabelle 2.1: Achszahlfaktor f_A

Zeile	Straßenklasse	Quotient q_{BM}
1	Bundesautobahnen	0,26
2	Bundesstraßen	0,20
3	Landes- und Kreisstraßen	0,18

Tabelle 2.2: Lastkollektivquotient q_{BM}

Zeile	Zahl der Fahrstreifen, die durch den DTV ^(SV) erfasst sind	Faktor f_1 bei Erfassung des DTV ^(SV)	
		in beiden Fahr- richtungen	für jede Fahr- richtung getrennt
1	1	–	1,00
2	2	0,50	0,90
3	3	0,50	0,80
4	4	0,45	0,80
5	5	0,45	0,80
6	6 und mehr	0,40	0,80

Tabelle 2.3: Fahrstreifenfaktor f_1

Zeile	Fahrstreifenbreite [m]	Faktor f_2
1	unter 2,50	2,00
2	2,50 bis unter 2,75	1,80
3	2,75 bis unter 3,25	1,40
4	3,25 bis unter 3,75	1,10
5	3,75 und mehr	1,00

Tabelle 2.4: Fahrstreifenbreitenfaktor f_2

Zeile	Höchstlängsneigung [%]	Faktor f_3
1	unter 2	1,00
2	2 bis unter 4	1,02
3	4 bis unter 5	1,05
4	5 bis unter 6	1,09
5	6 bis unter 7	1,14
6	7 bis unter 8	1,20
7	8 bis unter 9	1,27
8	9 bis unter 10	1,35
9	10 und mehr	1,45

Tabelle 2.5: Steigungsfaktor f_3

Zeile	Straßenklasse	p
1	Bundesautobahnen	0,03
2	Bundesstraßen	0,02
3	Landes- und Kreisstraßen	0,01

Tabelle 2.6: Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs p

Im 1. Jahr des Betrachtungszeitraumes $p_1 = 0$:

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

Im 1. Jahr des Betrachtungszeitraumes $p_1 > 0$:

N	Mittlere jährliche Zunahme des Schwerverkehrs p		
	0,01	0,02	0,03
5	1,030	1,062	1,094
10	1,057	1,117	1,181
15	1,084	1,176	1,277
20	1,112	1,239	1,384
25	1,141	1,307	1,502
30	1,171	1,379	1,633

Tabelle 2.7: Mittlerer jährlicher Zuwachsfaktor des Schwerverkehrs f_z

2.3 Zuordnung zu Bauklassen

Bei Fahrbahnen ist in der Regel die bemessungsrelevante Beanspruchung B für die Zuordnung zu einer Bauklasse gemäß Tabelle 2.9 (RStO 01) zugrunde zu legen.

Zeile	Bemessungsrelevante Beanspruchung B Äquivalente 10-t-Achsübergänge in Mio.				Bau- klasse
1	über	32			SV
2	über	10	bis	32	I
3	über	3	bis	10	II
4	über	0,8	bis	3	III
5	über	0,3	bis	0,8	IV
6	über	0,1	bis	0,3	V
7			bis	0,1	VI

Tabelle 2.8: Ermittlung der Bauklasse durch die bemessungsrelevante Beanspruchung B

Der Schichtaufbau gliedert sich prinzipiell in die Schichten (von oben nach unten):

- Asphaltdeckschicht
- Asphaltbinderschicht
- Asphalttragschicht
- Hydraulisch gebundene Tragschicht / Verfestigung / Schotter- oder Kiestragschicht / (Schicht kann auch entfallen)
- Frostschutzschicht / frostunempfindliches Material

3.1 Asphaltmischgut

3.1.1 Abkürzungen und Symbole

Gemäß TL Asphalt-StB 07 werden für die Asphaltmischgutarten und –sorten nachstehende Abkürzungen und Symbole verwendet.

Kennzeichnung der Asphaltmischgutart:

- AC für alle Asphaltbetone,
- SMA für Splittmastixasphalt,
- MA für Gussasphalt,
- PA für Offenporigen Asphalt.

Kennzeichnung der Asphaltmischgutsorte:

Die Asphaltmischgutsorte wird durch die obere Siebgröße in mm des im Asphaltmischgut enthaltenen Gesteinskörnungsgemisches gekennzeichnet.

Nationale Ergänzung für die Untergliederung der Asphaltmischgutart Asphaltbeton (AC):

- T Asphalttragschichtmischgut,
- B Asphaltbinder,
- D Asphaltbeton für Asphaltdeckschichten,
- TD Asphalttragdeckschichtmischgut.

Nationale Ergänzung für die Beanspruchung:

- L leichte,
- N normale,
- S besondere.

Beispiele:

- AC 32 T S: Asphaltbeton für Asphalttragschichten mit einer oberen Siebgröße von 32 mm zur Verwendung für Verkehrsflächen mit besonderer Beanspruchung
- AC 11 D N: Asphaltbeton für Asphaltdeckschichten mit einer oberen Siebgröße von 11 mm zur Verwendung für Verkehrsflächen mit normaler Beanspruchung
- MA 8 S: Gussasphalt mit einer oberen Siebgröße von 8 mm zur Verwendung für Verkehrsflächen mit besonderer Beanspruchung

3.1.2 Asphaltmischgut für besondere Beanspruchungen

Nach deutscher Terminologie werden die Asphaltmischgüter für hochbelastete Straßen der Bauklasse SV mit dem Kürzel „S“ versehen.

Gemäß ZTV Asphalt-StB 07 kommen für die hochbelasteten Straßen der Klassen SV die folgenden Asphaltarten/ -sorten in Frage:

- Asphalttragschicht:	AC 22 TS oder	AC 32 TS
- Asphaltbinderschicht:	AC 16 BS oder	AC 22 BS
- Asphaltdeckschicht:		
Splittmastixasphalt	SMA 8 S oder	SMA 11 S
Gussasphalt	MA 11 S oder	MA 8 S oder MA 5 S
Offenporiger Asphalt	PA 11 oder	PA 8

T = Tragschicht

B = Binderschicht

S = für besondere Beanspruchungen

3.2 Anforderungen an Gesteine

Die Normen EN 933 und EN 1097 wurden bereits im Jahre 2004 mit der TL Gestein-StB 04 in das nationale Regelwerk umgesetzt. Die folgende Tabellen 3.2 bis 3.3 geben Auskunft über die relevanten Teile dieser Normen.

EN	Bezeichnung	deutsche Fassung	Relevanz ?
1367	Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen		
1367-1	Bestimmung des Widerstandes gegen Frost-Tau-Wechsel	1999 / (2006)	ja
1367-2	Magnesiumsulfat-Verfahren	1998	ja
1367-3	Kochversuch für Sonnenbrand-Basalt	2001	ja
1367-4	Bestimmung der Trockenschwindung	1998	
1367-5	Bestimmung des Widerstandes gegen Hitzebeanspruchung	2002	ja
prEN 1367-6	Beständigkeit gegen Frost-Tau-Wechsel in der Gegenwart von Salz	2006	

Tabelle 3.3: Europäische Normen und deutsche Umsetzung im Bereich der Gesteinskörnungen, EN 1367

EN	Bezeichnung	deutsche Fassung	Relevanz ?
933	Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen		
933-1	Bestimmung der Korngrößenverteilung - Siebverfahren	1997 / 2005	ja
933-2	Bestimmung der Korngrößenverteilung; Analysensiebe, Nennmaße der Sieböffnungen	1995	ja
933-3	Bestimmung der Kornform; Plattigkeitskennzahl	1997 / 2003	ja, oder –4
933-4	Bestimmung der Kornform; Kornformkennzahl	1999	ja, oder –3
933-5	Bestimmung des Anteils an gebrochenen Körnern in groben Gesteinskörnungen	1998 / 2004	ja
933-6	Fließkoeffizient von Gesteinskörnungen	2001 / 2002	ja
933-7	Bestimmung des Muschelschalengehaltes; Prozentsatz von Muschelschalen in groben Gesteinskörnungen	1998	ja
933-8	Beurteilung von Feinanteilen - Sandäquivalent-Verfahren	1999	ja
933-9	Beurteilung von Feinanteilen; Methylenblau-Verfahren	1998	ja
933-10	Beurteilung von Feinanteilen; Kornverteilung von Füller (Luftstrahlsiebung)	2001	ja
933-11	Prüfung zur Einteilung der Bestandteile von rezyklierter grober Gesteinskörnung	2004	
1097	Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen		
1097-1	Bestimmung des Widerstandes gegen Verschleiß (Micro-Deval)	1996 / 2003	bedingt
1097-2	Verfahren zur Bestimmung des Widerstandes gegen Zertrümmerung	1998 / 2006	ja
1097-3	Bestimmung von Schüttdichte und Hohlraumgehalt	1998	bedingt
1097-4	Bestimmung des Hohlraumgehaltes an trocken verdichtetem Füller	1999	ja
1097-5	Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung	1999	ja
1097-6	Bestimmung der Rohdichte und der Wasseraufnahme	2000 / 2002 / 2005	ja
1097-7	Bestimmung der Dichte von Füller; Pyknometer-Verfahren	1999	ja
1097-8	Bestimmung des Polierwertes	1999	ja
1097-9	Bestimmung des Widerstandes gegen Verschleiß durch Spikereifen - Nordische Prüfung	1998 / 2005	bedingt
1097-10	Bestimmung der Wassersaughöhe	2002	

Tabelle 3.3: Europäische Normen und deutsche Umsetzung im Bereich der Gesteinskörnungen, EN 933 und EN 1097

Gemäß TL Gestein-StB 04 gelten die folgenden zusätzlichen Anforderungen:

- Die stoffliche Kennzeichnung der gesteinskundlichen Merkmale erfolgt nach DIN EN 932-3.
- Bei Korngrößen >32 mm ist der Widerstand gegen Zertrümmerung nach DIN EN 1097-2 zu prüfen.
- Nur bedingt ist die Affinität zwischen groben Gesteinskörnungen und Bitumen gemäß DIN EN 12697-11 anzugeben.
- Der Gehalt an groben organischen Verunreinigungen ist gemäß DIN EN 1744-1 anzugeben.
- Für HOS oder andere Schlacken und Rückstände muss die Analyse gemäß DIN EN 1744: „Prüfverfahren für chemische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 1: Chemische Analyse“ durchgeführt werden
- Für Gießereirestsand wird die Raumbeständigkeit nach DIN 1996-9 gefordert.
- Für Füller gilt zusätzlich:
 - Erweichungspunkt-Erhöhung „Delta-Ring und Kugel“ nach DIN EN 13179-1.
 - Wasserempfindlichkeit: DIN EN 1744-4
 - Calciumcarbonatgehalt: DIN EN 196-21
 - Calciumhydroxidgehalt: DIN EN 459-2

Die konkreten Anforderungen/Kategorien gemäß TL Gestein-StB 04, Anhang F (Anwendungsbereich Asphalt) sind hier nicht aufgeführt.

An die Gesteinskörnungen zur Herstellung von Asphalt werden gemäß TL Asphalt-StB 07 die folgenden Anforderungen gestellt, wobei das Tragdeckschichtmischgut (AC TD) und das Abstreumaterial für die sogenannte „S“-Variante nicht relevant sind.

TL Gestein-StB 04, Abschnitts-Nr.	Anwendung für Eigenschaft	AC T	AC TD	AC B	AC D, SMA, MA	PA	Abstreumaterial
2.1.1	Stoffliche Kennzeichnung	ist anzugeben					
2.1.2	Rohdichte	ist anzugeben					
2.2	Grobe und feine Gesteinskörnungen						
2.2.2	Korngrößenverteilung (KGV)						
	Korngruppen/Lieferkörnungen gemäß Tabelle 2 der TL Gestein-StB 04	G_{F85} (Zeile 2); G_{A85} $G_{C90/20}$ $G_{C85/20}$ (Zeilen 24 und 25)	G_{F85} (Zeile 2) $G_{C90/10}$ (Zeile 3); $G_{C90/15}$ (Zeilen 4 bis 7)				G_{F85} (Zeile 2), $G_{C90/10}$ (Zeile 3) für Lieferkörnungen 1/3, 2/3 und 3/4 gelten: $G_{C90/10}$
	zusammengefasste Korngruppen gemäß Tabelle 3 der TL Gestein-StB 04	$G_{C90/15}$ G_{2015} ; $G_{2017,5}$	–				
	Toleranz für KGV gemäß Tab. 4 der TL Gestein-StB 04	G_{TcNR}					
2.2.3	Gehalt an Feinanteilen gemäß Tabelle 5 der TL Gestein-StB 04	für 0/2 und 0/5: f_{16} 2/5 bis 8/11: f_2 für 8/16 und größer: f_1	für 0/2: f_{16} für 2/5 bis 8/11: f_2 für 11/16 und 16/22: f_1				für 0/2: f_4 für 1/3, 2/3, 3/4 und 2/5: $f_{0,5}, f_1$
2.2.4	Qualität der Feinanteile gemäß Tabelle 6 der TL Gestein-StB 04	Zeile 1					
2.2.5	Kornform von groben Gesteinskörnungen	SI_{50} (FI_{50})	SI_{20} (FI_{20})		SI_{15} (FI_{15})		SI_{20} (FI_{20})
2.2.6	Anteil gebrochener Kornoberflächen	C_{NR} ; $C_{50/30}$; C_{901}	C_{901} ; C_{1000}		C_{1000}		C_{901} ; C_{1000}
2.2.7	Fließkoeffizient der Korngruppe 0/2	E_{CS} angegeben					
2.2.9	Widerstand gegen Zertrümmerung	Anhang A der TL Gestein-StB 04	SZ_{18} (LA_{20}); SZ_{22} (LA_{25}); SZ_{26} (LA_{30})		SZ_{18} (LA_{20})		SZ_{18} (LA_{20})
2.2.10	Widerstand gegen Polieren	PSV_{NR} $PSV_{angegeben}$: PSV_{44}	PSV_{NR} $PSV_{angegeben}$ (48) PSV_{44}		PSV_{NR} : PSV_{44} ; $PSV_{angegeben}$ (48) $PSV_{angegeben}$ (51)	$PSV_{angegeben}$ (54)	PSV_{44} , $PSV_{angegeben}$ (48) $PSV_{angegeben}$ (51)
2.2.14.1	Wasseraufnahme	$W_{cm} 0.5$					
2.2.14.2	Widerstand gegen Frost	F_4			F_1		
2.2.14.3	Widerstand gegen Frost-Tausalz-Beanspr.	–	Ab. ≤ 8 M.-% ^{d)}	–		Absplittierung ≤ 8 M.-% ^{d)}	

Tabelle 3.4-1: Eigenschaften und geforderte Kategorien von Gesteinskörnungen

TL Gestein- StB 04, Abschnitts- Nr.	Anwendung für		AC T	AC ID	AC B	AC D, SMA, MA	PA	Abstreumaterial
	Eigenschaft							
2.2.15	Widerstand gegen Hitzebeanspruchung					ist anzugeben		–
2.2.16	Affinität					ist anzugeben		–
2.2.17	"Sonnenbrand" von Basalt					SB_{SZ} (SB_{LA})		
2.2.18	Organische Verunreinigungen					$m_{LP0,10}$		
2.2.19.1	Dicalciumsilikat-Zerfall HOS o. GKOS		kein Zerfall			--		–
2.2.19.2	Eisenzerfall bei HOS oder GKOS		kein Zerfall			--		–
2.2.19.3	Raumbeständigkeit bei SWS					$V_{3,5}$		–
2.2.19.4	Raumbeständigkeit bei GRS		$Q \leq 1,3 \text{ Vol.-%}$			–		–
2.30	Füller							
2.3.1	Korngrößenverteilung Füller					Tabelle 26		
2.3.2	Schädliche Feinanteile					Wert ist anzugeben		
2.3.3	Wassergehalt					$\leq 1 \text{ M.-%}$		
2.3.4.1	Hohhraumgehalt (Ridgen)					$V_{28/45}, V_{44/55}$		
2.3.4.2	Erhöhung EP					$\Delta_{R\&B}/25 ; \Delta_{R\&B}25$		
2.3.5	Wasserlöslichkeit					WS_{10}		
2.3.6	Wasserempfindlichkeit					ist anzugeben		
2.3.7	Carbonatgehalt Kalksteinfüller					$CC_{70}, CC_{80}, CC_{90}$		
2.3.8	Calciumhydroxidgehalt					$Ka_{10}, Ka_{20}, Ka_{25}$		
2.4	Umweltrelevante Merkmale					siehe Abschnitt 2.4 und Anhang D der TL Gestein-StB 04		

^{e)} Verwendung bei regionaler Erfahrung, ^{d)} bei Klimazone III (RStO 01) $\leq 5 \text{ M.-%}$.

Tabelle 3.4-1: Eigenschaften und geforderte Kategorien von Gesteinskörnungen

Für die Verwendung von industriell hergestellten Gesteinskörnungen aus bautechnischer Sicht gilt die folgende Tabelle (TL Asphalt-StB 07, Tabelle 1):

Gesteinskörnungen	Asphalttrag- schichtmischgut	Asphaltbinder, Asphalttragdeckschichtmischgut, Asphalt für Asphaltdeckschichten
Stahlwerksschlacke (SWS)	Verwendung möglich	
Hochofenstück- schlacke (HOS)	Verwendung möglich	keine Verwendung
Hüttensand (HS)	nur als feine Gesteinskörnung	
Schlacke aus der Kupfererzeugung (CUS)	Verwendung möglich	
Schlackengranulat aus der Kupfererzeugung (CUG)	nur als feine Gesteinskörnung	
Gießereikupolofen- schlacke (GKOS)	Verwendung möglich	keine Verwendung
Gießereirestsand (GRS)	nur als feine Gesteinskörnung	keine Verwendung
Schmelzkammergranulat (SKG)	nur als feine Gesteinskörnung	
Steinkohlenflugasche (SFA)	nur als Füller	keine Verwendung

3.3 Anforderungen an Bitumen

Die Anforderungen an das Bitumen sind in den Technischen Lieferbedingungen der Straßenbaubitumen und gebrauchsfertige polymermodifizierte Bitumen für die Herstellung von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt im Heißeinbau (TL Bitumen-StB 07) festgeschrieben.

Die Technischen Lieferbedingungen stellen die nationale Umsetzung der für Deutschland relevanten Bindemittel der DIN EN 12591 „Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel; Anforderungen an Straßenbaubitumen“ und DIN EN 14023 „Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel; Rahmenwerk für die Spezifikation von gebrauchsfertigem polymermodifiziertem Bitumen“ dar.

3.3.1 Anforderungen an Straßenbaubitumen

Die Tabelle 3.5 enthält die an Straßenbaubitumen gestellten Anforderungen, die aus der TL Bitumen-StB 07 entnommen wurden.

Darüber hinaus enthält die Tabelle 3.6 Prüfverfahren, die zunächst zur Erfahrungssammlung angewendet werden sollen.

In diesen Tabellen bedeutet die Abkürzung NR immer No Requirement, das heißt, es werden keine Anforderungen an dieses Prüfmerkmal gestellt.

Eigenschaft	Dimension	Prüfverfahren	Bitumensorten				
			160/220	70/100	50/70	30/45	20/30
Penetration bei 25 °C	$1/10$ mm	DIN EN 1426	160-220	70-100	50-70	30-45	20-30
Erweichungspunkt RuK	°C	DIN EN 1427	35-43	43-51	46-54	52-60	55-63
Flammpunkt	°C	DIN EN 22592	>220	>230	>230	>240	>240
Löslichkeit	M.-%	DIN EN 12592	>99	>99	>99	>99	>99
Penetrationsindex		DIN EN 12591	NR	NR	NR	NR	NR
Kinematische Viskosität	mm ² /s	DIN EN 12595	NR	NR	NR	NR	NR
Dynamische Viskosität	Pa·s	DIN EN 12596	NR	NR	NR	NR	NR
Brechpunkt nach Fraaß	°C	DIN EN 12593	< -15	< -10	< -8	< -5	-
Beständigkeit gegen Verhärtung, T = 163 °C							
Masseänderung	%	DIN EN 12607-1	<1,0	<0,8	<0,5	<0,5	<0,5
verbleibende Penetration	%	DIN EN 1426	>37	>46	>50	>53	>55
Anstieg des EP RuK	°C	DIN EN 1427	<11	<9	<9	<8	<8
EP RuK	°C	DIN EN 1427	>37	>45	>48	>54	>57

Tabelle 3.5: Straßenbaubitumen - Prüfverfahren und Anforderungen

Zusätzlich werden zur Erfahrungssammlung die folgenden Prüfverfahren angewandt:

Bending Beam Rheometer	MPa	DIN EN 14771	IA	IA	IA	IA
Kraftduktilität	J	DIN EN 13598, 13703	IA	IA	IA	IA
DSR, f = 1,59 Hz, d = 0,06	Pa	DIN EN 14770	IA	IA	IA	IA

Tabelle 3.6: Straßenbaubitumen – Zusätzliche Prüfverfahren und Anforderungen

3.3.2 Anforderungen an Polymermodifizierte Bitumen

Da in den Kapiteln für die Anforderungen an die Asphaltmischgüter teilweise noch die alten Sortenbezeichnungen angegeben werden, sollen hier zusätzlich die bestehenden und neuen Bezeichnungen angegeben werden:

bisherige Sortenbezeichnung (TL PmB)	Sortenbezeichnung ab 2009 (TL Bitumen-StB 07)
PmB 25 A	10/40-65 A
PmB 25 C	10/40-65 C

PmB 45 A	25/55-55 A
PmB 45 c	25/55-55 C
PmB 65 A	45/80-50 A
PmB 65 C	45/80-50 C
PmB 130 A	120/200-40 A
PmB 40/100-65 H	40/100-65 A

Ab 2009 wird zwischen elastomer- und plastomermodifizierten Bitumen unterschieden. Die elastomermodifizierten Bitumen werden mit dem Zusatz „A“ und die plastomermodifizierten Bitumen mit dem Zusatz „C“ versehen. Die Verwendung von plastomermodifizierten Bitumen hat jedoch nur eine untergeordnete Bedeutung. Die Anforderungen an die beiden Bitumenarten folgen in den Tabellen 3.7 und 3.8. In die Tabelle 3.7 wurde das 120/200-40 A nicht übernommen, da es für Asphaltmischgut für die Bauklasse SV nicht relevant ist.

Eigenschaft	Dimension	Prüfverfahren	45/80-50 A	25/55-55 A	10/40-65 A	40/100-65 A
Penetration bei 25 °C	1/10 mm	DIN EN 1426	45-80	25-55	10-40	10-100
Erweichungspunkt RuK	°C	DIN EN 1427	≥ 50	≥ 55	≥ 65	≥ 65
Kraftduktilität	J / cm ²	DIN EN 13598 DIN EN 13703	≥ 2 5 °C	≥ 3 5 °C	≥ 2 10 °C	≥ 3 5 °C
Flammpunkt	°C	EN ISO 2592	≥ 235	≥ 235	≥ 235	≥ 235
Brechpunkt nach Fraaß	°C	DIN EN 12593	≤ -15	≤ -10	≤ -5	≤ -15
Elastische Rückstellung, T = 25 °C	%	DIN EN 13398	≥ 50	≥ 50	≥ 50	≥ 70
Elastische Rückstellung, T = 10 °C	%	DIN EN 13398	NR	NR	NR	NR
Plastizitätsbereich	°C	DIN EN 14023	NR	NR	NR	NR
Lagerbeständigkeit Differenz EP RuK	°C	DIN EN 13399, DIN EN 1427	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Lagerbeständigkeit Differenz Penetration	1/10 mm	DIN EN 13399, DIN EN 1426	NR	NR	NR	NR
Beständigkeit gegen Verhärtung, T = 163 °C						
Masseänderung	%		≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,3
verbleibende Penetration	%	DIN EN 1426	≥ 60	≥ 60	≥ 60	≥ 60
Anstieg des EP RuK	°C	DIN EN 1427	≤ 8	≤ 8	≤ 8	≤ 8
Abfall des EP RuK	°C	DIN EN 1427	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 5
Elastische Rückstellung, T = 25 °C	%	DIN EN 13398	≥ 50	≥ 50	≥ 50	≥ 50
Elastische Rückstellung, T = 10 °C	%	DIN EN 13398				
Zusätzliche Anforderungen						
Bending Beam Rheometer	MPa	DIN EN 14771	IA	IA	IA	IA
DSR, f = 1,59 Hz, d = 0,06	Pa °	DIN EN 14770	IA	IA	IA	IA

Tabelle 3.7: Kennzeichnung und Anforderungen an elastomermodifizierte Bitumen „A“

Eigenschaft	Dimensi on	Prüfverfahren	45/80-50 C	25/55-55 C	10/40-65 C
Penetration bei 25 °C	1/10 mm	DIN EN 1426	45-80	25-55	10-40
Erweichungspunkt RuK	°C	DIN EN 1427	≥ 50	≥ 55	≥ 65
Kraftduktilität	J / cm ²	DIN EN 13598 DIN EN 13703	IA	IA	IA
Flammpunkt	°C	EN ISO 2592	≥ 235	≥ 235	≥ 235
Brechpunkt nach Fraaß	°C	DIN EN 12593	≤ -15	≤ -10	≤ -5
Elast. Rückstellung, T = 25 °C	%	DIN EN 13398	NR	NR	NR
Elast. Rückstellung, T = 10 °C	%	DIN EN 13398	NR	NR	NR
Plastizitätsbereich	°C	DIN EN 14023	NR	NR	NR
Lagerbeständigkeit Differenz EP RuK	°C	DIN EN 13399, DIN EN 1427	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Lagerbeständigkeit Differenz Penetration	1/10 mm	DIN EN 13399, DIN EN 1426	NR	NR	NR
Beständigkeit gegen Verhärtung, T = 163 °C					
Masseänderung	%		≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
verbleibende Penetration	%	DIN EN 1426	≥ 60	≥ 60	≥ 60
Anstieg des EP RuK	°C	DIN EN 1427	≤ 8	≤ 8	≤ 8
Abfall des EP RuK	°C	DIN EN 1427	≤ 2	≤ 2	≤ 2
Elast. Rückstellung, T = 25 °C	%	DIN EN 13398	NR	NR	NR
Elast. Rückstellung, T = 10 °C	%	DIN EN 13398	NR	NR	NR
Zusätzliche Anforderungen					
Bending Beam Rheometer	MPa	DIN EN 14771	IA	IA	IA
DSR, f = 1,59 Hz, d = 0,06	Pa	DIN EN 14770	IA	IA	IA

Tabelle 3.8: Kennzeichnungen und Anforderungen an plastomermodifizierte Bitumen „C“

3.3.3 Anforderungen an Hartbitumen

Hartbitumen werden in Deutschland im Regelfall im Straßenbau nicht eingesetzt.

3.4 Verwendung von Asphaltgranulat

Asphaltgranulat kann für die Herstellung von Asphaltmischgut verwendet werden, wenn die in den Kapiteln 3.5.1 und 3.5.4 genannten Anforderungen an die Baustoffgemische eingehalten, die Voraussetzungen für die Eignung erfüllt und die maschinentechnischen Zugabemöglichkeiten des jeweiligen Asphaltmischwerks beachtet werden.

Für Splittmastixasphalte (SMA) und Offenporige Asphalte (PA) ist die Verwendung von Asphaltgranulat nicht erlaubt.

Weiterhin gilt:

- Die obere Korngröße D der im Asphaltgranulat enthaltenen Gesteinskörnung darf die obere Korngröße D des Asphaltmischgutes nicht überschreiten.
- Voraussetzung für die Verwendung von Asphaltgranulat ist eine für den Einsatzbereich ausreichende Gleichmäßigkeit. Die Gleichmäßigkeit ist mit Hilfe der Spannweite von Merkmalen bestimmter Kornanteile sowie des Gehaltes und des Erweichungspunktes $T_{R\&B}$ des Bindemittels zu beurteilen. Die Vorgehensweise zur Ermittlung der maximal möglichen Asphaltgranulat-Zugabemenge ist im Anhang der TL Asphalt-StB 07 angegeben.
- Bei Verwendung von Asphaltgranulat ist für die Berechnung des rechnerischen Erweichungspunktes folgende Gleichung anzuwenden:

$$T_{R\&Bmix} = a \times T_{R\&B1} + b \times T_{R\&B2}$$

Bei der Zugabe von Asphaltgranulat muss $T_{R\&Bmix}$ innerhalb der Sortenspanne des geforderten Bitumens liegen. Hierzu kann entweder ein Bitumen mit derselben Spezifikation wie das geforderte Bitumen oder ein Bitumen, das höchstens eine Sorte weicher ist als das geforderte Bitumen, verwendet werden. Ein weicherer Bitumen als 70/100 darf nicht verwendet werden.

3.5 Anforderungen an das Asphaltmischgut

Wie eingangs erwähnt hat Deutschland den Weg der empirischen Spezifikation gewählt und aus diesem Grunde zunächst lediglich die Europäischen Asphaltprüfnormen der Serien DIN EN 12697 in eine Technische Prüfvorschrift Asphalt umgesetzt, die zur Erfüllung der empirischen Spezifikation erforderlich sind. Einige dieser Prüfungen weichen erheblich von der bisherigen Prüfprozedur der DIN 1996 ab, so dass teilweise der deutsche Erfahrungshintergrund verloren gegangen ist.

Zu nennen sind hierbei insbesondere

- Abweichungen bei dem Verfahren der Bindemittelrückgewinnung,
- Rohdichtebestimmung mit Wasser statt mit Trichlorethen,
- modifiziertes Verfahren der Raumdichtebestimmung,
- grundsätzlich Raumdichtebestimmung bei Asphalttragschichten mittels Ausmessverfahren,
- von der Bindemittelviskosität abhängende Verdichtungstemperatur bei der Herstellung von Marshall-Probekörpern,
- geänderte Prüfbedingungen im Spurbildungsversuch, Gummirad im Luftbad bei $T = 60 \text{ °C}$ (früher: Stahlrad, Wasserbad, $T = 50 \text{ °C}$).

Die folgende Tabelle 3.9 enthält eine Auflistung aller Europäischen Normen der Serie 12697 und Angaben darüber

- welche Teile in eine Technische Prüfvorschrift umgesetzt wurden,
- welche Teile ohne spezielle Umsetzung direkt als DIN EN angewendet werden,
- welche Teile für Deutschland ohne Relevanz sind und deswegen nicht umgesetzt wurden und
- schließlich die Benennung der Europäischen Normen, die kurzfristig noch umzusetzen sind oder die etwas später für die Vorbereitung der fundamentale Asphaltspezifikation umzusetzen sind.

Die Herstellung und Prüfungen sind derzeit in den DIN 1996 Teile 1 bis 20 geregelt, siehe Tabelle 3.9. Einige der darin aufgeführten Prüfungen entfallen mit den neuen Regelwerken ab 2009. Mit der nächsten Generation von Regelwerken (TPA ~ EN 12697) werden die Prüfverfahren EN-konform geändert (siehe Abbildungen 1.1 und 1.2).

Tabelle 3.9 Relevanz der Europäischen Asphaltprüfnormen für Asphaltmischgut

EN 12697-	DIN EN 12697-	Prüfgegenstand	Relevant für deutsche Asphalte?	Status
1	1	Löslicher Bindemittelgehalt	ja	TP A-01
2	2	Korngrößenverteilung	ja	TP A-02
3	3	Rückgewinnung, Rotationsverdampfer	ja	TP A-03
4	4	Rückgewinnung, Fraktionierkolonne	nein	kein
5	5	Rohdichte	ja	TP A-05
6	6	Raumdichte	ja	TP A-06
7	7	Raumdichte (Gammastrahlen)	nein	kein
8	8	Volumetrische Charakteristik	ja	TP A-08
9	9	Bezugsraumdichte	nein	kein
10	10	Verdichtbarkeit	ja, in Arbeit	wird TPA
11	11	Affinität	ja	TP A-11
12	12	Wasserempfindlichkeit	ja	TP A-12
13	13	Mischguttemperatur	ja	TP A-13
14	14	Wassergehalt	ja	TP A-14
15	15	Entmischungsneigung	nein	kein
16	16	Abreib durch Spikesreifen	nein	kein
17	17	Kornverlust	ja	TP A-17
18	18	Bindemittelablaufen	ja	TP A-18
19	19	Durchlässigkeit der Probekörper	ja, in Arbeit	wird TPA
20	20	Eindringversuch, Würfel oder Marshallprüfkörper	ja	TP A-20
21	21	Eindringversuch, Platten	nein	kein
22	22	Spurbildungsversuch	ja	TP A-22
23	23	Indirekte Zugfestigkeit	ja	TP A-23
24	24	Beständigkeit gegen Ermüdung	ja, für fundamentale Spezifikation	wird TPA
25	25	Druck-Schwellversuch	ja, für fundamentale Spezifikation. für Gussasphalt Modifikation	wird TPA
26	26	Steifigkeit	ja, für fundamentale Spezifikation	wird TPA
27	27	Probenahme	ja	TP A-27
28	28	Probenvorbereitung	ja	TP A-28
29	29	Maße von Asphalt-Probekörpern	ja	TP A-29
30	30	Herstellung Marshall-Probekörpern	ja	TP A-30
31	31	Verdichtung mittels Gyrator	nein	kein
32	32	Vibrationsverdichtung	nein	kein
33	33	Walzsektor-Verdichtung	ja	TP A-33
34	34	Marshall-Stabilität und -Fließwert	ja	TP A-34
35	35	Asphaltmischgutherstellung im Labor	ja	TP A-35

EN 12697-	DIN EN 12697-	Prüfgegenstand	Relevant für deutsche Asphalte?	Status
36	36	Dicke der Fahrbahnbefestigung	keine Umsetzung	DIN EN
37	37	Haftvermögen eines vorumhüllten Splittes	nein	kein
38	38	Prüfeinrichtung und Kalibrierung	keine Umsetzung	DIN EN
39	39	Bindemittelgehalt, Thermolyse	nein	kein
40	40	In Situ-Durchlässigkeit	keine Umsetzung	DIN EN
41	41	Beständigkeit gegen Enteisung	keine Umsetzung	DIN EN
42	42	Fremdstoffgehalt in Ausbauasphalt	ja	TP A-42
43	43	Treibstoffbeständigkeit	keine Umsetzung	DIN EN

3.5.1 Anforderungen an Asphaltbeton (AC T, AC B und AC D)

Nach neuer Terminologie summieren sich unter dem Begriff Asphaltbeton die früheren Asphaltmischgutarten Asphalttragschichtmischgut, Asphaltbinderschichtmischgut und Asphaltbeton für Asphaltdeckschichten. Diese Asphaltmischgutarten waren in den ZTV Asphalt-StB 01 und den ZTV T-StB 95/02 beschrieben.

In den folgenden Tabellen sind die Anforderungen an Asphaltbetone (AC) nach europäischer Schreibweise mit den Asphaltmischgutarten Asphalttragschichtmischgut, Asphaltbinderschichtmischgut und Asphaltdeckschichtmischgut in den Tabellen 3.10 und 3.11 angegeben (Bearbeitungsstand Oktober 2007).

Diese Tabellen entstammen der TL Asphalt-StB 07.

Eine Tabelle für den Asphaltbeton AC D ist nicht beigefügt, weil diese Deckschichtart für Verkehrsflächen mit besonderen Beanspruchungen nicht mehr vorgesehen ist.

Die für die Bauklasse SV nicht zu verwendenden Asphaltarten sind grau überlegt.

Tabelle 3.10: Anforderungen an Asphalttragschichtmischgut für die Bauklasse SV

Bezeichnung	Kategorie	Einheit	AC 32 T S	AC 22 T S	AC 16 T S ^{*)}	AC 32 T N	AC 22 T N	AC16 T N ^{*)}
Baustoffe								
Gesteinskörnungen (Lieferkörnung)								
Anteil gebrochener Kornoberflächen	C		$C_{50/30}$	$C_{50/30}$	$C_{50/30}$	C_{NR}	C_{NR}	C_{NR}
resultierender Fließkoeffizient der Kornklasse 0,063/2		S	≥ 30	≥ 30	≥ 30	ist anzugeben	ist anzugeben	ist anzugeben
Bindemittel, Art und Sorte			50/70; (30/45)	50/70; (30/45)	50/70; (30/45)	70/100; 50/70	70/100; 50/70	70/100; 50/70
Zusammensetzung Asphaltmischgut								
Gesteinskörnungsgemisch								
Siebdurchgang bei								
45 mm		M.-%	100			100		
32 mm		M.-%	90 bis 100	100		90 bis 100	100	
22 mm		M.-%	75 bis 90	90 bis 100	100	75 bis 90	90 bis 100	100
16 mm		M.-%		75 bis 90	90 bis 100		75 bis 90	90 bis 100
11 mm		M.-%			75 bis 90			75 bis 90
2 mm		M.-%	25 bis 40	25 bis 40	25 bis 40	25 bis 40	25 bis 40	25 bis 40
0,125 mm		M.-%	4 bis 14	4 bis 14	4 bis 14	4 bis 14	4 bis 14	4 bis 14
0,063 mm		M.-%	2 bis 9	2 bis 9	2 bis 9	3 bis 9	3 bis 9	3 bis 9
Mindest-Bindemittelgehalt		B_{min}	$B_{min 3,8}$	$B_{min 3,8}$	$B_{min 4,0}$	$B_{min 4,0}$	$B_{min 4,0}$	$B_{min 4,0}$
Asphaltmischgut								
minimaler Hohlraumgehalt MPK		V_{min}	$V_{min 5,0}$	$V_{min 5,0}$	$V_{min 5,0}$	$V_{min 4,0}$	$V_{min 4,0}$	$V_{min 4,0}$
maximaler Hohlraumgehalt MPK		V_{max}	$V_{max 10,0}$	$V_{max 10,0}$	$V_{max 10,0}$	$V_{max 10,0}$	$V_{max 10,0}$	$V_{max 10,0}$

() nur in besonderen Fällen

*) Anwendung nur für Ausgleichsschichten

Tabelle 3.11: Anforderungen an Asphaltbinderemischgut für die Bauklasse SV

Bezeichnung	Kategorie	Einheit	AC 22 B S	AC 16 B S	AC 16 B N	AC 11 B N ^{*)}
Baustoffe						
Gesteinkörnungen (Lieferkörnung)						
Anteil gebrochener Kornoberflächen	<i>C</i>		$C_{100,0}^{**)}$	$C_{100,0}^{**)}$	$C_{90,1}$	$C_{90,1}$
Widerstand gegen Zertrümmerung	<i>SZ/LA</i>		<i>SZ</i> ₁₈ / <i>LA</i> ₂₀	<i>SZ</i> ₁₈ / <i>LA</i> ₂₀	<i>SZ</i> ₂₂ / <i>LA</i> ₂₅	<i>SZ</i> ₂₂ / <i>LA</i> ₂₅
resultierender Fließkoeffizient der Kornklasse 0,063/2		s	≥ 35	≥ 35	≥ 30	≥ 30
Bindemittel, Art und Sorte			PmB 45; 30/45; (PmB 25)	PmB 45; 30/45; (PmB 25);	50/70 (30/45)	50/70
Zusammensetzung Asphaltmischgut						
Gesteinskörnungsgemisch						
Siebdurchgang bei						
32 mm		M.-%	100			
22 mm		M.-%	90 bis 100	100	100	
16 mm		M.-%	65 bis 80	90 bis 100	90 bis 100	100
11 mm		M.-%		65 bis 80	60 bis 80	90 bis 100
8 mm		M.-%				60 bis 80
2 mm		M.-%	25 bis 33	25 bis 30	25 bis 40	30 bis 50
0,125 mm		M.-%	5 bis 10	5 bis 10	5 bis 15	5 bis 18
0,063 mm		M.-%	3 bis 7	3 bis 7	3 bis 8	3 bis 8
Mindest-Bindemittelgehalt	<i>B</i> _{min}		<i>B</i> _{min} 4,2	<i>B</i> _{min} 4,4	<i>B</i> _{min} 4,4	<i>B</i> _{min} 4,6
Asphaltmischgut						
minimaler Hohlraumgehalt MPK	<i>V</i> _{min}		<i>V</i> _{min} 4,0	<i>V</i> _{min} 4,0	<i>V</i> _{min} 3,0	<i>V</i> _{min} 3,0
maximaler Hohlraumgehalt MPK	<i>V</i> _{max}		<i>V</i> _{max} 7,0	<i>V</i> _{max} 7,0	<i>V</i> _{max} 6,0	<i>V</i> _{max} 6,0
minimaler Hohlraumfüllungsgrad	<i>VFB</i> _{min}		<i>VFB</i> _{min} 55	<i>VFB</i> _{min} 60	<i>VFB</i> _{min} 60	<i>VFB</i> _{min} 65
Proportionale Spurrinntiefe	<i>PRD</i> _{Luft}		ist anzugeben	ist anzugeben	<i>PRD</i> _{Luft} NR	<i>PRD</i> _{Luft} NR

() nur in besonderen Fällen

*) Anwendung nur für Ausgleichsschichten

***) Die Verwendung oder Mitverwendung von groben Gesteinskörnungen der Kategorie $C_{90,1}$ ist möglich, wenn der Asphaltmischguthersteller hierzu über langjährige gute Erfahrungen verfügt.

3.5.2 Anforderungen an Splittmastixasphalt

An Splittmastixasphalt für Asphaltdeckschichten werden gemäß TL Asphalt-StB 07 die folgenden Anforderungen gestellt (Bearbeitungsstand Oktober 2007):

Tabelle 3.12: Anforderungen an Splittmastixasphalt für die Bauklasse SV

Bezeichnung	Kategorie	Einheit	SMA 11 S	SMA 8 S	SMA 5 S
Baustoffe					
Gesteinskörnungen (Lieferkörnung)					
Anteil gebrochener Kornoberflächen	C		$C_{100,0}^{*)}$	$C_{100,0}^{*)}$	$C_{100,0}^{*)}$
Widerstand gegen Zertrümmerung	SZ/LA		SZ ₁₈ /LA ₂₀	SZ ₁₈ /LA ₂₀	SZ ₁₈ /LA ₂₀
Widerstand gegen Polieren resultierender Fließkoeffizient der Kornklasse 0,063/2	PSV	S	PSV _{angegeben} (51)	PSV _{angegeben} (51)	PSV _{angegeben} (48)
Bindemittel, Art und Sorte			PmB 45; (50/70)	PmB 45; (50/70)	PmB 65; (50/70); (PmB 45)
Zusammensetzung Asphaltmischgut					
Gesteinskörnungsgemisch					
Siebdurchgang bei					
16 mm		M.-%	100		
11 mm		M.-%	90 bis 100	100	
8 mm		M.-%	50 bis 65	90 bis 100	100
5 mm		M.-%	35 bis 45	35 bis 55	90 bis 100
2 mm		M.-%	20 bis 30	20 bis 30	30 bis 40
0,063 mm		M.-%	8 bis 12	8 bis 12	7 bis 12
Mindest-Bindemittelgehalt	B_{min}		B_{min} 6,6	B_{min} 7,2	B_{min} 7,4
Bindemittelträger		M.-%	0,3 bis 1,5	0,3 bis 1,5	0,3 bis 1,5
Asphaltmischgut					
minimaler Hohlraumgehalt MPK	V_{min}		V_{min} 3,0	V_{min} 3,0	V_{min} 2,0
maximaler Hohlraumgehalt MPK	V_{max}		V_{max} 4,0	V_{max} 4,0	V_{max} 4,0
maximaler Hohlraumfüllungsgrad	VFB_{max}		VFB_{max83}	VFB_{max83}	ist anzugeben
proportionale Spurrinntiefe	PRD_{Luft}		ist anzugeben	ist anzugeben	PRD_{LuftNR}

() nur in besonderen Fällen

*) Die Verwendung oder Mitverwendung von groben Gesteinskörnungen der Kategorie C90/1 ist möglich, wenn der Asphaltmischguthersteller hierzu über langjährige gute Erfahrungen verfügt.

3.5.3 Anforderungen an Offenporigen Asphalt

Die Anforderungen an Offenporigen Asphalt (PA) werden in Deutschland erstmals in der TL Asphalt-StB 07 geregelt. Zuvor existierte das „Merkblatt für den Bau Offenporiger Asphaltdeckschichten“ M OPA, basierend auf den ZTV Asphalt-StB 01 (Bearbeitungsstand Oktober 2007).

Tabelle 3.13: Anforderungen an Offenporigen Asphalt

Bezeichnung	Kategorie	Einheit	PA 16*)	PA 11	PA 8
Baustoffe					
Gesteinskörnungen (Lieferkörnung)					
Anteil gebrochener Kornoberflächen	C		$C_{100/0}$	$C_{100/0}$	$C_{100/0}$
Widerstand gegen Zertrümmerung	SZ/LA		SZ_{18}/LA_{20}	SZ_{18}/LA_{20}	SZ_{18}/LA_{20}
Widerstand gegen Polieren	PSV		PSV_{NR}	$PSV_{\text{angegeben}} (54)$	$PSV_{\text{angegeben}} (54)$
Bindemittel, Art und Sorte			PmB 40/100-65 H	PmB 40/100-65 H	PmB 40/100-65 H
Zusammensetzung Asphaltmischgut					
Gesteinskörnungsgemisch					
Siebdurchgang bei					
22 mm		M.-%	100		
16 mm		M.-%	90 bis 100	100	
11 mm		M.-%	5 bis 15	90 bis 100	100
8 mm		M.-%		5 bis 15	90 bis 100
5 mm		M.-%			5 bis 15
2 mm		M.-%	5 bis 10	5 bis 10	5 bis 10
0,063 mm		M.-%	3 bis 5	3 bis 5	3 bis 5
Mindest-Bindemittelgehalt	B_{\min}		$B_{\min} 5,5$	$B_{\min} 6,0$	$B_{\min} 6,5$
Bindemittelträger		M.-%	$\geq 0,3$	$\geq 0,4$	$\geq 0,5$
Asphaltmischgut					
minimaler Hohlraumgehalt MPK	V_{\min}		$V_{\min} 24$	$V_{\min} 24$	$V_{\min} 24$
maximaler Hohlraumgehalt MPK	V_{\max}		$V_{\max} 28$	$V_{\max} 28$	$V_{\max} 28$

*) Anwendung nur als untere Schicht einer Zweischichtigen Offenporigen Asphaltdeckschicht

3.5.4 Anforderungen an Gussasphalt

Die Anforderungen an Gussasphalt (MA) für Asphaltdeckschichten gemäß TL Asphalt-StB 07 (Bearbeitungsstand Oktober 2007) enthält die folgende Tabelle.

Tabelle 3.14: Anforderungen an Gussasphalt

Bezeichnung	Kategorie	Einheit	MA 11 S	MA 8 S	MA 5 S
Baustoffe					
Gesteinskörnungen (Lieferkörnung)					
Anteil gebrochener Kornoberflächen	<i>C</i>		$C_{90/1}$	$C_{90/1}$	$C_{90/1}$
Widerstand gegen Zertrümmerung	<i>SZ/LA</i>		SZ_{18}/LA_{20}	SZ_{18}/LA_{20}	SZ_{18}/LA_{20}
Widerstand gegen Polieren *)	<i>PSV</i>		$PSV_{\text{angegeben}} (48)$	$PSV_{\text{angegeben}} (48)$	$PSV_{\text{angegeben}} (48)$
resultierender Fließkoeffizient der Kornklasse 0,063/2		s	≥ 32	≥ 32	≥ 32
Bindemittel, Art und Sorte			20/30; (30/45); (PmB 25); (PmB 45)	20/30; (30/45); (PmB 25); (PmB 45)	20/30; (30/45); (PmB 25); (PmB 45)
Zusammensetzung Asphaltmischgut					
Gesteinskörnungsgemisch					
Siebdurchgang bei					
	22 mm	M.-%	100		
	16 mm	M.-%	90 bis 100	100	
	11 mm	M.-%	70 bis 85	90 bis 100	100
	8 mm	M.-%		75 bis 90	90 bis 100
	5 mm	M.-%	45 bis 55	50 bis 60	55 bis 65
	2 mm	M.-%	20 bis 28	22 bis 30	24 bis 32
	0,063 mm	M.-%			
Mindest-Bindemittelgehalt	B_{\min}		$B_{\min} 6,8$	$B_{\min} 7,0$	$B_{\min} 7,0$
Asphaltmischgut					
minimale statische Eindringtiefe Würfel	I_{\min}		$I_{\min} 1,0$	$I_{\min} 1,0$	$I_{\min} 1,0$
maximale statische Eindringtiefe Würfel	I_{\max}		$I_{\max} 3,0$	$I_{\max} 3,0$	$I_{\max} 3,0$
Zunahme Eindringtiefe Würfel	I_{nc}		$I_{nc} 0,4$	$I_{nc} 0,4$	$I_{nc} 0,4$
Dynamische Eindringtiefe nach TP A	I_{dyn}		ist anzugeben	ist anzugeben	ist anzugeben

() nur in besonderen Fällen

*) gilt nicht für Asphaltenschutzschichten

3.6 Anforderungen an ungebundene Tragschichten

Das nationale Regelwerk für ungebundene Tragschichten bilden die bereits europäisch umgesetzten TL SoB 2004.

3.6.1 Frostschutzschichten

Um Frostschäden im Oberbau einer Straße zu vermeiden, werden Frostschutzschichten eingebaut. Diese sind Tragschichten ohne Bindemittel. Sie nehmen Verkehrslasten auf und verteilen sie an den Untergrund. Sie bestehen aus frost-unempfindlichen Gesteinsgemischen, die auch im verdichteten Zustand ausreichend wasserdurchlässig sind. Die Frostschutzschichten werden direkt auf dem frostempfindlichen Untergrund eingebaut.

Eigenschaft	Prüfung gemäß Regelwerk	Anforderung gemäß Regelwerk für 32 mm Größtkorn
Feinanteil < 0,063 mm	DIN EN 933-1	max. UF ₅ oder UF ₃ min. LF _{NR}
Überkornanteil	DIN EN 933-1	1,4 · D ≤ 100 D: 90-99 % OC ₉₀
Korngrößenverteilung ¹⁾	DIN EN 933-1	> 2 mm: 25-85 M.-% > 16 mm: 13-53 M.-%
Verdichtungsgrad D _{PR} [%]	DIN EN 13286-2	bis 0,2 m Tiefe: 103 % unter 0,2 m Tiefe: 100 %
Verformungsmodul	DIN 18134	E _{V2} = 45 MN/m ² (Planum) E _{V2} = 120 MN/m ² (Frostschutzschicht)
Profilgerechte Lage		± 2,0 cm
Ebenheit		± 2,0cm (4m Messtrecke)
Einbaudicke	TP D-StB	> 12cm

Tabelle 3.15: Nationale Anforderungen an Frostschutzschichten gemäß TL SoB-StB 04 und ZTV SoB-StB 04

3.6.2 Kies- und Schottertragschichten

Kies- und Schottertragschichten sind den Frostschutzschichten sehr ähnlich. Ihre Sieblinien sind enger gefasst und es werden höhere Verformungsmoduln gefordert.

Eigenschaft	Prüfung gemäß Regelwerk	Anforderung gemäß Regelwerk für 32 mm Größtkorn
Feinanteile	933-1	max. UF ₅ oder UF ₃ min: UF _{NR}
Überkorn	933-1	1,4 · D ≤ 100 D: 90-99 % OC ₉₀
Korngrößenverteilung	933-1	> 0,5 mm: 65-95 ±5 % > 1 mm: 60-91 ±5 % >2 mm: 53-84 ±7 % >4 mm: 40-78 ±8 %

		> 8 mm: 32-65 ±8 % >16 mm: 15-45 ±8 %
Verdichtungsgrad D_{PR} [%]	DIN 18125-2 DIN 18127	103 % D_{Pr}
Verformungsmodul		Planum: $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ Kies: $\geq 20\text{cm}: E_{V2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$ $\geq 25\text{cm}: E_{V2} \geq 180 \text{ MN/m}^2$ Schotter: $\geq 15\text{cm}: E_{V2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$ $\geq 20\text{cm}: E_{V2} \geq 180 \text{ MN/m}^2$
Profilgerechte Lage		$\pm 2,0 \text{ cm}$
Ebenheit		$\pm 2,0\text{cm}$ (4m Messtrecke)
Einbaudicke		$> 12 \text{ cm}$ 10 % vom Sollwert, aber $\leq 3,5 \text{ cm}$ Differenz

Tabelle 3.16: Nationale Anforderungen an Kies- und Schottertragschichten gemäß TL SoB-StB 04 und ZTV SoB-StB 04

3.7 Allgemeine Anforderungen an bitumengebundene Schichten

Die nationalen, allgemeinen Anforderungen an bitumengebundene Schichten sind zurzeit noch in den ZTV Asphalt-StB 01, ZTV T-StB 98/02 und M OPA geregelt. Zusätzlich gelten die ebenfalls in den ZTV Asphalt-StB 01 enthaltenen mischgutspezifischen Anforderungen. Die Umsetzung der Europäischen Normen greift 2009.

Es gelten dann die ZTV Asphalt-StB 07, dessen weitergehende Anforderungen im Folgenden mit dem Bearbeitungsstand Oktober 2007 dokumentiert sind.

3.7.1 Anforderungen an das zurückgewonnene Bindemittel

Der Erweichungspunkt Ring und Kugel (EP RuK) des aus dem Asphaltmischgut zurückgewonnenen Bindemittels muss die folgenden Grenzwerte beinhalten:

Straßenbaubitumen		Polymermodifiziertes Bitumen	
Sorte	Grenzwert für den Erweichungspunkt in °C	Sorte	Grenzwert für den Erweichungspunkt in °C
160/220	51	PmB 65	66
70/100	59	PmB 45	71
50/70	62	PmB 25	81
30/45	68	PmB 40/100-65 H	*)
20/30	71	-	-

*) bezogen auf den Wert des Eignungsnachweises $\pm 8 \text{ °C}$

Bei MA (Gussasphalt) gilt: EP RuK: 20/30: $< 75 \text{ °C}$
30/45: $< 71 \text{ °C}$

Die Elastische Rückstellung (Prüfung nach DIN EN 13398) an Polymermodifiziertem Bitumen muss bei Walzasphalt mindestens 40 % und bei Gussasphalt mindestens 30 % betragen.

3.7.2 Toleranzen für den Bindemittelgehaltes

Der Bindemittelgehalt jeder Probe aus dem Asphaltmischgut darf vom Sollwert bei Asphaltbinder, Gussasphalt, Splittmastixasphalt sowie Offenporigem Asphalt höchstens um $\pm 0,5$ M.-% abweichen, bei Asphalttragschichten um $\pm 0,6$ M.-%.

3.7.3 Toleranzen für Füller, feine und grobe Gesteinskörnungen

Bei Asphalttragschichten muss der Kornanteil $< 0,063$ mm unter 2,0 M.-% liegen.

Die arithmetischen Mittel aus den Prüfergebnissen eines Bauleses dürfen von den Sollwerten höchstens um die nachfolgend genannten Toleranzen abweichen:

• Füller < 0,063 mm:	AC T:	-3,0	+7,0 M.-%
	AC B, SMA		± 3,0 M.-%
	MA		± 4,5 M.-%
	PA		± 2,0 M.-%
• feine Gesteinskörnung: (≥0,063 bis < 0,125)	AC T	-3,0	+7,0 M.-%
	AC B		± 3,0 M.-%
• feine Gesteinskörnung: (≥ 0,125 bis < 2 mm)	AC T, AC B, SMA, MA		±8,0 M.-%
• grobe Gesteinskörnung: (≥ 2 mm)	AC T		±9,0 M.-%
	AC B, SMA, MA		±8,0 M.-%
	PA		± 6,0 M.-%
• grobe Gesteinskörnung (≥ 5,6 mm)	SMA		± 8,0 M.-%
• Grobkornanteil	AC T, SMA		± 8,0 M.-%
	AC B		± 9,0 M.-%
	MA		± 5,0 M.-%
	PA		± 6,0 M.-%

Sind bestimmte Massenanteile für Kornklassen angegeben, so beträgt die Toleranz für die angegebene Kornklasse ±20 % (grobe Gesteinskörnungen) bzw. ±30 % (feine Gesteinskörnungen) relativ, d.h. bezogen auf die geforderten Massenanteile.

3.7.4 Toleranzen für den Hohlraumgehalts

Der Hohlraumgehalt des Marshall-Probekörpers, hergestellt aus dem angelieferten Asphaltmischgut, darf nach ZTV Asphalt-StB 07 die Grenzwerte der jeweiligen Asphaltmischung (siehe Kapitel 3.4.1, 3.4.2 und 3.4.3) um nicht mehr als nachfolgend angegeben über- oder unterschreiten:

• SMA	1,5 Vol. - %
• AC B, AC T	2,0 Vol. - %
• PA	3,0 Vol.-%

Für Gussasphalte wird der Hohlraumgehalt nicht bestimmt.

3.7.5 Toleranzen für die Stempelleindringtiefe an Gussasphalt

Für Gussasphalte wird die statische Stempelleindringtiefe am Probewürfel durchgeführt. Sie darf den oberen Grenzwert um nicht mehr als 1,0 mm überschreiten und den unteren Grenzwert um nicht mehr als 0,4 mm unterschreiten.

3.7.6 Anforderungen an die Ebenheit

Art der Unterlage	Unebenheiten in mm innerhalb einer 4m langen Messstrecke			
	Deckschichten		Binderschichten	Tragschichten
	SMA, MA	PA	AC B	AC T
auf nicht mit Bindemitteln gebundener Unterlage	-	-	≤ 10	≤ 10
auf mit Bindemittel gebundener Unterlage mit zulässiger Unebenheit über 6mm	≤ 6	-	≤ 6	≤ 10
auf Asphaltunterlage mit zulässiger Unebenheit von höchstens 6mm	≤ 4	≤ 3	-	-

Tabelle 14: Nationale Anforderungen an Unebenheiten von Straßen der Bauklasse SV, I bis VI gem. ZTV Asphalt – StB 07

3.7.7 Anforderungen an die Griffigkeit

Gemäß ZTV Asphalt-StB 07 wird die Griffigkeit der fertigen Asphaltdeckschicht mit dem Messverfahren SKM (ehemals SCRIM) gemessen. Die folgenden Reibungskoeffizienten SKM dürfen um nicht mehr als 0,03 unterschritten werden:

Abnahme: $\mu_{SKM} = 0,46$ (80 km/h) oder $0,51$ (60 km/h) oder $0,56$ (40 km/h)

Gewährleistung: $\mu_{SKM} = 0,40$ (80 km/h) oder $0,45$ (60 km/h) oder $0,49$ (40 km/h)

Ersatzweise bei Abnahme: SRT-Wert ≥ 60 und Ausflusszeit ≤ 30 s

3.7.8 Anforderungen an die Einbaudicke und Einbaumenge

	Unterschreitung der Einbaudicke bzw flächenbezogene Einbaumenge				
	Deckschicht (Binderschicht + Tragschicht zusammen)	Deckschicht und Tragschicht zusammen	Deckschicht und Asphaltbinderschicht zusammen	Deckschicht	Tragschicht
für den Mittelwert von Einbaugewicht/-dicke 1. bei großen Baulosen $> 6000\text{m}^2$ oder bei kommunalen Straßen mit Randbefestigungen über 1000m^2 sowie bei Asphaltdeckschichten mit mehr als 50kg/m^2 2. bei kleinen Baulosen sowie bei Asphaltdeckschichten bis zu 50kg/m^2	-	-	1. $\leq 10\%$ 2. $\leq 15\%$	1. $\leq 10\%$ 2. $\leq 15\%$	1. $\leq 10\%$ 2. $\leq 15\%$
für die Einzelwerte der Einbaudicke	$\leq 10\%$	$\leq 15\%$	$\leq 15\%$	$\leq 25\%$	-

Tabelle 15: Nationale Grenzwerte für Einbaudicke und Einbaumenge gemäß ZTV Asphalt-StB 07

3.7.9 Anforderungen an den Verdichtungsgrad und Hohlraumgehalt

Der Verdichtungsgrad und der Hohlraumgehalt der fertigen Schicht beziehen sich auf die Raumdichte am Marshall-Probekörper des Asphaltmischguts, bzw. dessen Rohdichte.

Verdichtungsgrad:	AC T, AC B, SMA, PA	$\geq 97,0 \%$
Hohlraumgehalt:	SMA	$\leq 6,0 \text{ Vol.-%}$
	PA	22,0 – 28,0 Vol.-%

3.7.10 Anforderungen an die profilgerechte Lage

Die Oberfläche der Asphalttragschicht darf von der Sollhöhe nicht mehr als $\pm 1,0 \text{ cm}$ abweichen. Unter Fahrbahndecken aus Beton darf die Abweichung von der Sollhöhe nicht mehr als $+ 0,5 \text{ cm}$ bzw. $- 1,5 \text{ cm}$ betragen.

4 Forschungsprojekte in Deutschland seit 2000

4.1 Verkehrsbelastung

Grundlagen für eine individuelle (freie) Bemessung von Straßenkonstruktionen – Pilotstudie
FA 4.183; Steinauer, Klein, van der Sluis; 2000

4.2 Komponenten

4.2.1 Bindemittel

Veränderung von Bindemittleigenschaften während längerer Liegezeiten von Asphalten, Abschlussuntersuchungen
FA 7.177; IFTA GmbH, Essen, 1999

Veränderung der Eigenschaften polymermodifizierter Bitumen während Herstellung, Lagerung Transport und Einbau von Asphaltmischgut

FA 7.179; Leutner, Renken, Hagner, Feßler, 2001

Um den Einfluss des Herstellungs- und Verarbeitungsprozesses auf die durch die Verwendung von polymermodifiziertem Bitumen angestrebten Verbesserungen der Asphalteeigenschaften zu überprüfen, wurden Bitumenproben im Anlieferungszustand sowie Asphaltproben während der laufenden Mischgutproduktion nach dem Mischen, der Silierung, dem Transport und dem Einbau entnommen.

Der Untersuchungsumfang umfasste acht PmB der Sorten PmB 25, PmB 45 und PmB 65 unterschiedlicher Provenienzen und wurde durch zwei Straßenbaubitumen B 45 und B 65, die als Vergleichsmaßstab der Untersuchungen dienen, komplettiert.

Aus den umfangreichen Bindemitteluntersuchungen ist zu konstatieren, dass die Veränderungen der Eigenschaften polymermodifizierter Bitumen während Herstellung, Lagerung, Transport und Einbau von Asphaltmischgut maßgebend vom Mischprozess des Asphalts bestimmt werden. Vergleichbar mit dem Alterungsverhalten von Straßenbaubitumen konnte anhand der geprüften polymermodifizierten Bitumen eine mit der Viskosität zunehmende Empfindlichkeit der Bindemittel gegenüber thermischen Beanspruchungen verzeichnet werden. Durch die Vielfalt der untersuchten Bindemittelvarianten konnte weiterhin festgestellt werden, dass die polymermodifizierten Bitumenprodukte verschiedener Hersteller mit unterschiedlichen Veränderungen auf thermische Beanspruchungen reagieren und demzufolge im gealterten Zustand teilweise deutlich differente Eigenschaften besitzen.

Die Ergebnisse der konventionellen Bindemitteluntersuchungen zeigen, dass diese Prüfverfahren die unterschiedlichen Sorten der Bindemittel im Anlieferungszustand differenziert anzusprechen vermögen. Die Ansprache einzelner Produkte einer Bindemittelsorte hingegen ist bei den Bindemitteln im Anlieferungszustand nur eingeschränkt möglich. Erst nach thermischer Beanspruchung sind die Produkte der Hersteller aufgrund der unterschiedlich ausgeprägten Veränderungen einzelner Eigenschaften voneinander zu trennen. Im Gegensatz zu der nicht eindeutigen Differenzierung polymermodifizierter Bitumen im Anlieferungszustand durch konventionelle Prüfverfahren besteht unter Anwendung erweiterter Untersuchungsmethoden, der Kraftduktilität und Prüfungen im Dynamic Shear Rheometer, die Möglichkeit, die Eigenschaften der Bindemittelprodukte präziser zu beschreiben.

Die Untersuchungen der Bindemittel nach simulierter Alterung zeigen, dass die thermische Beanspruchung mittels RTFOT größer als im rotierenden Kolben ist. Es bleibt abschließend festzuhalten, dass praxisadäquate Eigenschaften der Bindemittel aufgrund der vergleichsweise geringen Beanspruchung durch diese Verfahren nicht zu simulieren sind.

Zulässige Toleranzen für neue Qualitätskriterien (DSR, BBR, KMD) gemessen am zurückgewonnenen Bindemittel

FA 7.192; Leutner, Renken, Lüthje; 2001

Mit der Entwicklung der drei neuen performance-orientierten Bindemittelprüfverfahren Dynamisches Scherrheometer (DSR), Bending Beam Rheometer (BBR) und dem Kraftduktilitätsverfahren (KD) scheint die Möglichkeit gegeben, bereits bei der Bindemittelauswahl für die Asphaltrezeptur Rückschlüsse auf das zu erwartende Gebrauchsverhalten während der Nutzungsdauer der Straße zu erhalten. Als Kriterien hierfür werden schwerpunktmäßig das Verformungsverhalten bei Wärme, das Rissverhalten bei Kälte sowie das Ermüdungsverhalten herangezogen. International wird an der Implementierung der neuen Prüfverfahren sowie an der Ermittlung von Grenzwerten gearbeitet. Die Fragestellung zum Einfluss der Rückgewinnung auf die Kennwerte – bestimmt mit den performance-orientierten Prüfverfahren – sollte im Rahmen eines zweiteiligen Untersuchungsprogramms bearbeitet werden. Der erste Teil umfasste ein internationales Literaturstudium zu diesem Thema. Für den zweiten Teil sind umfangreiche Untersuchungen unter fest definierten Randbedingungen durchgeführt worden. Die Literaturanalyse hat ergeben, dass bis heute keine ausreichenden Anstrengungen unternommen wurden, Einflüsse aus der Rückgewinnung auf die Kennwerte und Eigenschaften der Bindemittel – bestimmt mit den performance-orientierten Prüfverfahren – zu ermitteln. Auf Grund wenig präziser Angaben zur Untersuchungsmethodik und in den Ergebnisdarstellungen der recherchierten Berichte können verallgemeinernde quantitative Aussagen nicht getroffen werden. Als Schlussfolgerung bleibt demnach festzuhalten, dass der Themenbereich der Veränderung der Bindemittelkennwerte und -eigenschaften – hervorgerufen durch den Rückgewinnungsprozess – durch eine Analyse des Einflusses der Alterung vorbereitet werden kann. Endgültig ist diese Fragestellung aber nur durch umfangreiche experimentelle Arbeiten zu klären.

Optimierung der versuchstechnischen Rahmenbedingungen für die Durchführung und Auswertung performance-orientierter Bitumenuntersuchungen mittels Dynamischen Scher-Rheometers

FA 7.196; Nord-Labor; 2004

Ziel des hier vorliegenden Forschungsvorhabens war es, die Prüfbedingungen für die Versuche im Dynamischen Scher-Rheometer so zu optimieren, dass die häufig in Deutschland verwendeten polymermodifizierten Bindemittel differenziert und plausibel auf ihre Gebrauchseigenschaften angesprochen werden und die rheologischen Kenngrößen der Bindemittel bestimmt werden können. Daher sollten die Prüfbedingungen im DSR-Versuch möglichst vereinheitlicht und diese in einer Arbeitsanleitung dokumentiert werden. Anhand des Literaturstudiums wurden die bisher gewonnenen Kenntnisse und Erfahrungen mit dem DSR-Verfahren gesammelt und beurteilt. Des Weiteren wurden an acht unterschiedlichen Bitumenarten/-sorten DSR-Versuche sowohl im Original- als auch im gealterten Zustand (RTFOT-Verfahren) durchgeführt. In Oszillationsversuchen wurden die Deformationen in drei Stufen, die Frequenz f in drei Stufen und die Temperatur T in vier Stufen systematisch variiert. Es ergaben sich bei acht unterschiedlichen Bindemittelsorten im Original- und im gealterten Zustand und unter dreimaliger Wiederholung insgesamt 1728 Oszillationsversuche. Die Durchführung der Kriechversuche wurde auch an den acht Original- und nach dem RTFOT-Verfahren gealterten Bindemittelsorten vorgenommen, wobei die Prüftemperatur T und die Schubspannung jeweils in drei Stufen systematisch variiert wurden. Hier wurden 432 Kriechversuchen (144 Kriechversuchsvarianten) durchgeführt. Das bei den experimentellen Untersuchungen gewonnene Datenmaterial wurde unter Anwendung mathematisch-statistischer Methoden ausgewertet. Anhand von multiplen Varianzanalysen

konnten die Stärken der einzelnen Einflussgrößen qualitativ ermittelt werden, wobei die Dominanz der systematischen gegenüber den zufälligen Einflüssen als sehr hoch ermittelt worden ist. Zur Quantifizierung des Einflusses einzelner Prüfbedingungen sowie der Ermittlung etwaiger Korrelationen zwischen den im DSR-Versuch ermittelten Kennwerten und konventionellen Bindemittelkenndaten wurden multiple Regressionsanalysen durchgeführt. Aus den gewonnenen Ergebnissen konnten die Rahmenbedingungen für die Durchführung und Auswertung von Oszillations- und Kriechversuchen abgeleitet werden. Demnach sollten Oszillationsversuche bei einer Prüftemperatur von 50 °C, einer Frequenz von 1,59 Hz und einer Deformation von $d = 6\%$ durchgeführt werden. Für die Kriechversuche ergaben sich die optimalsten Versuchsbedingungen bei einer Temperatur von 50 °C und einer Schubspannungsstufe von 500 Pa. Unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen Versuchsbedingungen konnte durch Darstellung der rheologischen Kenngrößen Phasenverschiebungswinkel und komplexer Schubmodul G^* in einem Black-Diagramm nachgewiesen werden, dass die untersuchten acht Original- und gealterten Bindemittelsorten sich in ihrem rheologischen Verhalten recht gut voneinander trennen lassen und somit eine objektivere Beurteilung des rheologischen Verhaltens der untersuchten polymermodifizierten Bindemittel möglich ist. Für die aus Kriechversuchen ermittelten Kenngrößen konnte kein eindeutiges Kriterium zur Unterscheidung des rheologischen Verhaltens der untersuchten Bindemittelsorten herausgearbeitet werden.

Veränderung der Eigenschaften von polymermodifizierten Bitumen nach Alterung mit dem RTFOT- und RFT-Verfahren und Rückgewinnung aus Asphalt

FA 7.199; TU München, Schießl; 2004

In diesem Forschungsvorhaben wurden die Auswirkungen der Alterung von PmB mit RTFOT und RFT sowie der Rückgewinnung aus Asphalt mit Trichlorethen und Toluol auf die untersuchten Eigenschaften von bis zu 17 PmB verglichen. Zudem erfolgten orientierende Versuche mit dem Langzeitalterungsverfahren LTRFT. Außerdem wurden Untersuchungen zur Bestimmung der Duktilität und Formänderungsarbeit mit dem Probekörper nach ASTM P 226 und zur Vergleichbarkeit der Alterungswirkung der RTFOT Öfen nach DIN EN 12607 1 bzw. ASTM D 2872 97 sowie des RTFOT Ofens nach ASTM D 2872 97 bei Verwendung unterschiedlich starker Luftvolumenströme durchgeführt.

Durch die statistische Auswertung der Daten und deren Gegenüberstellung mit den Präzisionsdaten der Prüfverfahren ergaben sich folgende, innerhalb der untersuchten Randbedingungen geltende Ergebnisse:

- Die Auswirkungen der Kurzzeitalterungsverfahren RTFOT und RFT waren praktisch gleich. Sie können daher parallel angewendet werden.
- Eine praxisrelevante unterschiedliche Auswirkung von Trichlorethen bzw. Toluol ist nur beim Erweichungspunkt Ring und Kugel feststellbar, sofern dieser bei Rückgewinnung mit Trichlorethen höher als 72,5 °C bzw. mit Toluol höher als 70,5 °C ist. Bei den anderen Werten waren die Auswirkungen der Lösemittel vergleichbar. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Rückgewinnung aus im Labor hergestelltem Mischgut erfolgte.
- Die Alterungswirkung des LTRFT auf die Eigenschaften der drei untersuchten PmB war deutlich stärker als bei RTFOT oder RFT. Auf einige Prüfgrößen hatte der LTRFT extreme Auswirkungen, sodass die entsprechenden Versuche nicht mehr durchführbar oder die Ergebnisse nicht mehr differenzierbar waren.

- Die Probekörper nach DIN 52013 und ASTM P 226 sind hinsichtlich der an PmB im Ausgangszustand und nach RTFOT Alterung bestimmten Duktilitäten bzw. Formänderungsarbeiten nicht vergleichbar.
- Die Alterungswirkung der RTFOT Öfen nach DIN EN 12607 1 bzw. ASTM D 2872 97 ist vergleichbar. Gleiches gilt für die Alterungswirkung des RTFOT Ofens nach ASTM D 2872 97 mit Luftstromdosierung bei 20 °C bzw. 163 °C.

Prüfung des Kälteverhaltens von Straßenbaubitumen und PmB mittels BBR

FA 07.211, TU München, Schießl, noch nicht abgeschlossen

Durch Variation der Prüfbedingungen und Erweiterung des Prüfumfanges wird versucht, das Kälteverhalten von Bitumen und PmB im Bending Beam Rheometer (BBR) praxisorientierter zu untersuchen und so aussagekräftigere Ergebnisse zu erhalten. Die neuen Prüfbedingungen werden aus Spannungs-Dehnungs-Berechnungen und aus vorliegenden Forschungsergebnissen abgeleitet. Für die Untersuchungen sind 4 Temperatur- und 3 Laststufen vorgesehen, die an insgesamt 19 Bitumen und PmB stattfinden. Jede Kombination wird im BBR sechsfach abgeprüft. Die Untersuchungsabläufe sind so angelegt, dass die Proben nur einmal erhitzt werden müssen. Somit bestehen für alle Proben identische und konstante Voraussetzungen. Die Prüfergebnisse werden mit statistischen Mitteln ausgewertet. In der Versuchsauswertung wird nach neuen Prüfkriterien gesucht, welche die Proben besser differenzieren können. Aus den Ergebnissen wird eine neue Vorgehensweise zur Untersuchung des Kälteverhaltens im BBR resultieren.

4.2.2 Gestein

Einfluss der Bruchflächigkeit von Edelsplitt auf die Standfestigkeit von Asphalt – ermittelt am Beispiel SMA 0/11 S

FA 7.187; TU München, Schießl, Wörner, Westiner, Löcherer; 2001

Adhäsion von Bitumen am Gestein (Haftverhalten)

FA (07.209, TU Braunschweig, Renken, Bicker, noch nicht abgeschlossen
Auf der Grundlage der europäischen Norm sollen die Verfahren zur quantitativen Ansprache der Adhäsion von Bitumen am Gestein überprüft und die dort enthaltenen "options" eingeeignet werden. Dazu werden Untersuchungen am Einzelkorn (gem. prEN 12697-11) sowie am Asphaltmischgut (gem. EN 12697-12) durchgeführt und durch weitere Versuche, nämlich Randwinkelmessungen am Bitumen und reine Zug- bzw. Zug-Schwellversuche ergänzt. Ziele sind die Erstellung einer aktuellen Technischen Prüfvorschrift, die Schaffung eines Bewertungshintergrundes und – falls möglich – ein Vorschlag für die Festlegung von Anforderungswerten. Die Untersuchungen sollen an Einzelkörnungen der Klassen 8/11 und 5/8 an Asphaltgemischen der Arten AB, SMA, ABi und OPA (jeweils zweifach) mit fünf Gesteins-/Bitumen-Kombinationen durchgeführt werden. Durch konsequente kreuzklassifizierte Variation wird eine multiple varianzanalytische Auswertung möglich, die eine quantitative Bewertung einzelner Einflussgrößen gestattet. Zur Ermittlung der Verfahrenspräzision werden Ringanalysen durchgeführt.

4.2.3 Zusätze

Wirksamkeit der Zugabe von Asphaltgranulat auf die mechanischen Eigenschaften von Asphaltdeckschichten

FA 7.194; TU Braunschweig, Renken, Lobach; 2004

Die Untersuchungen zur Überprüfung der Wirksamkeit der Zugabe von Asphaltgranulat auf die mechanischen Eigenschaften von Asphaltdeckschichten wurden am Beispiel eines Asphaltbetons 0/11 S unter Verwendung von "weichem" Asphaltgranulat mit einem Erweichungspunkt Ring und Kugel des zurückgewonnenen Bindemittels von ca. 56 °C und einem "harten" Asphaltgranulat mit einem Erweichungspunkt RuK am wiedergewonnenen Bindemittel von rund 69 °C vorgenommen. Gegenstand der systematischen Variation waren die Zugabeanteile, die Nachmischzeiten, die Zugabetemperaturen und der Wassergehalt des Asphaltgranulates. Insgesamt wurden 35 Asphaltvarianten hergestellt, die aufgrund sorgfältiger Analysen der Asphaltgranulate und individueller Abstimmungen der Zugabemengen an "frischen" Gesteinskörnungen und der Viskosität des "frischen" Bindemittels praktisch gleiche Zusammensetzungen – überprüft am Extraktionsergebnis des resultierenden Asphaltes – aufwiesen.

An den so hergestellten Asphaltgemischen wurden Verdichtungswiderstände festgestellt und die wichtigen Asphalteeigenschaften Verformungsbeständigkeit, Kälteflexibilität sowie Ermüdungsresistenz überprüft. Prüftechnisches Instrumentarium waren Spurbildungsversuche, Druck-Schwellversuche, zur Überprüfung der Kälteeigenschaften Zugversuche bei unterschiedlichen Temperaturen und Abkühlversuche sowie Zug-Schwellversuche zur Beurteilung der Ermüdungseigenschaften.

Die Untersuchungsergebnisse wurden unter Zuhilfenahme varianzanalytischer Verfahren ausgewertet. Zunächst konnte festgestellt werden, dass trotz gleicher Zusammensetzung und Viskosität die resultierenden Asphaltgemische aufgrund unterschiedlicher Herstellungsmodalitäten auch unterschiedliche mechanische Eigenschaften besitzen. Des Weiteren wurde festgestellt, dass sowohl "weiches" als auch "hartes" Asphaltgranulat bei angepasster Herstellungstechnik bis zu Zugabeanteilen von 40 % in Asphaltbetonmischgut eingesetzt werden kann, ohne die mechanischen Eigenschaften nachteilig zu beeinflussen. Voraussetzung dafür ist, dass in den Mischanlagen eine ausreichend lange Nachmischzeit vorgesehen wird. Es hat sich gezeigt, dass die Nachmischzeit den dominanten Einfluss auf die Eigenschaften des resultierenden Asphaltes darstellt. Mit längerer Nachmischzeit werden alle mechanischen Eigenschaften günstig beeinflusst. Weiterhin wurde festgestellt, dass sich die verfahrenstechnisch gewählte Zugabetemperatur auf die Verdichtungseigenschaften und die Verformungseigenschaften auswirkt. Eine Warmzugabe verbessert insbesondere bei der Verwendung von "hartem" Asphaltgranulat das Verformungsverhalten. Die Verwertung von "hartem" Asphaltgranulat und die Kaltzugabe begünstigen gleichermaßen die Kälte- und Ermüdungseigenschaften. Der Feuchtigkeitsgrad des Asphaltgranulats wirkt sich nicht auf die mechanischen Eigenschaften des resultierenden Asphaltes aus. Wegen des dominanten Einflusses der Nachmischzeit auf die mechanischen Eigenschaften wird empfohlen, diese Größe an großtechnisch hergestelltem Mischgut aus unterschiedlichen Mischanlagen in einem weiteren Forschungsvorhaben zu optimieren.

4.3 Mischgut

Auswertung von Bautechnischen Begleituntersuchungen bei Herstellung und Einbau von Asphaltbefestigungen für schwerste Beanspruchungen sowie Vergleich der Ergebnisse mit den zugehörigen Ergebnissen der aktuellen ZEB

FA 7.202; Schäfer, Pätzold; Brake; 2004

Mit Hilfe des Programms ASPRO konnten die bautechnischen Begleituntersuchungen bei Herstellung und Einbau der Asphaltbefestigung auf der BAB A 2 in Niedersachsen auf einer Länge

von 85 Kilometern bei gleichzeitiger Verknüpfung mit den zugehörigen Ergebnissen der Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) ausgewertet werden. Damit wurde die Grundlage für die Langezeitbeobachtung eines größeren zusammenhängenden Autobahnabschnittes mit schwersten Beanspruchungen geschaffen. Die Asphaltbinderschicht wurde wegen der besonderen Beanspruchung sehr verformungs- und alterungsbeständig zusammengesetzt. Dafür wurde in Niedersachsen erstmalig der Spurbildungsversuch als Instrument zur Prognose der Verformungsbeständigkeit der Mischgutzusammensetzung verwendet. Die Asphaltdeckschicht wurde entweder als Splittmastixasphalt oder als offenporige Asphaltdeckschicht ausgeführt. Durch einen Vergleich der Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle mit den Kontrollprüfungsergebnissen an repräsentativ ausgewählten Proben wurde herausgearbeitet, inwieweit durch eine genaue Dosierung der Ausgangsstoffe und der Mischgutherstellung die Qualität des fertigen Asphalts beeinflusst werden kann und welche Folgerungen sich daraus für die Fortschreibung des Technischen Regelwerkes ergeben. Der Vergleich mit aktuellen Zustandswerten, insbesondere der Griffigkeit und Ebenheit in Querrichtung, lässt erste Aussagen über die Bewährung der jeweiligen Asphaltkonzepte zu. Bezüglich der Griffigkeitsentwicklung von unterschiedlichen Splitten bei unterschiedlicher Nutzungsdauer lässt sich jetzt schon erkennen, dass neben der Gesteinsart im Allgemeinen beim Splittmastixasphalt zusätzlich die Bindemittelart Einfluss auf die Griffigkeitsentwicklung hat.

Überprüfung der Toleranzen für Bindemittelgehalt und Korngrößenverteilung gemäß ZTV Asphalt-StB und ZTV T-StB

FA 7.178; TU Braunschweig, Renken; 2001

Zur möglichst genauen Einschätzung der produktionsbedingten Streuungen bei der Mischgutherstellung und der Streuungen aus der Probenaufteilung und Prüfung im Laboratorium sowie zur Entwicklung eines Vorschlags für die so genannten Gesamttoleranzen aller relevanten kompositionellen Merkmalsgrößen eines Asphaltmischgutes wurde zum einen eine Datensammlung aus bereits durchgeführten Kontroll- bzw. Eigenüberwachungsprüfungen aus kontinuierlicher Mischgutproduktion für große Baumaßnahmen und aus diskontinuierlicher Mischgutproduktion für das so genannte Tagesgeschäft angelegt. Zum anderen wurden Ringanalysen durchgeführt, für die sechs Asphaltarten von 13 Prüfstellen systematisch untersucht wurden. Die Auswertung des umfangreichen Datenmaterials unter Anwendung von Verfahren der mathematischen Statistik hat zunächst ergeben, dass die Werte für den Füllergehalt und für den Sandgehalt durch die Art der Mischgutextraktion beeinflusst werden. Dennoch wird empfohlen, beide Arten der Extraktion zuzulassen und Abweichungen bei den Festlegungen der Gesamttoleranzen zu berücksichtigen. Die Unterschiede zur Verfahrenspräzision aufgrund des Ortes der Probenahme sind mit Ausnahme der Streuungen bei der Bestimmung des Größtkornanteils vergleichsweise gering. Es werden Vorschläge für die Gesamttoleranzen unterbreitet, die u.a. für die Kennwerte der Korngrößenverteilung der Asphaltgemische geringer angesetzt werden können. Die Streuung der Versuchspräzision für die Bestimmung des Größtkornanteils ist erheblich und führt auf einen verhältnismäßig großen Wert für die Gesamttoleranz.

Einfluss von Abweichungen im Rahmen zulässiger Toleranzen auf die Performance- und Qualitätseigenschaft Standfestigkeit von Asphalt

FA AiF 11600; Beckedahl, Reinhardt; 2001

Optimierung und Qualitätssicherung Offenporiger Asphaltdeckschichten – Teil II: Veränderung der Eigenschaften nach längerer Liegezeit

FA 7.198; TU Braunschweig, Renken; 2004

Im Rahmen des Ausbaus der BAB A 2 wurden auf niedersächsischem Gebiet ca. 90 km Autobahn in offenporiger Asphaltdeckschichtbauweise (OPA) ausgeführt. Der Asphalt für alle Baulose wurde nach sehr engen Vorgaben rezeptiert, hergestellt und eingebaut. Nach einer Liegedauer von bis zu sechs Jahren wurden zwölf der Bauabschnitte ausgewählt und Untersuchungen zu den Änderungen der mechanischen/physikalischen Eigenschaften der OPA-Deckschichten in diesen Baulosen durchgeführt. Untersucht wurden die Wasserdurchlässigkeit mit dem Ausflussmessgerät und die Änderung der Bindemittleigenschaften. Des Weiteren wurden die Veränderung der Korngrößenverteilung und des Verdichtungsgrades sowie des Hohlraumgehaltes aufgrund von Einbau und Verdichtung herausgearbeitet. Zusammenfassend hat sich herausgestellt, dass alle OPA-Deckschichtvarianten gealtert sind und zur Kornzertrümmerung neigen. Der Grad der Alterung und der Kornzertrümmerung ist offensichtlich sehr stark von den Herstellungs- und Einbaubedingungen abhängig. Der Hohlraumgehalt der Offenporigen Asphaltdeckschicht hat sich zwar im Gesamtmittel um 0,6 Vol.-% im Jahr verringert, liegt aber nach bis zu sechs Jahren Liegedauer immer noch auf einem Niveau von durchschnittlich über 22 Vol.-%, sodass immer noch ein Lärminderungseffekt sicher erreicht wird. Die Offenporigen Asphaltdeckschichten sind mechanisch durch äußere Einwirkung teilweise verletzt. Die überprüften OPA-Deckschichten liegen in den meisten Fällen in gutem Gebrauchszustand. Da mit wenigen Ausnahmen noch kein Ende der Nutzungsdauer erkennbar ist, lassen sich die festgestellten Untersuchungsergebnisse nicht mit Schadensereignissen korrelieren.

Beurteilung der asphalttechnologischen Kenngrößen von Gyratorprobekörpern im Hinblick auf die Anforderungen der ZTV Asphalt-StB und der ZTV T-StB

FA 7.181; Wörner; 2003

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit sollten mit dem Gyrator grundlegende Erfahrungen gesammelt sowie Geräteeinstellungen und Verdichtungsparameter überprüft werden. Durch einen Vergleich mit dem Marshall-Verfahren wurde zudem überprüft, ob mit Gyrator-Kennwerten vergleichbare Bewertungen der in Deutschland eingesetzten Asphalte möglich sind und ob der Gyrator im Rahmen von Eignungs- und Kontrollprüfungen eingesetzt werden kann. Die Untersuchungen zeigen, dass der Gyrator, im Gegensatz zum Marshall-Verdichtungsgerät, grundsätzlich sehr gut für die Erstellung von Verdichtungskurven auf Basis der Höhenabnahme von Asphaltprobekörpern mit zunehmender Verdichtungsleistung geeignet ist. Die Bewertung der in Deutschland bewährten Asphaltarten mit dem Gyrator im Rahmen von Eignungs- und Kontrollprüfungen ist grundsätzlich denkbar. Bevor das Gyrator-Verfahren jedoch großflächig eingesetzt beziehungsweise das Marshall-Verfahren ersetzt werden kann, ist zu empfehlen, zunächst mit praxisbewährtem Asphaltmischgut einen systematischen Variantenvergleich zur Erstellung eines Bewertungshintergrundes und zur Absicherung der Ergebnisse dieser Arbeit durchzuführen.

Einfluss der Modifizierung von Bindemitteln durch Polymere und/oder Naturasphalt auf Standfestigkeit, Kälteverhalten und Verarbeitbarkeit von Gussasphalt

FA 7.185; Leutner, Lobach, Büchler, Hagner; 2002

Die Kenntnis der mechanischen Eigenschaften Verformungsverhalten und Kälteverhalten ist Grundvoraussetzung für den dauerhaften Bestand von Verkehrsflächenbefestigungen aus Gussasphalt. Der Begünstigung dieser Eigenschaften durch die Verwendung von Trinidad-Epuré bzw. polymermodifizierten Bindemitteln können lange Verweilzeiten im Rührwerkskessel nachteilig gegenüber stehen.

Gegenstand der systematischen Variation war in einem ersten Untersuchungsblock das Bindemittel des rezeptierten Gussasphaltgemisches 0/8 in sechs Stufen – ein Straßenbaubitumen, zwei mit TE modifizierte Bitumen und drei polymermodifizierte Bitumen – und die Mischzeit in drei Stufen. In einem 2. Untersuchungsblock wurde an 2 Bindemittelsorten unter veränderten Verweilbedingungen die Verweilzeit dreifach variiert.

Mittels statischen Stempelindringversuchen und Spurbildungsversuchen wurden die Verformungseigenschaften unter Variation der Prüftemperatur angesprochen. Zur Ansprache des Kälteverhaltens wurden einaxialer Zugversuche und Abkühlversuche durchgeführt. Die Leistungsaufnahme des Mixers wurde während der Misch- bzw. Verweilzeit erfasst.

Als Ergebnis lässt sich das Gussasphaltnischgut tendenziell in zwei Gruppen unterteilen. Die Gruppe der mit Straßenbau- bzw. mit TE modifiziertem Bindemittel hergestellten Gussasphalte zeigen ein günstigeres Verformungsverhalten, als die mit PmB hergestellten. Im Bereich des Kälteverhaltens besitzen Gussasphalte mit PmB günstigere Eigenschaften. Die Zugabe von TE zu der untersuchten PmB-Variante hatte auf die Verformungseigenschaften einen günstigen, auf das Kälteverhalten einen nachteiligen Effekt.

Die Variation der Verweilzeit liefert im Bereich der Verformungseigenschaften beim Spurbildungsversuch deutliche, beim statischen Stempelindringversuch keine deutlichen Ergebnisse. Während eine zunehmende Verhärtung bei Zunahme der Verweilzeit durch die Bindemitteluntersuchungen und durch den Spurbildungsversuch festgestellt werden konnte, zeigt der statische Stempelindringversuch diesen Trend nicht. Das Kälteverhalten wurde bei langen Verweilzeiten im Labormischer nachteilig beeinflusst.

Die Leistungsmessapplikation lieferte während der Misch- bzw. Verweilzeit Unterschiede in der Leistungsaufnahme des Mixers - sowohl aufgrund fortschreitender Bindemittelverhärtung, als auch durch die Variation der Bindemittel -, die eine indirekte Beurteilung der Verarbeitbarkeit des Gussasphaltnischgutes tendenziell zulassen.

Optimierung der Prüfmodalitäten des Triaxialversuches mit schwellendem Stützdruck zur praxisadäquaten Bewertung des Verformungswiderstandes von Asphalt

FA 7.190; TU Braunschweig, Renken, Büchler; 2004

Am Institut für Straßenwesen der TU Braunschweig steht der Prototyp einer Triaxialprüfmaschine zur Verfügung, die durch eine Druckzelle mit schwellendem Axial- und Radialdruck geeignet ist, den Verformungswiderstand bei Wärme für unterschiedliche Asphaltarten zu beschreiben.

Mit dieser Forschungsarbeit wurde zunächst die Festlegung von Höhe und Zeitpunkt des schwellenden Radialdrucks überprüft und eine Methode entwickelt, die unabhängig von der Asphaltart oder -sorte einen materialabhängigen Radialdruck bestimmt.

In einer ersten Phase wurden ein AB 0/11, SMA 0/11 S, ABi 0/16, OPA 0/8 und ein GA 0/8 untersucht. Die Auswertung zeigt, dass der Einfluss der zeitlichen Verschiebung von Axial- und Radialdruck nicht vernachlässigt werden darf, auch wenn sie nur in wenigen Fällen signifikant ist. Die Probekörperherstellung liefert für mittels Gyrator hergestellte Probekörper und Marshall-Probekörper geringere Verformungen, als Bohrkern aus walzsektorverdichteten Platten. Probekörper mit einer Höhe von 80 mm - oder zusammengeklebt aus 2x40 mm - weisen höhere Verformungen auf, als solche mit 60 mm Höhe.

In einer zweiten Phase wurden vier Walzasphalte untersucht. Dabei wurde die Prüftemperatur von bisher + 40 °C auf + 50 °C erhöht, was keine Auswirkungen auf die entwickelte Methode zur Ermittlung des Radialdrucks hatte. Eine Erhöhung des Bindemittelgehaltes und die Verwendung von polymermodifiziertem Bindemittel statt Straßenbaubitumen können für einen AB 0/11 S und einen ABi 0/16 S nachgewiesen werden, wogegen ein SMA 0/11 S mit seinem ausgeprägten Korngerüst keinen Einfluss zeigt. Ein Verdichtungsgrad des SMA 0/11 S von 98,6 % zeigt keinen Einfluss, während bei 97,1 % eine signifikante Erhöhung der Verformung ermittelt wurde.

Gussasphalte können auf Grund von erheblich höheren Stützdrücken nur bedingt angesprochen werden.

Schaffung eines Bewertungshintergrundes zur Prognostizierung der Standfestigkeit von Asphalten mit dem Druckschwellversuch - Hauptphase

FA 7.165; Roos, Charif, Karcher; 2002

Ansprache des Verformungswiderstandes von Gussasphalt mit dem dynamischen Eindringversuch mit ebenem Stempel – Weiterentwicklung und Bewertungshintergrund
FA 7.184; Schellenberg, Eulitz; 2000

Vergleich der Prüfverfahren zur Ansprache der Verformungseigenschaften von Asphalt – Grundsätzliches und Beitrag zur Europäischen Normung

FA 7.200; RWTH Aachen, Steinauer; 2006

In diesem Forschungsvorhaben werden Erkenntnisse über die Auswirkungen der Europäischen Normung in der prüftechnischen Ansprache der Verformungseigenschaften von Asphalten in Deutschland erarbeitet. Vorgesehen sind Spurbildungsversuche (Luft- und Wasserbad), Druckschwellversuche und Triaxialversuche nach dem derzeitigen Stand der EN 12697 sowie statische Stempel Eindringversuche nach DIN 1996. Es werden sieben in Deutschland übliche Asphalte untersucht (ABi 0/16 5 und 0/22 5, AB 0/8 und 0/11 5, SMA 0/8 5 und 0/11 5 sowie GA 0/11 5). Jeder dieser Asphalte wird in drei unterschiedlichen Zusammensetzungen, ausgehend von einer optimalen (praxisbewährten) Variante, untersucht. An jeweils sechs Proben dieser Varianten werden die o. g. Versuche durchgeführt. Mit Hilfe einer statischen Betrachtung der Ergebnisse wird die Aussagekraft der Prüfverfahren bewertet, sodass im Idealfall ein geeignetes Prüfverfahren ausgewählt werden kann.

Einfluss der Zugabe von Ausbauasphalten ohne und mit PmB auf die Eigenschaften von Asphaltbindervarianten bei Verwendung von PmB 45 A

FA 7.205; TU Braunschweig, Renken, Lobach; 2006

Das Ziel des Forschungsprojektes war die Beantwortung der Fragestellung, welchen Einfluss die Zugabe von Asphaltgranulaten mit oder ohne PmB auf die mechanischen Eigenschaften eines verdichteten Asphaltbindermischguts 0/16 S mit PmB45 ausübt. Dazu wurden Asphaltbinder 0/16 S mit zwei PmB 45A unterschiedlicher Produzenten hergestellt, die anhand umfassender Bindemittel-Voruntersuchungen aus fünf PmB-Produkten so ausgewählt wurden, dass das Gesamtspektrum der Eigenschaften der marktgängigen PmB 45A erfasst wurde. Gegenstand der systematischen Variation waren die Asphaltgranulatqualität (zum einen mit PmB, zum anderen mit Straßenbaubitumen), Zugabeanteile, Zugabetemperaturen und Nachmischzeiten.

Insgesamt wurden 36 Asphaltbindervarianten mittels Doppelwellen-Zwangsmischer im labortechnischen Maßstab hergestellt, die anhand einer individuellen Abstimmung der Zugabemengen der "frischen" Gesteinskörnungen und PmB 45A hinsichtlich Bindemittelgehalt und Korngrößenverteilung praktisch gleiche Zusammensetzungen -überprüft am Extraktionsergebnis des resultierenden Asphaltes - aufwiesen. An den Probekörpern wurden die wichtigen Asphalteeigenschaften Verdichtungswiderstand, Haftverhalten, Verformungsbeständigkeit, Kälteeigenschaften und Ermüdungsbeständigkeit überprüft.

Prüftechnisches Instrumentarium waren Verdichtungsversuche zur Bestimmung des T-Wertes, Spaltzugversuche zur Überprüfung der Hafteigenschaften, Spurbildungs- und dynamische Stempel Eindringversuch zur Ansprache der Verformungseigenschaften, Zugversuche bei unterschiedlichen Temperaturen und Abkühlversuche für die Überprüfung der Kälteflexibilität sowie einaxiale Zug-Schwellversuche zur Beurteilung der Ermüdungsresistenz.

Anwendungsgrenzen und Präzision des Spurbildungsversuches mit Vollgummirad für Walzasphalte

FA 7.206; Institut Dr. Gauer IngGmbH, Regenstauf; noch nicht abgeschlossen

Vorliegende Forschungsergebnisse zeigen, dass beim Spurbildungsversuch bei Einsatz eines Gummirades statt des in Deutschland üblichen Stahlrades eine genauere, verhaltensorientierte Prüfung von Asphalten möglich ist. Im Rahmen des Projekts sollen konkrete Prüfbedingungen festgelegt und die Präzision des Verfahrens in einem Ringversuch festgestellt werden. Dazu

werden zwei Asphaltbetone, zwei Splittmastixasphalte und zwei Asphaltbinder mit jeweils zwei verschiedenen Bindemittelgehalten nach den Bedingungen der TP A-StB, mit dem Gummirad, im Luft- und im Wasserbad, bei 50 Grad Celsius und bei 60 Grad Celsius geprüft. Anschließend werden in einem Ringversuch Vergleichs- und Wiederholpräzision des Spurbildungsversuches mit dem Vollgummirad bestimmt.

Einfluss von modifizierten Bitumen auf die Kälte- und Ermüdungseigenschaften von Asphalt und deren Veränderung während der Nutzungsdauer

FA 07.208; TU Braunschweig, Renken, Büchler, 2007

Es wurde zunächst ein Alterungsverfahren entwickelt, welches eine laborökonomische und praxisnahe Alterung von Asphalt-Mischgut erlaubt, die Braunschweiger Alterung (BSA). Nach der BSA weisen die Bitumenkenndaten des zurück gewonnenen Bitumens auf eine Alterung hin, die zwischen denen des RTFOT-Verfahrens und des PAV-Verfahrens liegen.

An 11 polymermodifizierten Bitumen und einem Straßenbaubitumen wurden in drei Alterungsstufen konventionelle und performance-orientierte Prüfverfahren (KD, DSR, BBR) durchgeführt. Daraus wurden 7 Bitumen ausgewählt, mit denen bei ansonsten gleicher Zusammensetzung SMA 0/8 S hergestellt wurde. Vor und nach der BSA wurden prismatische Probekörper hergestellt, an denen Abkühl- und Zugversuche sowie Zugschwellversuche und teilweise auch 4-Punkt-Biegeversuche durchgeführt wurden.

Abschließend erfolgte eine Korrelation der zuvor gewonnenen Bitumenkenndaten mit den Ergebnissen der Kälte- und Ermüdungsversuche.

Die BSA, d.h. der Einfluss der Nutzungsdauer, bewirkt für das Kälteverhalten eine gleichmäßige Verschiebung der Ergebnisse bis zu 5 K in einen höheren Temperaturbereich und damit ein schlechteres Kälteverhalten. Die kryogene Spannung und die Zugfestigkeiten können anhand der Bitumenkenndaten gut abgeschätzt werden.

Beim Ermüdungsverhalten wirkt sich Alterung im Temperaturbereich über dem Gefrierpunkt positiv und darunter negativ aus. Lediglich die Anzahl der ertragbaren Lastimpulse bei $T = +5 \text{ °C}$ lassen sich anhand der Bitumenkenndaten abschätzen.

Mit dem 4-Punkt-Bieger gemäß DIN EN 12697-24 wurde ein reduziertes Versuchsprogramm untersucht. Es konnte ein Zusammenhang mit den Ergebnissen der Zugschwellversuche – insbesondere dem Elastizitätsmodul - ermittelt werden.

Resultierend wurde festgestellt, dass insbesondere die hoch modifizierten Bitumen der Sorte PmB 40/100-65 H ein deutlich besseres Kälteverhalten und bereichsweise auch ein besseres Ermüdungsverhalten aufweisen. Aufgrund der großen Bereichsspannen der unterschiedlichen Bitumen-Produkte ist es von großer Bedeutung die jeweiligen Bindemittleigenschaften bei der Wahl des polymermodifizierten Bitumens zu berücksichtigen.

Verwendung von Fräsasphalt aus Offenporigen Asphaltdeckschichten auf möglichst hohem Wertschöpfungsniveau

FA 7.212; TU Braunschweig, Renken, Lobach; noch nicht abgeschlossen

Offenporige Asphalte wurden in den letzten Jahren verstärkt eingesetzt und fallen zukünftig als Fräsasphalte in nicht unerheblichen Mengen an. Bislang bestehen aber Unsicherheiten bei der Wiederverwertung, insbesondere wegen des Alterungszustandes in der Bitumenphase. Um diese Unsicherheit zu beseitigen werden zunächst die Bindemittel von 5 OPA-Fräsasphalten umfassend untersucht. Anschließend werden Splittmastixasphalte und Asphaltbindervarianten unter Verwendung der 5 OPA-Fräsasphalte und unter Variation der Zugabeparameter hergestellt. An den resultierenden Asphaltgemischen werden die wichtigen Eigenschaften Verformungsverhalten, Kälteflexibilität, Ermüdungsresistenz und Hafteigenschaften überprüft. Anhand der Prüfergebnisse werden abschließend Empfehlungen für die Verwertung von Fräsasphalten aus Offenporigen Asphaltdeckschichten formuliert.

4.4 Asphalt-schichten

Grundlagen zur Festlegung von Grenzwerten für den Schichtenverbund

FA 7.182; TU Darmstadt, Bald, Grätz, Stöckert; 2001

Mangelhafter Schichtenverbund zwischen der Tragschicht, der Binderschicht und der Deckschicht kann im Zusammenwirken mit anderen ungünstigen Randbedingungen zu vorzeitigen Verformungen oder strukturellen Schädigungen der Asphaltbefestigungen führen. In den vergangenen Jahren wurde die Prüfung „Schichtenverfahren nach Leutner“ im Rahmen von Forschungsaufträgen in Laboratorien getestet sowie die Prüftoleranz und ein Bewertungshintergrund ermittelt. Aufgrund nicht ausreichender Datenkollektive konnte jedoch noch keine Festlegung von Anforderungswerten in dem Technischen Regelwerk erfolgen. Die Ergebnisse der Ringanalyse zeigen einen statistischen Zusammenhang zwischen der Scherkraft und der Standardabweichung, jedoch keinen Zusammenhang zwischen Scherweg und Standardabweichung. Auf der Grundlage der vorliegenden Forschungsergebnisse wird für das Standardprüfverfahren nach Leutner die Aufnahme eines Prüffehlers, die Festlegung von Grenzwerten für die Scherkraft zwischen 16 kN und 25 kN sowie von Grenzwerten für den Scherweg von 1,0 bis 4,0 mm zur Aufnahme in die Arbeitsanleitung ALP-A, Teil 4, FGSV 1999, vorgeschlagen.

4.5 Oberflächeneigenschaften

Mögliche Bremsverzögerungen in Abhängigkeit von der Straßengriffigkeit

FA 2.209; Roos, Zimmermann, von Loeben; 2004

5 Forschungsbedarf auf nationaler Ebene

Die Dimensionierung des Straßenoberbaus und die Auswahl geeigneter Asphalte erfolgt nach den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen,, (RStO 01) und den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Asphalt“ (ZTV Asphalt-StB 07).

In diesen Regelwerken werden der Schichtenaufbau, die Auswahl eines geeigneten Asphalt-Mischgutes sowie die Zusammensetzung bezüglich der Korngrößenverteilung und Wahl des Bindemittels in relativ engen Grenzen festgelegt.

Diese Festlegung erfolgte aufgrund eines großen empirischen Erfahrungshintergrundes.

Mit Inkrafttreten der neuen national umgesetzten, europäischen Regelwerke soll jedoch ein anderer Ansatz verfolgt werden. Die Zielsetzung besteht darin, den Auftragnehmern frei zustellen, welcher Schichtenaufbau und welches Mischgut in welcher Zusammensetzung eingesetzt wird. Dafür wird die geforderte Gewährleistungszeit deutlich verlängert. Die Umsetzung der Europäischen Normen stellt einen ersten Schritt in diese Richtung dar.

Durch diesen neuen Ansatz sind Erfahrungen über das Materialverhalten bezüglich Verformungsverhalten, Ermüdungsverhalten, Kälteverhalten aber auch hinsichtlich einer Alterung erforderlich. Mit den bisher eingesetzten Standard-Prüfverfahren sind Kenntnisse über das Materialverhalten nur bedingt zu erlangen, da diese bisher ihren Schwerpunkt auf die Überprüfung des Einflusses der Zusammensetzung legten.

Die einzuführenden Europäischen Normen bieten bereits Prüfverfahren an, mit denen das Verhalten von Asphalt bezüglich Verformung (DIN EN 12697-25) und Ermüdung (DIN EN 12697-24) ermittelt werden kann. Hier fehlt noch ein Bewertungshintergrund für die in Deutschland eingesetzten Asphalte. Des Weiteren sollten Prüfverfahren, welche für die Normierung im europäischen Rahmen vorgeschlagen werden sollen, auf ihre internationale Anwendbarkeit bzw. Akzeptanz optimiert werden (speziell Versuche zum Kälteverhalten).

Somit besteht ein dringlicher Forschungsbedarf für die zur Zeit in Deutschland eingesetzten Asphalte bezüglich performance-basierender Prüfverfahren und deren Validierung in der Praxis.

6.1 Konkrete Vorschläge für Folgeprojekte

Für vergleichende Untersuchungen mit einem Schichtenaufbau für hoch belastete Straßen wird ein Schichtenaufbau gemäß Tafel 1, Zeile 1, Bauklasse SV der RStO 01, bei alleiniger Variation der Art der Asphaltdeckschicht, mit den folgenden Asphalten vorgeschlagen:

Variante 1:

4 cm	Deckschicht	SMA 8 S (PmB 25/55-55)
8 cm	Binderschicht	AC 22 B S (PmB 25/55-55)
22 cm	Tragschicht	AC 32 T S (50/70)
	Frostschuttschicht $E_{v2} \geq 120$ MPa	

Variante 2:

4 cm	Deckschicht	PA 8 S (PmB 40/100-65H)
	Bitumendichtungsschicht	
8 cm	Binderschicht	AC 22 B S (PmB 25/55-55)
22 cm	Tragschicht	AC 32 T S (50/70)
	Frostschuttschicht $E_{v2} \geq 120$ MPa	

Variante 3:

4 cm	Deckschicht	MA 11 S (PmB 25/55-55)
8 cm	Binderschicht	AC 22 B S (PmB 25/55-55)
22 cm	Tragschicht	AC 32 T S (50/70)
	Frostschuttschicht $E_{v2} \geq 120$ MPa	

Für die Durchführung eines gemeinsamen Folgeprojektes ist zu überprüfen, ob zusätzlich zwei Varianten mit einem Aufbau nach Zeile 3 der RStO 01 eingesetzt werden können.

6.2 Prüfverfahren

Gemäß Regelwerk (TL Asphalt-StB 07 und RStO 01) werden folgende Anforderungen gestellt bzw. sind folgende Prüfungen durchzuführen:

Planum:	$E_{v2} \geq 45$ MPa
Frostschuttschicht:	$E_{v2} \geq 120$ MPa
Schottertragschicht:	$E_{v2} \geq 150$ MPa, $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$
Asphalttragschicht:	Korngrößenverteilung, Bindemittelgehalt, Hohlraumgehalt am Marshall-Probekörper (MPK), Erweichungspunkt Ring und Kugel des Bindemittels, Anteil gebrochener Kornoberflächen und Fließkoeffizient.
Asphaltbinderschicht:	Korngrößenverteilung, Bindemittelgehalt, Hohlraumgehalt am Marshall-Probekörper (MPK), Erweichungspunkt Ring und Kugel des Bindemittels, Anteil gebrochener Kornoberfläche, Fließkoeffizient, Spurrinntiefe und Hohlraumfüllungsgrad.
Asphaltdeckschicht:	- Splittmastixasphalt (SMA) Korngrößenverteilung, Bindemittelgehalt, Hohlraumgehalt am MPK, Hohlraumfüllungsgrad, Erweichungspunkt Ring

und Kugel des Bindemittels, Anteil gebrochener Kornoberflächen, Widerstand gegen Zertrümmerung und Fließkoeffizient.

- Gussasphalt (MA)
Korngrößenverteilung, Bindemittelgehalt, Erweichungspunkt Ring und Kugel des Bindemittels, Anteil gebrochener Kornoberflächen, Widerstand gegen Zertrümmerung, Fließkoeffizient, statische Eindringtiefe und dynamische Eindringtiefe.
- Offenporiger Asphalt (PA)
Korngrößenverteilung, Bindemittelgehalt, Hohlraumgehalt am MPK, Erweichungspunkt Ring und Kugel des Bindemittels, Anteil gebrochener Kornoberflächen und Widerstand gegen Zertrümmerung.

Neben diesen zur Erlangung der CE-Kennzeichnung erforderlichen Prüfungen gemäß TL Asphalt-StB 07 sollten die folgenden fundamentalen Prüfverfahren (wahlweise) angewandt werden:

- Verformung: - Triaxialversuch gemäß DIN EN 12697-25 B
- Dynamischer Stempelleindringversuch (TP-DSEV)
- Spurbildungsversuch gemäß DIN EN 12697-22 (kleines Gerät, Luftbad, Gummirad)
- Ermüdung: - 4-Punkt-Biegeversuch gemäß DIN EN 12697-24
- Zug-Schwellversuche gemäß österreichischen / deutschen Verfahrensbeschreibung
- Kälteverhalten: - Zug- und Abkühlversuche gemäß österreichischer/deutscher Verfahrensbeschreibung
- Steifigkeit: - Zugversuche (DT-PR), 4-Punkt-Biegeversuch (4PB-PR) und Spaltzug-Schwellversuch gemäß DIN EN 12697-26.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
VIENNA
UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY

Institut für Straßenbau und
Straßenerhaltung
Gußhausstraße 28
1040-Wien
www.istu.tuwien.ac.at

Auswahl geeigneter Asphaltmischgüter und Bindemittel für optimierte Oberbaukonstruktionen State of the Art DACH – Initialprojekt

Schlussbericht Österreich

im Auftrag von



Bundesministerium für Verkehr, Innovation und
Technologie
Straßenforschungsauftrag FA 3.324



Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs
AG

erstellt von

Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. techn. **Ronald BLAB**
Projektass. Dipl. Ing. **Barbara GAGLIANO**
Univ. Ass. Dipl.- Ing. Dr. techn. **Karl KAPPL**

Wien, im August 2007

Inhaltsverzeichnis

-	ABKÜRZUNGEN	121
-	KURZFASSUNG, RÉSUMÉ, ABSTRACT	123
1	EINLEITUNG	127
	1.1 Problemstellung	127
	1.2 Ziele des Projekts	127
	1.3 Methodik	128
2	STAND DER NORMUNG IN ÖSTERREICH	129
	2.1 Allgemeines	129
	2.2 Quantifizierung und Bewertung der Massgeblichen Schwerverkehrsbelastung	130
	2.3 Zuordnung zu Lastklassen	130
	2.4 Wahl des Mischgutes	131
	2.5 Anforderungen an Mineralstoffe	132
	2.6 Anforderungen an Bitumen	136
	2.6.1 Anforderungen an Strassenbaubitumen	136
	2.6.2 Anforderungen an polymermodifizierte Bitumen	137
	2.6.3 Anforderungen an Hartbitumen	140
	2.7 Anforderungen an das Mischgut	140
	2.7.1 Anforderungen an Asphaltbeton (AC deck, AC trag und AC binder)	141
	2.7.2 Anforderungen an Splittmastixasphalt (SMA)	145
	2.7.3 Anforderungen an offenporigen Asphalt (PA)	146
	2.7.4 Anforderungen an Gussasphalt	147
	2.8 Anforderungen an ungebundene und hydraulisch gebundene Tragschichten	148
	2.9 Anforderungen an bituminöse Schichten	150
	2.10 Anforderungen an den Schicht- und Lagenverbund	152
	2.11 Anforderungen an die Oberflächeneigenschaften	152
3	REZEPTURERSTELLUNG FÜR ASPHALTMISCHGUT (MIX DESIGN)	155
	3.1 Empirischer Ansatz	155
	3.2 Fundamentaler (Gebrauchsverhaltensorientierter) Ansatz	156

4	AKTUELLE FORSCHUNGSPROJEKTE IN ÖSTERREICH	161
4.1	Verkehrsbelastung	161
4.2	Komponenten	161
4.2.1	Bindemittel	161
4.2.2	Gestein	162
4.2.3	Zusätze	162
4.3	Mischgut	162
4.4	Bituminöse Schichten	163
4.5	Oberflächeneigenschaften	163
5	IDENTIFIKATION VON FORSCHUNGSBEDARF AUF NATIONALER EBENE	165
6	BEWÄHRTE ASPHALTMISCHGÜTER FÜR HOCH BELASTETE STRASSEN IN ÖSTERREICH	167
7	ZUSAMMENFASSENDE FOLGERUNGEN	169
7.1	Stand der Normung in Österreich	169
7.2	Praktische Vorgangsweise bei der normativen Umsetzung in Österreich	169
7.3	Bewährte Oberbaukonstruktionen und Mischgüter in Österreich	170
7.4	Forschungsbedarf	170
7.5	Vorschläge für einen Schichtenaufbau hoch belasteter Strassen	170
7.6	Vorschläge für das Prüfprogramm	172
-	LITERATUR	173

Abkürzungen und Begriffe

AB	Asphaltbeton (Walzasphalt), Bezeichnung lt. RVS 08.97.05
AC binder, H1	Hochstandfeste Bituminöse Tragschicht, Bezeichnung gem. EN 13108-1
AC deck, A1	Asphaltbeton für Deckschichten, Bezeichnung gemäß EN 13108-1
AC deck, A1, G7	
AC trag, T1, G4	Bituminöse Tragdeckschichten, Bezeichnung gemäß EN 13108-1
AC deck A2	Polymermodifizierter Deckschichtasphalt, Bezeichnung gem. EN 13108-1
AC deck, A3	Asphaltbeton für Dünnschichtdecken, Bezeichnung gemäß EN 13108-1
AC trag, T1	
AC trag, T2	Bituminöse Tragschicht, Bezeichnung gemäß EN 13108-1
AC trag, T3	
B	Potenzwert der Kriechkurve im Triaxialversuch gem. EN 12697-25
BBTM 5A	
BBTM 8B	Lärmmindernde Dünnschichtdecke heiß, Bezeichnung gemäß EN 13108-1
BNLW	Bemessungsnormlastwechsel gemäß RVS 03.08.63
BT	Bituminöse Tragschicht
BTD	Bituminöse Tragdeckschicht
BT HS	Hochstandfeste Bituminöse Tragschicht
CEN	Europäisches Komitee für Normung (Comité Européenne de Normalisation)
D	Obere Siebgröße gem. ÖNORM EN 13108-1:2006
DA	Drainasphalt
DDH	Dünnschichtdecke heiß
EN	Europäische Norm, herausgegeben von CEN
EP	Eignungsprüfung/Erstprüfung
f	Belastungsfrequenz
F	Marshall-Fließwert
f_{cmax}	Kriechgeschwindigkeit gem. ÖNORM EN 13108-20:2006
FSV	Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße-Schiene-Verkehr
H_{bit}	Hohlraumgehalt
$H_{M,bit}$	Hohlraumgehalt des Gesteinsgerüstes
HFB	Auffüllungsgrad
ISTU	Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung, TU-Wien
ITSR	Indirect Tensile Strength Ratio (Mindestspaltzugfestigkeitsverhältnis) gemäß EN 12697-12:2006
JDTLV	Jährlich durchschnittlicher täglicher Lastverkehr gemäß RVS 03.08.63
JDTV	Jährlich durchschnittlicher täglicher Verkehr gemäß RVS 03.08.63
LDDH	Lärmmindernde Dünnschichtdecke heiß
LK	Lastklasse gemäß RVS 03.08.63
$NLW_{tägl}$	Durchschnittlich tägliche Normlastwechsel gemäß RVS 03.08.63
NR	No Requirement
ÖNI	Österreichisches Normungsinstitut
ÖNORM	Österreichische Norm, herausgegeben von ÖNI
PA	Drainasphalt, Bezeichnung gemäß EN 13108-7
pmAB	Polymermodifizierter Walzasphalt
PmB	Polymermodifiziertes Bitumen
RVS	Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau, herausgegeben von der FSV; werden teilweise vom Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten (BMwA) bzw. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Sektion Infrastruktur, für Bundesstraßen verbindlich erklärt
SD	Solldicke
SMA	Splittmastixasphalt
SMA S1	Splittmastixasphalt, Bezeichnung gemäß EN 13108-1
SMA S2	Splittmastixasphalt mit erhöhter Makrorauhigkeit, Bez. gem. EN 13108-1
SMA S3	lärmmindernder Splittmastixasphalt, Bezeichnung gemäß EN 13108-1
T	Marshall-Tragwert
β	Festigkeit nach Lagerung in chemischem Auftaumittel gem. ÖNORM EN 12697-41:2005
ϵ_{axial}	axiale Dehnung im Triaxialversuch gem. EN 12697-25
$\epsilon_{axial,10000}$	bleibende Verformung nach 10.000 Lastwechseln im Triaxialversuch gem. EN 12697-25
ϵ_6	Mikrodehnung gem. ÖNORM EN 13108-20:2006

Kurzfassung

Mit März 2008 treten die neuen harmonisierten Europäischen Normen betreffend die Anforderungen an Asphaltmischgüter in Kraft. Die Umsetzung dieser Normen in den jeweiligen nationalen Normenwerken erfolgt derzeit auf sehr unterschiedliche Weise. Im Rahmen des gegenständlichen DACH – Initialprojekts soll der Wissensaustausch zwischen den drei Ländern ermöglicht und damit mögliche Doppelgleisigkeiten in der bei der Einführung dieser Normen erforderlichen Forschung vermieden werden.

Zu diesem Zweck werden zunächst der Stand der Umsetzung in das nationale österreichische Normenwerk dargestellt und diesbezügliche Wissens- und Forschungsdefizite aufgezeigt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf die Auswirkung der neuen Asphaltnormen auf die Konzeption von bewährten Mischgütern für hoch beanspruchte Straßenkonstruktionen. Durch die Einführung sogenannter fundamentaler Anforderungen an Bindemittel und Mischgut, die sich auf wesentliche Gebrauchseigenschaften wie Widerstand gegen Spurrinnenbildung oder die Ermüdungsfestigkeit beziehen, stehen in Österreich dazu erstmals verbesserte Instrumente zur Optimierung des bituminösen Oberbaus zur Verfügung. Dazu ist allerdings noch die Erstellung eines ausreichenden Bewertungshintergrunds für diese gebrauchsverhaltensorientierten Prüfmethode notwendig.

Ein wesentliches Ziel ist daher, die fundamentalen Prüfmethode und Anforderungen an Mischgüter länderübergreifend zu akkordieren und gegebenenfalls zu vereinheitlichen. Auf deren Grundlage kann in der Folge eine verbesserte Methodik für das Mix Design von Asphaltmischgütern entwickelt werden. Die dazu derzeit in Österreich angewandte empirische Methode wird kurz dargestellt und die ersten neuen Ansätze für eine verbesserte Methodik unter Einbeziehung der funktionalen Anforderungen aufgezeigt. In der Folge sollen die entwickelten Ansätze eines gebrauchsverhaltensorientierten Mix Design an einer gemeinsamen Versuchsstrecke mit hoher Verkehrsbelastung erprobt und validiert werden. Dafür werden im gegenständlichen Teilbericht erste Vorschläge für mögliche Aufbauten entwickelt.

Résumé

Rapport final d'ensemble

A partir de mars 2008 les nouvelles normes européennes harmonisées entrent dans les faits à l'égard des exigences aux matériaux bitumineux. La transformation de ces normes en collections respectives nationales des normes a lieu au moment à une manière très différente. Dans le cadre du projet présent initial DACH (Allemagne, Autriche, Suisse) on doit permettre l'échange de connaissances entre les trois pays pour qu'on puisse éviter les possibilités à double voie à l'introduction de ces normes à la recherche nécessaire.

A cette fin on présente d'abord la situation de la transformation en collection nationale autrichienne des normes et on montre à ce sujet les déficits des connaissances et de la recherche. Le point capital s'en trouve à l'effet des nouvelles normes d'asphalte à la conception des matériaux bitumineux prouvés pour des constructions de la route, très haut fatiguées. Par l'introduction des exigences, dit fondamentales aux liants et aux matériaux mélangés, qui se rapportent aux qualités essentielles de l'utilisation comme à la résistance contre l'orniérage ou à la résistance à la fatigue, des instruments améliorés sont, pour la première fois, à la disposition en Autriche, pour l'optimisation de la superstructure bitumineuse. En ce cas là, il est surtout nécessaire d'établir un fond suffisant d'évaluation pour ces méthodes reliées aux performances.

Par conséquent un but essentiel est d'accorder de portée nationale les méthodes fondamentales d'examen et les exigences aux matériaux mélangés et le cas échéant de les standardiser. Sur leur base on peut développer à la suite une méthodologie améliorée pour la formulation (Mix Design) des matériaux bitumineux. La méthode empirique, utilisée au présent en Autriche se représente d'une façon brève et on montre les premières bases nouvelles pour une méthodologie améliorée sous l'intégration des exigences fonctionnelles. Dans la suite on doit éprouver et valider les bases développées d'une formulation (Mix Design), reliée aux performances à une section ensemble expérimentale avec une haute intensité de la circulation. On en a développé au rapport présent partiel des premières propositions pour des constructions possibles.

Abstract

In March 2008 the new harmonized European Standards regarding the requirements for asphalt mixes came into effect. Currently these standards are being included in the respective national standards in very different ways. The current D-A-CH Initial Project should enable the three countries to exchange their knowledge in order to avoid redundancies in the research which is necessary for the implementation of the standards.

In the first step the level of implementation and inclusion of the European Standards into the Austrian Standards is described and the related deficiencies in research knowledge are identified, focusing on the impact of the new asphalt standards on the composition of asphalt mixes used for road structures exposed to high load. Because of the implementation of the so called “fundamental requirements” for binding agents and mixes, which concern essential usage properties such as resistance to lane groove formation and fatigue strength, improved tools for optimizing bituminous pavements are available for the first time in Austria. However, an adequate evaluation basis for these usage property oriented test methods has yet to be developed.

Hence it is an essential aim to bring conformity to the fundamental test methods and requirements for mixed materials for all three of the countries and, if necessary, to align them. On this basis the mix design methodology used for asphalt mixes can be improved. The related empirical method currently used in Austria is outlined and the first step towards the implementation of an improved methodology which includes function-related requirements is identified. Subsequently, the developed methodology for designing usage property oriented mixes will be tested and evaluated on a shared test track with high traffic load. For this purpose first suggestions for possible road pavement designs have been developed and described in this sub-report.

1 Einleitung

Eines der wichtigsten Ziele in der aktuellen asphalttechnologischen Forschung ist die Verbesserung der Qualität von Asphaltmischgütern und hier besonders die Optimierung bituminöser Mischgüter. In den letzten Jahrzehnten stiegen sowohl das Verkehrsaufkommen, als auch die Achslasten stetig an. Damit verbunden sind immer höhere Erhaltungs- und Erneuerungskosten und immer häufigere Verkehrsbehinderungen durch Baustellen. Durch die Optimierung des Asphaltmischgutes für den jeweiligen Anwendungsfall sollen qualitativ hochwertige Asphaltdecken eingesetzt und somit die Erhaltungsmaßnahmen minimiert werden.

In Europa wurde auf diese Entwicklung oft auf sehr unterschiedliche Art durch die Verbesserung von Prüfmethoden und den Methoden des Mix Design von Asphalten reagiert. Die nationalen Normen und Richtlinien unterscheiden sich daher nicht nur hinsichtlich der Kenngrößen und Grenzwerte, sondern auch hinsichtlich der Methodik im Prüfwesen in hohem Maße. Die harmonisierte Europäische Normung hinsichtlich der Anforderungen an Asphaltmischgut bringt nun die Gelegenheit, diesen Mangel zu beheben. Dennoch gab es bisher noch keine nennenswerten Kooperationen der Länder. Mit dem DACH (Deutschland, Österreich, Schweiz) - Initialprojekt „Auswahl geeigneter Asphaltmischgüter und Bindemittel für optimierte Oberbaukonstruktionen“ soll ein erster Schritt in diese Richtung gemacht werden.

1.1 Problemstellung

Mit dem Jahr 2008 treten in Deutschland, Österreich und der Schweiz die neuen Europäischen Normen für Asphaltmischgut in Kraft. Die Umsetzung dieser Normen in den jeweiligen nationalen Normenwerken erfolgt derzeit auf sehr unterschiedliche Weise und ohne nennenswerten Wissensaustausch zwischen den drei Ländern. Dies führt einerseits zu nicht oder nur unzureichend vergleichbaren Forschungsergebnissen in den damit verbundenen Initiativen der Straßenforschung, andererseits aber auch zu Doppelgleisigkeiten in der Forschung.

1.2 Ziele des Projektes

Um die Umsetzung der Europäischen Normen in die nationalen Normenwerke von Deutschland, Österreich und Schweiz so effizient wie möglich zu gestalten, soll koordiniert vorgegangen werden. Die Ziele des Projektes können dem entsprechend wie folgt formuliert werden:

- Den Stand der jeweiligen nationalen Normenwerke erfassen:
 - Definition hoch belasteter Straßenabschnitte
 - Kenngrößen und Grenzwerte (hinsichtlich Lärm, Spurrinnen, Griffbarkeit, usw.)
 - Normanforderungen an das Mischgut für hoch belastete Straßen
- Etwaige Defizite in der Normung feststellen
- Wissenslücken aufzeigen
- Auf Ebene der angewandten Straßenforschung die Zusammenarbeit zwischen den Ländern verstärken, um diese Defizite länderübergreifend ausgleichen zu können

Vorschläge für typische Oberbaukonstruktionen in Asphaltbauweise für ein geplantes Folgeprojekt ausarbeiten

1.3 Methodik

Es werden zunächst drei Teilberichte verfasst (Deutschland, Schweiz und Österreich), die sich mit den Grundlagen der jeweiligen nationalen Normenwerke und dem Stand der Umsetzung der Europäischen Normen auf nationaler Ebene auseinandersetzen. In einem Synthesebericht werden anschließend die Teilberichte der drei Länder vergleichend gegenübergestellt.

Der vorliegende Teilbericht befasst sich mit dem Stand der Normung und aktuellen Forschungsprojekten in Österreich. Es werden folgende Themenbereiche behandelt:

- Stand der Normung in Österreich
- Quantifizierung und Bewertung der maßgeblichen Schwerverkehrsbelastung
- Aktuelle Forschungsprojekte in Österreich
- Forschungsbedarf auf nationaler Ebene

Bewährte Asphaltmischgüter für hoch belastete Straßenabschnitte in Österreich

2 Stand der Normung in Österreich

2.1 Allgemeines

Das Österreichische Normungsinstitut hat die Europäischen Normen (EN) in den ÖNORMen größtenteils übernommen. Die ÖNORMen bestehen dem entsprechend aus einem nationalen Deckblatt, eventuell mit nationalem Vorwort, und der deutschsprachigen Fassung der Europäischen Norm. Mittlerweile existieren fast alle für den Straßenbau relevanten EN auch als ÖNORM.

Die Normengruppe ÖNORM EN 13108 (Asphalt – Anforderungen) sind gemeinsam mit den nationalen Anwendungsdokumenten (Umsetzungsdokumente zu den EN 13108 Normen) Ende 2006 als ÖNORM B 3580-1 bis B 3586 erschienen (siehe Tabelle 1). Ab diesen Zeitpunkt konnten in Österreich somit Asphaltmischguttypen angeboten und ausgeschrieben werden, die der Europäischen Erstprüfungsnormen entsprechen und das CE Kennzeichen besitzen. In einer ca. einjährigen Übergangsfrist, die bis zum 01.03.2008 dauern wird, können in Österreich parallel Asphalte, die entweder gemäß Erstprüfungen nach den EN 3108 Normen oder nach der bisher gültigen österreichischen Richtlinien RVS 08.97.05 (RVS – Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, Anforderungen an Asphaltmischgut) erstellt wurden, verwendet werden. Nach dieser Übergangsfrist müssen alle in Österreich verwendeten Asphaltmischguttypen das CE Kennzeichen gemäß EN 13108 Normen besitzen, wenn sie im österreichischen, wie auch im EU Binnenmarkt gehandelt und eingebaut werden sollen.

Tabelle 5: Gegenüberstellung Reihe ÖNORM EN 1 3108 und Reihe ÖNORM B 3580 [ÖNORM EN 13108-1]

ÖNORM EN	Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen	ÖNORM B	Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen
13108-1	Asphaltbeton	3580-1	Asphaltbeton – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-1 – Empirischer Ansatz
		3580-2	Asphaltbeton – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-1 – Funktionaler Ansatz
13108-2	Asphaltbeton für sehr dünne Schichten	3581	Asphaltbeton für sehr dünne Schichten – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-2
13108-3	Softasphalt	3582	Softasphalt – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-3
13108-4	Hot Rolled Asphalt	3583	Hot Rolled Asphalt – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-4
13108-5	Splittmastixasphalt	3584	Splittmastixasphalt – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-5
13108-6	Gussasphalt	3585	Gussasphalt – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-6
13108-7	Offenporiger Asphalt	3586	Offenporiger Asphalt – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-7
13108-8	Ausbauasphalt	¹⁾	
13108-20	Erstprüfung	¹⁾	
13108-21	Werkseigene Produktionskontrolle	¹⁾	
¹⁾ Umsetzung in den ÖNORMEN B 3580-1 bis B 3586.			

Derzeit befindet sich die ÖNORM B 3580 – Serie wieder in Überarbeitung.

Neben den ÖNORMen, welche ausschließlich die Anforderungen an das Mischgut regeln, haben in Österreich die RVS (Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen) Gültigkeit. So werden

z.B. für die Zuordnung zu Lastklassen und die Festlegung von Anforderungen an eingebaute Schichten die RVS herangezogen.

2.2 Quantifizierung und Bewertung der maßgeblichen Schwerverkehrsbelastung

Gemäß RVS 03.08.63 gehen verschiedene Fahrzeugkategorien in Form von Äquivalenzwerten \ddot{A}_i in die Berechnung der Bemessungsnormlastwechsel ein. Die BNLW sind definiert als Verkehrsbelastung auf dem höchstbelasteten Fahrstreifen, ausgedrückt durch die äquivalente Anzahl von Übergängen der Normachslast von 100 kN (= Referenzachslast in Österreich) während der Bemessungsperiode. Sie errechnen sich wie folgt:

$$BNLW = NLW_{\text{tägl}} \cdot R \cdot V \cdot S \cdot 365 \cdot n \cdot z$$

wobei

$NLW_{\text{tägl}}$durchschnittlich tägliche Normlastwechsel (Übergänge der Normlast von 100 kN) für den gesamten Querschnitt zum Zeitpunkt der Verkehrsübergabe. Sie errechnen sich bei Kenntnis des jährlich durchschnittlichen täglichen Verkehrs $JDTV_i$ der Fahrzeugkategorie i im gesamten Querschnitt zum Zeitpunkt der Verkehrsübergabe aus:

$$NLW_{\text{tägl}} = \sum_i JDTV_i \cdot \ddot{A}_i$$

\ddot{A}_i mittlerer Äquivalenzwert der jeweiligen Fahrzeugkategorie gemäß Tabelle 1 (RVS 03.08.63); Werte reichen von 0,70 für LKW ohne Anhänger bis 1,40 für Städtischen Niederflurgelenkbus

Wenn keine Ergebnisse aus Verkehrszählungen mit Unterscheidung der Fahrzeuge in Fahrzeugkategorien i vorliegen, errechnen sich die $NLW_{\text{tägl}}$ aus:

$$NLW_{\text{tägl}} = JDTLV_{\text{ges}} \cdot \ddot{A}_{JDTLV}$$

$JDTLV_{\text{ges}}$ jährlich durchschnittlicher täglicher Lastverkehr (LKW, LKW-ähnliche Fahrzeuge und Busse je 24 Std., alle Tage) für den gesamten Querschnitt zum Zeitpunkt der Verkehrsübergabe; ermittelt über Zählungen bzw. aufgrund von Abschätzungen über $JDTV$ -Wert und Lastverkehrsanteil

\ddot{A}_{JDTLV} mittlerer Äquivalenzwert des $JDTLV$ -Kollektivs für die entsprechende Straßenkategorie (Autobahnen: 1,00; sonstige Straßen: 0,9)

RRichtungsfaktor für die Aufteilung des Lastverkehrs auf die Fahrtrichtungen (0,5 bei gleichmäßiger Aufteilung des Lastverkehrs auf beide Fahrtrichtungen)

VFaktor zur Berücksichtigung der Verteilung des Lastverkehrs auf mehrere Richtungsfahrstreifen (1,0 bei 1 bzw. 2 Richtungsfahrstreifen; 0,9 bei 3 oder mehr Richtungsfahrstreifen)

SFaktor zur Berücksichtigung der Fahrspurverteilung innerhalb des Fahrstreifens in Abhängigkeit von der Fahrstreifenbreite (Tabelle 3, RVS 03.08.63)

nBemessungsperiode in Jahren (Regelfall 20 Jahre für bituminöse Befestigungen, Pflasterstein- und Pflasterplattendecken bzw. 30 Jahre bei Betondecken)

zZuwachsfaktor unter Berücksichtigung einer jährlichen Zuwachsrate p (%).

$$z = \frac{q^n - 1}{n \cdot (q - 1)} \quad \text{mit } q = 1 + \frac{p}{100}$$

Grundsätzlich sind für den Ansatz des Zuwachsfaktors Ergebnisse von Verkehrszählungen bzw. Verkehrsprognosen heranzuziehen. Liegen keine Zählungen vor, ist von einer mittleren jährlichen Zuwachsrate bei Autobahnen von $p = 3\%$ und bei sonstigen Straßen von $p = 1\%$ auszugehen.

2.3 Zuordnung zu Lastklassen

Die Zuordnung zu Lastklassen erfolgt gemäß RVS 03.08.63. Es werden sieben Lastklassen (LK) definiert (Tabelle 2). Die Zuordnung zu einer Lastklasse ist von den berechneten Bemessungsnormlastwechseln (BNLW) abhängig (siehe Kapitel 2.2).

Tabelle 6: Lastklassen gemäß RVS 03.08.63

Lastklasse	BNLW (in Mio.)
S	> 10 bis 25*
I	4 bis 10
II	1,3 bis 4

III	0,4 bis 1,3
IV	0,1 bis 0,4
V	0,05 bis 0,1
VI	<0,05

*für höhere Belastungen ist eine gesonderte Dimensionierung nötig

Für hoch belastete Straßen sind die Lastklassen LK S und LK I (mit Bemessungsnormlastwechseln von 4 bis 25 Mio.) relevant. Anhand der Zuordnung zu einer Lastklasse können für unterschiedliche Bautypen anschließend die geforderten Mindestdicken der Asphalt-schichten ermittelt werden. Die Abbildung 2 zeigt beispielsweise die Aufbauten der Bautype 1 (Asphaltkonstruktion auf mechanisch stabilisierter oberer und unterer Tragschichte) für die 7 Lastklassen.

Lastklasse (n = 20 Jahre)		S	I	II	III	IV	V	VI
BNLW in Mio.		> 10 bis 25 ⁹⁾	> 4 bis 10	> 1,3 bis 4	> 0,4 bis 1,3	> 0,1 bis 0,4	> 0,05 bis 0,1	≤ 0,05
Bautype 1	bit. Decke + bit. TS	25	23	20	16	13	10	7
	ungeb. obere TS	20	20	20	20	20	20	15
	ungeb. untere TS	30	30	30	30	30	30	30
	UP	UP	UP	UP	UP	UP	UP	UP
	VV	VV	VV	VV	VV	VV	VV	VV

Abbildung 2: Aufbauten der Bautype 1 von Lastklasse S bis VI im österreichischen Bemessungskatalog RVS 03.08.63

2.4 Wahl des Mischgutes

Die Wahl des Mischgutes für hoch belastete Straßenabschnitte erfolgt anhand der in Tabelle 7 zusammengestellten Überlegungen. Die vollständige Kennzeichnung der Asphalte beinhaltet neben der Typbezeichnung auch das nominelle Größtkorn und die Beanspruchung in Form der Lastklasse S, III oder V. Für den vorliegenden Bericht ist nur LK S relevant.

Tabelle 7: Mischgutsorten für hoch belastete Straßenabschnitte

Anforderungen	Tragschichten	Deckschichten	Kurzbeschreibung
Lärm	AC trag	PA, SMA, BBTM	Größtkorn 8, hoher Grobkornanteil und somit größerer Hohlraumgehalt
Drainage	AC trag, AC binder	PA	Verwendung von Drainasphalt mit bis zu 80% Grobkornanteil
Standfestigkeit (Verformungsverhalten)	AC binder	AC deck, A2, SMA, BBTM	Verwendung von PmB in der Tragschicht; geringe Spurrinnenneigung, wartungsarm, für hohe Verkehrsbeanspruchungen
Ermüdung	AC trag AC binder	AC deck, A2, SMA, BBTM	Geringe Ermüdungsanfälligkeit und Rissbildung (bottom-up cracking); Dauerhaftigkeit; geringe Wartungsarbeiten und Instandsetzung
Griffigkeit	-	AC deck	Gewährleistung einer hohen, gleich bleibenden Makro- und Mikrorauheit
Steifigkeit	AC trag AC binder	AC deck, SMA, PA	Auswahl geeigneter Steifigkeitswerte um einerseits Anforderungen an Tieftemperaturverhalten, andererseits an Verformungsverhalten zu erfüllen
Tieftemperaturverhalten	AC trag AC binder	AC deck, SMA, PA, BBTM	Geringe Neigung zur Rissbildung infolge Kältespannungen, wartungsarm

BBTM Lärmmindernde Dünnschichtdecke heiß
 PA..... Drainasphalt
 AC deck, A2..... polymermodifizierter Asphaltbeton
 SMA..... Splitmastixasphalt
 AC trag Tragschichten mit konventionellen Straßenbaubitumen
 AC binder Tragschichten mit modifizierten Bitumen

2.5 Anforderungen an Mineralstoffe

In den EN werden die Prüfverfahren für Gesteinskörnungen in zwei Normengruppen EN 933 und EN 1097 behandelt, welche alle in ihrer deutschen Fassung als ÖNORM EN 933 bzw. ÖNORM EN 1097 übernommen wurden.

Die Anforderungen an die in Mischgütern verwendeten Gesteinskörnungen sind in der Normengruppe ÖNORM B 3580 definiert. Hier werden derzeit Gesteinskörnungsklassen (G1 bis G7) festgelegt (siehe Tabelle 10). Bisher wurden diese Anforderungen in der RVS 08.97.05 (Anforderungen an Asphaltmischgut) zusammengefasst.

Die Gesteinskörnungsklassen G1 bis G3 sind für Deckschichten bzw. Tragdeckschichten (mit erhöhten Anforderungen an die Griffigkeit) zu verwenden, die Gesteinskörnungsklassen G4 bis G7 für Binder-, Trag- und Tragdeckschichten (mit geringen bzw. ohne Anforderungen an die Griffigkeit).

Nach ersten praktischen Erfahrungen mit den derzeit vorgegebenen sieben Gesteinskörnungsklassen wird eine Aufweitung neuer Klassen für Güterwege und untergeordnete Straßen in den einschlägigen Gremien diskutiert.

Tabelle 13: Normengruppe ÖNORM EN 933 und Relevanz in der österreichischen Normung

Bezeichnung der ÖNORM	Relevanz
ÖNORM EN 933-1: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung – Siebverfahren (konsolidierte Fassung), 2006	ja
ÖNORM EN 933-2: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 2: Bestimmung der Korngrößenverteilung – Analysensiebe, Nennweite der Sieböffnungen, 1996	nein
ÖNORM EN 933-3: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 3: Bestimmung der Kornform – Plattigkeitskennzahl, 2004	nein
ÖNORM EN 933-4: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 4: Bestimmung der Kornform – Kornformkennzahl, 2000	ja
ÖNORM EN 933-5: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 5: Bestimmung des Anteils an gebrochenen Körnern in groben Gesteinskörnungen, 2005	ja
ÖNORM EN 933-6: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 6: Fließkoeffizienten von Gesteinskörnungen, 2004	ja
ÖNORM EN 933-7: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 7: Bestimmung des Muschelschalengehaltes – Prozentsatz von Muschelschalen in groben Gesteinskörnungen, 1998	nein
ÖNORM EN 933-8: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 8: Beurteilung von Feinanteilen, Sandäquivalent-Verfahren, 1999	nein
ÖNORM EN 933-9: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 9: Beurteilung von Feinanteilen - Methylenblau-Verfahren, 1999	nein
ÖNORM EN 933-10: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 10: Beurteilung von Feinanteilen, Kornverteilung von Füller (Luftstrahlsiebung), 2001	ja
ÖNORM EN 933-11: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 11: Prüfung zur Einteilung der Bestandteile von rezyklierter grober Gesteinskörnung, 2004	nein

Tabelle 14: Normengruppe ÖNORM EN 1097 und Relevanz in der österreichischen Normung

Bezeichnung der ÖNORM	Relevanz
ÖNORM EN 1097-1: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 1: Bestimmung des Widerstandes gegen Verschleiß (Micro-Deval) (EN 1097-1:1996 + A1:2003), 2004	nein
ÖNORM EN 1097-2: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 2: Verfahren zur Bestimmung des Widerstandes gegen Zertrümmerung (konsolidierte Fassung), 2006	ja
ÖNORM EN 1097-3: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 3: Bestimmung von Schüttdichte und Hohlraumgehalt, 1998	nein
ÖNORM EN 1097-4: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 4: Bestimmung des Hohlraumgehaltes an trocken verdichtetem Füller, 1999	ja
ÖNORM EN 1097-5: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 5: Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung, 1999	nein
ÖNORM EN 1097-6: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 6: Bestimmung der Rohdichte und der Wasseraufnahme (konsolidierte Fassung), 2006	ja
ÖNORM EN 1097-7: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 7: Bestimmung der Dichte von Füller - Pyknometer-Verfahren, 1999	ja
ÖNORM EN 1097-8: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 8: Bestimmung des Polierwertes, 2000	ja
ÖNORM EN 1097-9: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 9: Bestimmung des Widerstandes gegen Verschleiß durch Spikereifen - Nordische Prüfung (konsolidierte Fassung), 2007	nein
ÖNORM EN 1097-10: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 10: Bestimmung der Wassersaughöhe, 2003	nein
ÖNORM EN 1367-1: Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen - Teil 1: Bestimmung des Widerstandes gegen Frost-Tau-Wechsel, 2007	ja
ÖNORM EN 1367-5: Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen - Teil 5: Bestimmung des Widerstandes gegen Hitzebeanspruchung, 2003	nein

Tabelle 10: Anforderungen an Gesteinskörnungen [gemäß Normengruppe ÖNORM B 3580]

Bezug zur ÖNORM EN 13043:2004 und ÖNORM B 3130:2004		Anforderungen						
Merkmal gemäß CE-Kennzeichnung		Gesteinskörnungsklassen bzw. Sollwerte						
Abschnitt		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
4.1.3	Korngrößenverteilung gem. ÖNORM EN 933-1	i. a. Korngruppen 0/1, 0/2, 2/4, 2/5, 4/8, 8/11, 11/16, 16/22			Korngruppen und Gesteinskörnungsgemische zulässig			
4.1.3.2	Korngrößenverteilung gem. ÖNORM EN 933-1 für feine Gesteinskörnungen	G _{Tc} 20			G _{Tc} NR			
4.1.4	Gehalt an Feinanteilen gem. ÖNORM EN 933-1	grob: f_1 fein: f_{16}			grob: f_2 fein: f_{NR}			
4.1.5	Qualität der Feinanteile gem. ÖNORM EN 933-9	MB _f NR						
4.1.6	Kornform von groben Gesteinskörnungen gem. ÖNORM EN 933-4	SI ₁₅			-	-	-	-
	Anteil nicht-kubischer Körner im Anteil ≥ 4 mm gem. ÖNORM EN 933-4 (M-%) bezogen auf die gesamte Gesteinskörnung	-			≤ 20	≤ 25	≤ 30	≤ 20
4.1.7	Anteil gebrochener Körner in groben Gesteinskörnungen gem. ÖNORM EN 933-5	C _{100/0}	C _{90/1}		-	-	-	-
	Anteil gebrochener Körner im Anteil ≥ 4 mm gem. ÖNORM EN 933-5, bezogen auf die gesamte Gesteinskörnung	-	-		-	-	-	-
	Anteil C _c	-	-		≥ 90	≥ 50	-	100
	Anteil C _{tc}	-	-		≥ 30	-	-	≥ 90
4.1.8	Kantigkeit von feinen Gesteinskörnungen gem. ÖNORM EN 933-6:2002, Abschnitt 8	E _{CS} 35			-	-	-	-
	Kantigkeit des Anteils kleiner 2mm aus der gesamten Gesteinskörnung gem. ÖNORM EN 933-6:2002, Abschnitt 8, Ausflusszeit [s]	-			≥ 35	≥ 30	-	≥ 35
4.2.2	Widerstand gegen Zertrümmerung für grobe Gesteinskörnungen gem. ÖNORM EN 1097-2:1998, Abschnitt 5	LA ₂₀	LA ₂₅		LA ₃₀	LA ₄₀	LA ₂₅	
4.2.3	Widerstand gegen Polieren an groben Gesteinskörnungen gem. ÖNORM EN 1097-8	PSV ₅₀	PSV ₄₄	PSV _{an-} geben	PSV _{NR}		PSV _{an-} geben	
4.2.9.2	Widerstand gegen Frost-Tau-Wechsel an 8/16 gem. ÖNORM EN 1097-8	F ₁			F ₂			
4.2.10	Widerstand gegen Hitzebeanspruchung gem. ÖNORM EN 1367-5	nicht gefordert						
4.2.11	Affinität von groben Gesteinskörnungen zu Bitumen gem. ÖNORM EN 12697-11:2006, Verfahren B	Bedeckung mind. 85 %						
4.2.12	Sonnenbrand von Basalt gem. ÖNORM EN 1367-3	SB _{LA}						
4.3.4.3	Raubbeständigkeit von Stahlwerk-schlacke gem. ÖNORM EN 1744-1	V _{3,5}						

Anforderungen an den Füller sind in ÖNORM B 3130 angegeben (siehe Tabelle 16).

Tabelle 16: Anforderungen an Füller [gemäß ÖNORM B 3130]

Bezug zur ÖNORM EN 13043:2004				Für die CE-Kennzeichnung maßgebende Kategorie bzw. Werte	
Abschnitt	Merkmal	Auswahl-tabelle	Tabellenüberschrift	Deckschichten	Tragdeckschichten, Tragschichten
5.2.1	Korngrößenverteilung gemäß ÖNORM EN 933-10	24	Anforderungen an die Korngrößenverteilung des Fremdfüllers	Tabelle 24	
5.2.2	Schädliche Feinanteile gemäß ÖNORM EN 933-9	6	Kategorien für Methylenblau (MB _F)-Werte	MB _{NR}	
5.3.2	Rohdichte gemäß ÖNORM EN 1097-7	-	-	Angegebener Wert	
5.3.3.1	Trockenhohlraumgehalt gemäß ÖNORM EN 1097-4	25	Kategorien für den Hohlraumgehalt von trocken verdichtetem Füller	V _{28/38} , V _{28/45}	
5.3.3.2	Delta Ring und Kugel gemäß ÖNORM EN 13179-1	26	Kategorien für den „Delta-Ring und Kugel“-Bereich des Füllers	Δ _{R&B} NR	
5.4.1	Wasserlöslichkeit gemäß ÖNORM EN 1744-4	27	Kategorien für die Höchstwerte der Wasserlöslichkeit	WS _{NR}	
5.4.2	Wasserempfindlichkeit gemäß Entwurf ÖNORM EN 1744-1	-	-	nicht gefordert	
5.4.3	Carbonatgehalt von Carbonatfüllern gemäß ÖNORM EN 196-2	28	Kategorien für die Mindestwerte des Carbonatgehalts	CC ₉₀ , CC ₈₀ , CC ₇₀	
5.4.4	Calciumhydroxidgehalt von Mischfüllern gemäß ÖNORM EN 459-2	29	Kategorien für die Mindestwerte des Calciumhydroxidgehaltes	Ka ₂₅ , Ka ₂₀ , Ka ₁₀	
5.5.2	Bitumenzahl gemäß ÖNORM EN 13179-2	30	Anforderungen an die „Bitumenzahl“ von Fremdfüllern	BN _{28/39}	

Als Fremdfüller sind Steinmehle oder Mischfüller zu verwenden.

NRno requirement

2.6 Anforderungen an Bitumen

2.6.1 Anforderungen an Straßenbaubitumen

Die Europäische Norm legt die Anforderungen an konventionelle Straßenbaubitumen in der EN 12591 fest. Von den Bitumensorten, die in Tabelle 1 der EN 12591 aufscheinen, werden in Österreich am häufigsten 35/50, 50/70, 70/100 und 160/220 verwendet. Alle anderen Bitumensorten, die in der EN 12591 genannt sind, dürfen in Österreich verwendet werden, sind aber anhand der Spezifikationen und der speziellen nationalen Anforderungen, die zusätzlich in Österreich einzuhalten sind, zu beurteilen [ÖNORM EN 12591, 2000]. Die Spezifikationen für die am häufigsten verwendeten Straßenbaubitumen sind in Tabelle 17 zusammengefasst.

In Tabelle 17 sind in der Spalte „Methode“ jene Normen angegeben, in welchen die zugehörigen Prüfungen festgelegt werden. Auch diese Normen wurden bereits in die entsprechenden ÖNORMen übernommen.

Im ÖNI werden zur Zeit, ebenso wie die Erstprüfungsnormen der EN 13108 Serie, neue gebrauchungsverhaltensorientierte Prüfmethode für Bindemittel in ÖNORMen festgeschrieben. Diese, vom amerikanischen SUPERPAVE Programm abgeleiteten Prüfungen, beinhalten einerseits rheologische Versuche und andererseits solche, die die Alterung des Bitumens

simulieren. Diese gebrauchsvorhaltensorientierten Prüfmethoden sind in Tabelle 18 zusammengefasst.

Tabelle 17: Spezifikationen für Straßenbaubitumen, die in Österreich am häufigsten verwendet werden [ÖNORM EN 12591]

	Einheit	Methode	Sortenbezeichnung			
			35/50	50/70	70/100	160/220
Penetration bei 25 °C	x 0,1 mm	EN 1426	35 bis 50	50 bis 70	70 bis 100	160 bis 220
Erweichungspunkt	°C	EN 1427	50 bis 58	46 bis 54	43 bis 51	35 bis 43
Brechpunkt nach Fraaß, höchstens	°C	EN 12593	-5	-8	-10	-15
Löslichkeit, mindestens	% (m/m)	EN 12592	99,0	99,0	99,0	99,0
Gehalt an Paraffinen, höchstens	% (m/m)	EN 12606-1 oder	2,2	2,2	2,2	2,2
		EN 12606-2	4,5	4,5	4,5	4,5
Dynamische Viskosität bei 60 °C, mindestens	Pa.s	EN 12596	225	145	90	30
Kinematische Viskosität bei 135 °C, mindestens	mm ² /s	EN 12595	370	295	230	135
Beständigkeit gegen Verhärtung bei 163°C - Masseänderung, höchstens - verbleibende Penetration, mindestens - Anstieg des Erweichungspunktes, höchstens - Erweichungspunkt nach der Verhärtung, mindestens		EN 12607-1 oder EN 12607-3				
	%		0,5	0,5	0,8	1,0
	%	EN 1426	53	50	46	37
	°C	EN 1427	8	9	9	11
	°C	EN 1427	52	48	45	37
Flammpunkt, mindestens	°C	EN 22592	240	230	230	220

Tabelle 18: Gebrauchsverhaltensorientierte Prüfmethode für Straßenbaubitumen gemäß EN 12 596 und modifizierte Bindemittel gemäß ÖNORM B 3613 (basierend auf EN 14023)

Bezeichnung der ÖNORM	Relevanz zur Zeit
ÖNORM EN 14769: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel: Beschleunigte Langzeit-Alterung – Druckalterungsbehälter PAV, 2006	nein
ÖNORM EN 12607-1: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel: Bestimmung der Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft – Teil 1: RTFOT-Verfahren, 2007	nein
ÖNORM EN 12607-2: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel: Bestimmung der Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft – Teil 2: TFOT-Verfahren, 2007	nein
ÖNORM EN 12607-3: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel: Bestimmung der Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft – Teil 3: RFT-Verfahren, 2007	nein
ÖNORM EN 14770: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel: Bestimmung des komplexen Schermoduls und des Phasenwinkels – Dynamisches Scherrheometer (DSR), 2006	nein
ÖNORM EN 15324: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel: Bestimmung der Äquiviskositätstemperatur basierend auf niedriger Scherviskosität mit Hilfe des dynamischen Scherrheometer in niederfrequentem Schwingungsmodus, Entwurf 2005	nein
ÖNORM EN 15325: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel: Bestimmung der Null-Scherviskosität (ZSV) mit Hilfe eines Schubspannungsrheometers im Kriechmodus, Entwurf 2005	nein

2.6.2 Anforderungen an polymermodifizierte Bitumen

Das Rahmenwerk wurde 2006 in die ÖNORM EN 14023: „Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Rahmenwerk für die Spezifikation von polymermodifizierten Bitumen“ übernommen, das nationale Anwendungsdokument ÖNORM B 3613 (Polymermodifizierte Bitumen für den Straßenbau – Anforderungen – Regeln für die Umsetzung der ÖNORM EN 14023) wurde 2007 veröffentlicht.

In Tabelle 19 und Tabelle 20 sind die Anforderungen an polymermodifizierte Bitumen zusammengefasst.

Tabelle 19: Anforderungen an polymermodifizierte Bitumen für den Straßenbau – PmB 10/40-60 bis PmB 25/55-55 [ÖNORM B 3613]

Wesentliche Anforderungen	Merkmal	Prüfverfahren ÖNORM	Einheit	PmB 10/40-60		PmB 25/55-65		PmB 25/55-55	
				Klasse	Werte- bereich	Klasse	Werte- bereich	Klasse	Werte- bereich
Konsistenz bei mittlerer Verarbeitungstemperatur	Penetration bei 25°C	EN 1426	0,1 mm	2	10-40	3	25-55	3	25-55
Konsistenz bei erhöhter Verarbeitungstemperatur	Erweichungspunkt	EN 1427	°C	6	≥ 60	5	≥ 65	7	≥ 55
Kohäsion	Kraft-Duktilität oder	EN 13703 EN 13589	J/cm ²	6	≥ 2 (10°C)	2	≥ 3 (5°C)	2	≥ 3 (5°C)
	Zugprüfung bei 5°C oder	EN 13703 EN 13587	J/cm ²	0	KLF	0	KLF	0	KLF
	Vialit-Pendel	EN 13588	J/cm ²	0	KLF	0	KLF	0	KLF
Dauerhaftigkeit (Beständigkeit gegen Verhärtung, EN 12607-1)	Masseänderung	EN 12607-1	%	3	≤ 0,5	3	≤ 0,5	3	≤ 0,5
	Verbleibende Penetration	EN 1426	%	7	≥ 60	7	≥ 60	7	≥ 60
	Anstieg Erweichungspunkt	EN 1427	°C	0	KLF	0	KLF	0	KLF
Sonstige Eigenschaften	Flammpunkt	EN ISO 2592	°C	2	250	2	≥ 250	2	≥ 250
	Brechpunkt nach Fraaß	EN 12593	°C	4	≤ -7	6	≤ -12	5	≤ -10
	Elastische Rückstellung (25°C)	EN 13398	%	5	≥ 50	3	≥ 70	5	≥ 50
	Elastische Rückstellung (10°C)	EN 13398	%	0	KLF	0	KLF	0	KLF
	Plastizitätsspanne	–	°C	0	KLF	0	KLF	0	KLF
	Lagerbeständigkeit Differenz der Erweichungspunkte	EN 13399 EN 1427	°C	2	≤ 5	2	≤ 5	2	≤ 5
	Lagerbeständigkeit Differenz der Penetrationen	EN 13399 EN 1426	mm/10	0	KLF	0	KLF	0	KLF
	Abfall Erweichungspunkt nach EN 12607-1	EN 1427	°C	0	KLF	0	KLF	0	KLF
	Elastische Rückstellung (25°C) nach EN 12607-1	EN 13398	%	4	≥ 50	3	≥ 60	4	≥ 50
	Elastische Rückstellung (10°C) nach EN 12607-1	EN 13398	%	0	KLF	0	KLF	0	KLF
	Sonstige informative Eigenschaften	komplexer Schermodul (bei 64 °C)	EN 14770	kPa	1	IA	1	IA	1
Phasenwinkel (bei 64 °C)		EN 14770	°	1	IA	1	IA	1	IA
Beschleunigte Langzeitalterung im Druckalterungsbehälter (PAV)		EN 14769							
komplexer Schermodul (bei 22 °C)		EN 14770	kPa	1	IA	1	IA	1	IA
Phasenwinkel (bei 22 °C)		EN 14770	°	1	IA	1	IA	1	IA
Steffigkeit (bei -18 °C)		EN 14771	MPa	1	IA	1	IA	1	IA

KLFkeine Leistung festgestellt (unterliegt keinen gesetzlichen Bestimmungen)

IA.....ist anzugeben (Hersteller wird gebeten, entsprechende Informationen mitzuliefern, ist jedoch nicht dazu verpflichtet)

Tabelle 20: Anforderungen an polymermodifizierte Bitumen für den Straßenbau – PmB 45/80-65 bis PmB 120/200-40 (Fortsetzung nächste Seite) [ÖNORM B 3613]

Wesentliche Anforderungen	Merkmal	Prüfverfahren ÖNORM	Einheit	PmB 45/80-65		PmB 45/80-50		PmB 90/150-45		PmB 120/200-40	
				Klasse	Werte- bereich	Klasse	Werte- bereich	Klasse	Werte- bereich	Klasse	Werte- bereich
Konsistenz bei mittlerer Verarbeitungstemperatur	Penetration bei 25°C	EN 1426	0,1 mm	4	45-80	4	45-80	8	90-150	9	120-200
Konsistenz bei erhöhter Verarbeitungstemperatur	Erweichungspunkt	EN 1427	°C	5	≥ 65	8	≥ 50	9	≥ 45	10	≥ 40
Kohäsion	Kraft-Duktilität oder	EN 13703 EN 13589	J/cm ²	2	≥ 3 (5°C)	2	≥ 3 (5°C)	3	≥ 2 (5°C)	4	≥ 1 (5°C)
	Zugprüfung bei 5°C oder	EN 13703 EN 13587	J/cm ²	0	KLF	0	KLF	0	KLF	0	KLF
	Vialit-Pendel ¹⁾	EN 13588	J/cm ²	0	KLF	0	KLF	1	IA	1	IA
Dauerhaftigkeit (Beständigkeit gegen Verhärtung, EN 12607-1)	Masseänderung	EN 12607-1	%	3	≤ 0,5	3	≤ 0,5	3	≤ 0,5	5	≤ 1,0
	Verbleibende Penetration	EN 1426	%	7	≥ 60	7	≥ 60	5	≥ 50	5	≥ 50
	Anstieg Erweichungspunkt	EN 1427	°C	0	KLF	0	KLF	0	KLF	0	KLF

Fortsetzung Tabelle vorige Seite

Wesentliche Anforderungen	Merkmal	Prüfverfahren ÖNORM	Einheit	PmB 45/80-65		PmB 45/80-50		PmB 90/150-45		PmB 120/200-40	
				Klasse	Werte-bereich	Klasse	Werte-bereich	Klasse	Werte-bereich	Klasse	Werte-bereich
Sonstige Eigenschaften	Flammpunkt	EN ISO 2592	°C	2	≥ 250	2	≥ 250	3	≥ 235	4	≥ 220
	Brechpunkt nach Fraaß	EN 12593	°C	8	≤ -18	7	≤ -15	8	≤ -18	9	≤ -20
	Elastische Rückstellung (25°C)	EN 13398	%	2	≥ 80	4	≥ 60	3	≥ 70	3	≥ 70
	Elastische Rückstellung (10°C)	EN 13398	%	0	KLF	0	KLF	0	KLF	0	KLF
	Plastizitätsspanne	–	°C	0	KLF	0	KLF	0	KLF	0	KLF
	Lagerbeständigkeit Differenz der Erweichungspunkte	EN 13399 EN 1427	°C	2	≤ 5	2	≤ 5	2	≤ 5	2	≤ 5
	Lagerbeständigkeit Differenz der Penetrationen	EN 13399 EN 1426	mm/10	0	KLF	0	KLF	0	KLF	0	KLF
	Abfall Erweichungspunkt nach EN 12607-1	EN 1427	°C	0	KLF	0	KLF	0	KLF	0	KLF
	Elastische Rückstellung (25°C) nach EN 12607-1	EN 13398	%	2	≥ 70	3	≥ 60	2	≥ 70	2	≥ 70
Elastische Rückstellung (10°C) nach EN 12607-1	EN 13398	%	0	KLF	0	KLF	0	KLF	0	KLF	
Sonstige informative Eigenschaften	komplexer Schermodul (bei 64 °C)	EN 14770	kPa	1	IA	1	IA	1	IA	1	IA
	Phasenwinkel (bei 64 °C)	EN 14770	°	1	IA	1	IA	1	IA	1	IA
	beschleunigte Langzeitalterung im Druckalterungsbehälter (PAV)	EN 14769									
	komplexer Schermodul (bei 22 °C)	EN 14770	kPa	1	IA	1	IA	1	IA	1	IA
	Phasenwinkel (bei 22 °C)	EN 14770	°	1	IA	1	IA	1	IA	1	IA
	Steifigkeit (bei -18 °C)	EN 14771	MPa	1	IA	1	IA	1	IA	1	IA

¹⁾ Vialit-Kohäsion (EN 13588) darf nur bei Bindemitteln für Oberflächenbehandlungen angewendet werden.

KLFkeine Leistung festgestellt (unterliegt keinen gesetzlichen Bestimmungen)

IAist anzugeben (Hersteller wird gebeten, entsprechende Informationen mitzuliefern, ist jedoch nicht dazu verpflichtet)

2.6.3 Anforderungen an Hartbitumen

Die Anforderungen an Hartbitumen sind in der ÖNORM EN 13924 (entspricht der EN 13924) festgelegt.

2.7 Anforderungen an das Mischgut

Die Prüfverfahren für Mischgut werden in der Normengruppe der Serie EN 12697 definiert und wurden in der Normengruppe ÖNORM EN 12697 übernommen.

In der EN 13108 Serie werden Anforderungen an das Mischgut und dessen Erstprüfung definiert. Diese Normen wurden ebenfalls in den entsprechenden österreichischen Normen ÖNORM EN 13108 übernommen. Die nationalen Umsetzungsdokumente (Anwendungsdokumente) sind am 01.12.2006 als Normenserie ÖNORM B 3580 bis B 3586 erschienen (siehe Tabelle 21).

Die ÖNORM EN 13108-8 Ausbauasphalt wird in den ÖNORMen B 3580-1 bis B3586 in den entsprechenden Unterkapiteln umgesetzt.

Tabelle 21: Normengruppe ÖNORM B 3580 und Relevanz für hoch belastete Straßen

Bezeichnung der ÖNORM	Relevanz für hoch belastete Straßen
ÖNORM B 3580-1: Asphaltmischgut - Mischgutanforderungen – Asphaltbeton – Empirischer Ansatz – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-1, 2006	ja
ÖNORM B 3580-2: Asphaltmischgut - Mischgutanforderungen – Asphaltbeton – Fundamentaler Ansatz – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-1, 2006	ja
ÖNORM B 3581: Asphaltbeton für sehr dünne Schichten – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-2, 2006	nein
ÖNORM B 3582: Softasphalt – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-3, 2006	nein
ÖNORM B 3583: Hot Rolled Asphalt – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-4, 2006	nein
ÖNORM B 3584: Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen – Splittmastixasphalt – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-5, 2006	ja
ÖNORM B 3585: Gussasphalt – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-6, 2006	nein ^{*)}
ÖNORM B 3586: Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen – Offenporiger Asphalt – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-7, 2006	ja

*) Anwendung von Gussasphalt bei hoch belasteten Straßen beschränkt sich auf urbane Bereiche

Bis zum Ende einer Übergangsfrist, die am 01.01.2007 beginnt und am 01.03.2008 endet, können sowohl die Normen der Serie ÖNORM B3580 (basierend auf den EN 13108 Normen) für Erstprüfungen verwendet werden, wie auch die zur Zeit in Österreich gültigen Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau (RVS). Die Erstprüfungen sind in RVS 08.97.05: „Anforderungen an Asphaltmischgut“ geregelt. Den folgenden Kapiteln liegen allerdings bereits die Normen der Serie ÖNORM B 3580 bis ÖNORM B 3586 zugrunde.

2.7.1 Anforderungen an Asphaltbeton (AC deck, AC trag und AC binder)

Die Anforderungen an Asphaltbeton (AC) werden in ÖNORM B 3580-1 sowie ÖNORM B 3580-2 geregelt. Die zugehörige europäische Norm EN 13108-1 („Asphalt - Anforderungen - Teil 1: Asphaltbeton“) unterscheidet generell zwischen empirischen und fundamentalen Anforderungen und damit verbunden zwischen empirischen und fundamentalen (gebrauchsverhaltensorientierten) Prüfmethode. Die Prüfmethode selber werden in den Normen der Serie EN 12697 geregelt, die Prüfbedingungen für die einzelnen Prüfmethode werden in der EN 13108-20 („Asphalt - Anforderungen - Teil 20: Erstprüfung“) vorgeschrieben. Grundsätzlich ist anzumerken, dass diese Unterscheidung zwischen empirischen und fundamentalen Anforderungen an Asphalten nur bei Asphaltbetonen (AC) getroffen wurde, nicht jedoch bei Splittmastixasphalten (SMA) oder offenporigen Asphalten (PA).

Weiters werden in diesen beiden ÖNORMEN (B 3580-1 und B 3580-2) sowohl Anforderungen an Deckschichten (AC deck), als auch an Tragschichten (AC trag) und an hochstandfeste Tragschichten (AC binder) aus Asphaltbeton gestellt. Bei den Deckschichten werden nach empirischem Ansatz (ÖNORM B 3580-1) drei Asphalttypen A1, A2 und A3 unterschieden, die sich in erster Linie in ihrer Korngrößenzusammensetzung unterscheiden und in zweiter Linie in den jeweiligen Anforderungen an ihrem Hohlraumgehalt. Der Typ A1 entspricht dabei einer, der Parabel nach Fuller angenäherten Korngrößenverteilung, der Typ A2 einem, im Vergleich zum Typ A1 in der Sieblinie leicht modifizierten Asphalt, der ausschließlich mit modifizierten Bindemitteln hergestellt werden darf. Der Typ A3 entspricht einem hohlraumreichen Asphaltbeton (maximaler Hohlraumgehalt $V_{\max} = 6 \text{ Vol-\%}$), der in den österreichischen Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau (RVS) bisher als Asphalt für „Dünnschichtdecken“ bezeichnet wurde.

Bei den Tragschichten (AC trag) werden ebenfalls drei Asphalttypen T1, T2 und T3 unterschieden, die sich jedoch im Gegensatz zur den Deckschichttypen nur in ihren Anforderungen an den Hohlraumgehalt, nicht jedoch in ihrer Korngrößenverteilung unterscheiden.

Bei den in Österreich als „hochstandfesten Tragschichten“ bezeichneten Asphalten (in anderen Ländern als Binderschichten bezeichnet) gibt es nur einen Asphalttyp H1.

Nach fundamentalen Ansatz (ÖNORM B 3580-2) werden bei den Deckschichten zwei Asphalttypen F1 und F2 unterschieden, die sich nur in ihrer Korngrößenzusammensetzung unterscheiden. Der Typ F1 entspricht dabei einer der Parabel nach Fuller angenäherten Korngrößenverteilung. Der Typ F2 entspricht einem, im Vergleich zum Typ F1 in der Sieblinie leicht modifizierten Asphalt, der ausschließlich mit modifizierten Bindemitteln hergestellt werden darf.

Bei den Tragschichten (AC trag) nach fundamentalen Ansatz gibt es nur einen Asphalttyp F4, bei den hochstandfesten Tragschichten (Binderschichten) nur den Typ F3 (siehe ÖNORM B 3580-2).

In Abbildung 3 und Abbildung 4 werden Beispiele für die alte und neue Bezeichnung von Asphaltdeckschichten nach empirischem und fundamentalem Ansatz gegeben.

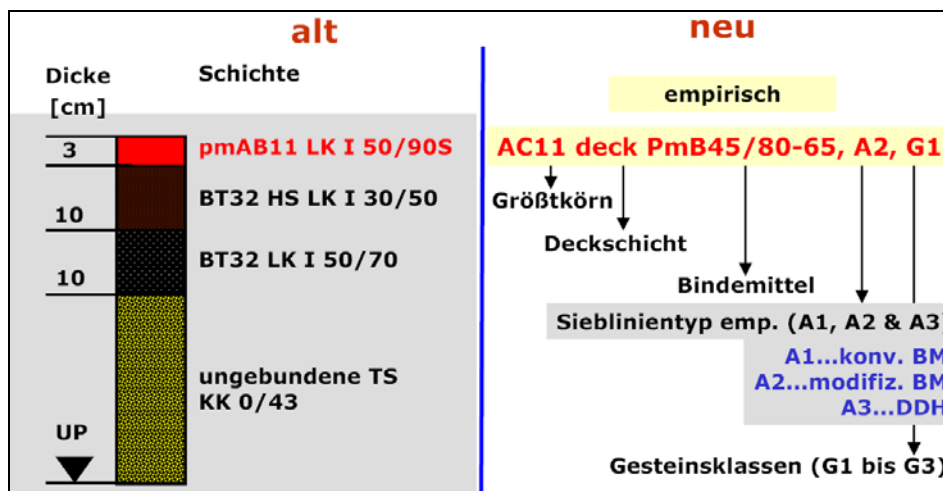


Abbildung 3: Beispiel für die alte und neue Bezeichnung einer Asphaltdeckschicht nach EN (empirischer Ansatz), [BLAB, 2007]

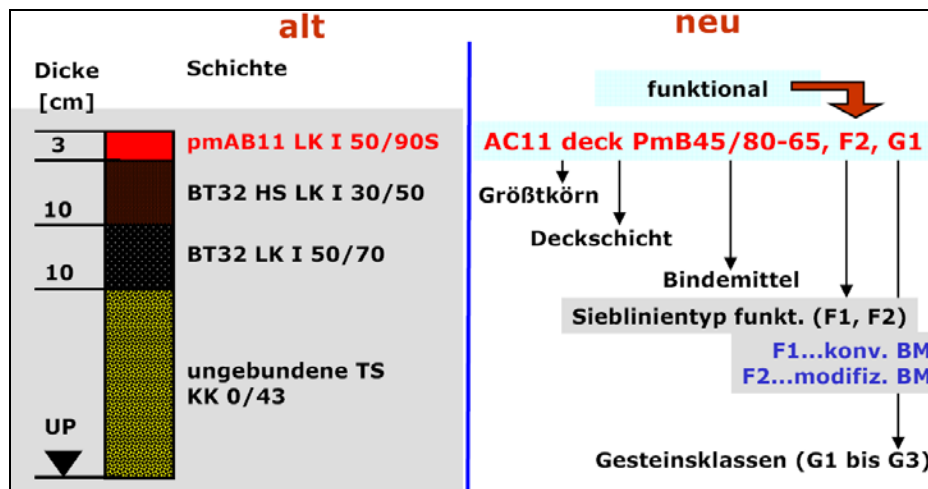


Abbildung 4: Beispiel für die alte und neue Bezeichnung einer Asphaltdeckschicht nach EN (fundamentalem Ansatz), [BLAB, 2007]

Für alle Asphalttypen, auch für Splittmastixasphalte und andere, wurden 7 Gesteinskörnungsklassen festgelegt, die sich in ihren Anforderungen unterscheiden. Die möglichen Kombinationen von Asphaltmischguttyp und Gesteinskörnungsklasse werden in Tabellen in den einzelnen ÖNORMEN geregelt. Tabelle 22 zeigt einen Ausschnitt aus der Norm B 3580-1, die für Asphaltbetone gültig ist. Mit der Aufweitung der gesteinskörnungsklassen sind allerdings auch in dieser Tabelle entsprechende Änderungen zu erwarten.

Tabelle 22: Kombinationsmöglichkeiten von Asphaltmischguttypen und Gesteinskörnungsklassen (Auszug aus ÖNORM B 3580-1)

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
deck, A1	X	X	X	-	-	-	-
deck, A2	X	X	-	-	-	-	-
deck, A3	X	X	X	-	-	-	-
binder, H1	-	-	-	X	-	-	X
trag, T1	-	-	-	X	X	X	X
trag, T2	-	-	-	X	X	X	-
trag, T3	-	-	-	X	X	X	-

Es bedeutet:
x empfohlene Kombination
- unzulässige Kombination

Für all diese Asphalttypen (Deck, Trag und Binderschichten) gelten grundsätzlich immer die allgemeinen Anforderungen an den Asphalttyp. Dazu zählen die Zusammensetzung und Korngrößenverteilung des Asphaltes, der Hohlraumgehalt, Umhüllung und Homogenität, Wasserempfindlichkeit und Widerstand gegen Abrieb durch Spikereifen, Verformungsverhalten im Spurbildungstest (Gerät mit großem Rad und Gerät mit kleinem Rad), Brandverhalten und die Temperatur des Mischgutes. Bei Anwendung des Asphaltes auf Flugbetriebsflächen gelten zusätzlich die Treibstoffbeständigkeit und die Beständigkeit gegen Enteisungsmittel als allgemeine Anforderungen (gemäß EN 13108-1).

Werden an das Mischgut allgemeine und empirische Anforderungen gestellt, so gelten die Anforderungen gemäß Tabelle 23. Werden an das Mischgut allgemeine und fundamentale Anforderungen gestellt, so gelten die Anforderungen gemäß Tabelle 24.

Tabelle 23: Allgemeine und empirische Anforderungen [gemäß ÖMORM B 3580-1]

Eigenschaft	Gemäß ÖNORM EN	Einheit	Anforderung	in ÖNORM festgelegte Kategorie bzw. Bereich
Korngrößenverteilung	-	Masse-%	Grenzwerte (Siebsatz1)	–
Mindestbindemittelgehalt	13108-20:2006, Abschnitt D2	Masse-%	Kategorie	$B_{\min 3,0}$
Zusätze	-	–	Art und Menge sind anzugeben	–
Minimaler Hohlraumgehalt	13108-20:2006, Abschnitt D2	Vol-%	Kategorie	$V_{\min 0,5}$ bis $V_{\min 3}$
Maximaler Hohlraumgehalt	13108-20:2006, Abschnitt D2	Vol-%	Kategorie	$V_{\max 3}$ bis $V_{\max 6}$
Beständigkeit gegen bleibende Verformung (Proportionale Spurrinntiefe)	13108-20:2006, Abschnitt D6	%	Kategorie oder NR	$PRD_{Luft 5,0}$ bis $PRD_{Luft 7,0}$
Mischguttemperatur	12591 bzw. ÖNORM B 3613	°C	Temperaturgrenzen	130 bis 200
Wasserempfindlichkeit	13108-20:2006, Abschnitt D3	%	NR	$ITSR_{NR}$
Widerstand gegen Abrieb	13108-20:2006, Abschnitt D4	%	–	Ab_{NR}
Reaktion auf Brandbelastung	13501-1	–	NR	–
Hohlraumfüllungsgrad	13108-20:2006, Abschnitt D2	%	NR	$VFB_{\min NR}$, $VFB_{\max NR}$, jedoch Kategorie anzugeben

Eigenschaft	Gemäß ÖNORM EN	Einheit	Anforderung	in ÖNORM festgelegte Kategorie bzw. Bereich
Fiktiver Hohlraumgehalt	13108-20:2006, Abschnitt D2	Mindestwert	NR	Kategorie anzugeben
Hohlraumgehalt bei 10 Drehungen gemäß ÖNORM EN 13108-20:2006	13108-20:2006, Abschnitt D2	Mindesthohlraumgehalt nach 10 Drehungen im Gyrator-Verdichter	NR	V10G _{minNR}
Marshall-Werte nur für Flugbetriebsflächen	13108-20:2006, Abschnitt D10	Marshall-Stabilität (kN), Marshall-Fließwert (mm)	Kategorie ist von Hersteller anzugeben	–
Treibstoffbeständigkeit bei Anwendung auf Flugplätzen	13108-20:2006, Abschnitt D11	–	NR	–
Beständigkeit gegen Enteisungsmittel bei Anwendung auf Flugplätzen	13108-20:2006, Abschnitt D12	–	–	β _{NR}

NRno requirement / keine Anforderung

Nach empirischem Ansatz ist die Verwendung von Ausbaurasphalt gemäß ÖNORM EN 13108-8 nur bei Einsatz von Straßenbaubitumen gemäß ÖNORM EN 12591, aber nicht bei Deckschichten der Typen A1, A2 und A3 sowie Tragschichten der Typen H1 zulässig. Die Bewertung des Bindemittels im resultierenden Mischgut erfolgt über den Erweichungspunkt. Der Fremdstoffgehalt des Ausbaurasphalts hat der Kategorie F5 zu entsprechen [ÖNORM B 3580-1].

Tabelle 24: Allgemeine und fundamentale Anforderungen [gemäß ÖNORM B 3580-2]

Eigenschaft	Gemäß ÖNORM EN	Einheit	Anforderung	in ÖNORM festgelegte Kategorie bzw. Bereich
Korngrößenverteilung	-	Masse-%	Grenzwerte (Siebsatz1)	–
Mindestbindemittelgehalt	13108-20:2006, Abschnitt D2	Masse-%	Kategorie	$B_{\min 3,0}$
Zusätze	-	–	Art und Menge sind anzugeben	–
Minimaler Hohlraumgehalt	13108-20:2006, Abschnitt D2	Vol-%	Kategorie oder NR	$V_{\min 2}$ bis $V_{\min 3}$
Maximaler Hohlraumgehalt	13108-20:2006, Abschnitt D2	Vol-%	Kategorie	$V_{\max 3}$ bis $V_{\max 6}$
Mindeststeifigkeit	13108-20:2006, Abschnitt D8	MPa	Kategorie oder NR	$S_{\min 2800}$ bis $S_{\min 4500}$
Höchststeifigkeit	13108-20:2006, Abschnitt D8	MPa	Kategorie oder NR	$S_{\max 7000}$ bis $S_{\max 14000}$
Beständigkeit gegen bleibende Verformung bei triaxialer Druckbeanspruchung, Kriechgeschwindigkeit f_c	13108-20:2006, Abschnitt D7	$\mu\text{m}/\text{m}/\text{n}$	Kategorie	$f_{c\max 0,4}$ bis $f_{c\max 1,0}$
Beständigkeit gegen Ermüdung	13108-20:2006, Abschnitt D9	Mikrodehnung	Kategorie oder NR	ε_{6-90} bis ε_{6-190}
Mischguttemperatur	12591 bzw. ÖNORM B 3613	°C	Temperaturgrenzen	130 bis 200
Wasserempfindlichkeit	13108-20:2006, Abschnitt D3	%	NR	$ITSR_{NR}$
Widerstand gegen Abrieb	13108-20:2006, Abschnitt D4	%	NR	Ab_{NR}
Reaktion auf Brandbelastung	13501-1	–	NR	–
Treibstoffbeständigkeit bei Anwendung auf Flugplätzen	13108-20:2006, Abschnitt D11	–	NR	–
Beständigkeit gegen Enteisungsmittel bei Anwendung auf Flugplätzen	13108-20:2006, Abschnitt D12	–	NR	β_{NR}

NRno requirement / keine Anforderung

Die Verwendung von Ausbauasphalt ist nach fundamentalem Ansatz nicht zulässig [ÖNORM B 3580-2].

2.7.2 Anforderungen an Splittmastixasphalt (SMA)

Die Anforderungen an Splittmastixasphalt werden in ÖNORM B 3584 geregelt. Ebenso wie beim Asphaltbeton (AC) werden in dieser ÖNORM drei Asphalttypen unterschieden. Der Typ S1 entspricht einem nach österreichischer Richtlinien und Vorschrift für den Straßenbau (RVS 8S.01.41) herkömmlichen Splittmastixasphalt. Der Typ S2 besitzt eine, im Vergleich zu Typ S1 leicht modifizierte Korngrößenverteilung, die eine erhöhte Makrorauhigkeit bieten soll. Der Typ S3 entspricht einem, nach bisher gültiger österreichischer RVS, „lärmmindernden Splittmastixasphalt“. Dieser Typ besitzt eine noch abgestufte Korngrößenverteilung, die einem offenporigen Asphalt nahe kommt.

Für die Splittmastixasphalte (SMA) sind laut ÖNORM B 3584 nur die Gesteinsklassen G1, G2 und G3 zulässig. Die Kennzeichnung eines offenporigen Asphalts erfolgt nach folgendem Schema: SMA D Bindemittelsorte, Typ, Gesteinskörnungskl. (z.B.: SMA 11 PmB 45/80-65, S1, G1).

Tabelle 25: Anforderungen an Splittmastixasphalt [gemäß ÖNORM B 3584]

Eigenschaft	Gemäß ÖNORM EN	Einheit	Anforderung	IN ÖNORM festgelegte Kategorie bzw. Bereich
Korngrößenverteilung	-	Masse-%	Grenzwerte (Siebsatz1)	$D=8$ bzw. $D=11$
Bindemittelgehalt	13108-20:2006, Abschnitt D2	Masse-%	Kategorie	$B_{\min 5,6}$ bis $B_{\min 6,4}$
Zusätze	-	-	Art und Menge sind anzugeben	-
Minimaler Hohlraumgehalt	13108-20:2006, Abschnitt D2	Vol-%	Kategorie	$V_{\min 2}$ bis $V_{\min 6}$
Maximaler Hohlraumgehalt	13108-20:2006, Abschnitt D2	Vol-%	Kategorie	$V_{\max 4}$ bis $V_{\max 8}$
Beständigkeit gegen bleibende Verformung (Proportionale Spurrinntiefe)	13108-20:2006, Abschnitt D6	%	Kategorie	$PRD_{\text{Luft}9,0}$
Bindemittelablauf	13108-20:2006, Abschnitt D13	Max. abgelaufenes Material in %	Kategorie	$D_{0,6}$
Mischguttemperatur	12591 bzw. ÖNORM B 3613	°C	Temperaturgrenzen	150 bis 200
Bitumenausfüllungsgrad	13108-20:2006, Abschnitt D2	%	NR	$VFB_{\min NR}$ $VFB_{\max NR}$
Wasserempfindlichkeit	13108-20:2006, Abschnitt D3	%	NR	$ITSR_{NR}$
Widerstand gegen Abrieb	13108-20:2006, Abschnitt D4	%	-	Abf_{NR}
Reaktion auf Brandbelastung	13501-1	-	NR	-
Treibstoffbeständigkeit bei Anwendung auf Flugplätzen	13108-20:2006, Abschnitt D11	-	NR	-
Beständigkeit gegen Enteisungsmittel bei Anwendung auf Flugplätzen	13108-20:2006, Abschnitt D12	-	-	β_{NR}
Dauerhaftigkeit	-	-	NR	-

NRno requirement / keine Anforderung

Die Verwendung von Ausbauasphalt für SMA Mischgüter ist nicht zulässig.

2.7.3 Anforderungen an offenporigen Asphalt (PA)

Die Anforderungen an offenporigen Asphalt werden in ÖNORM B 3586 geregelt.

Wie beim Asphaltbeton (AC) werden in dieser ÖNORM zwei Asphalttypen P1 und P2 unterschieden. Der Typ P1 entspricht einem nach österreichischer Richtlinien und Vorschrift für den Straßenbau (RVS 8S.01.41) herkömmlichen „Drainasphalt“ (österreichische Bezeichnung für einen offenporigen Asphalt). Der Typ P2 besitzt eine, im Vergleich zum Typ P1, noch „offenere“ Korngrößenverteilung und zusätzlich einen größeren, maximal erlaubten Hohlraumgehalt.

Für die offenporigen Asphalte (PA) sind laut ÖNORM B 3586 nur die Gesteinsklassen G1, G2 und G3 zulässig. Die Kennzeichnung eines offenporigen Asphalts erfolgt nach folgendem Schema: PA D Bindemittelsorte, Typ, Gesteinskörnungskl. (z.B.: PA 8 PmB 45/80-65, P1, G1). Die Verwendung von Ausbauasphalt ist nicht zulässig.

Tabelle 26: Anforderungen an offenporigen Asphalt [gemäß ÖNORM B 3586]

Eigenschaft	Gemäß ÖNORM EN	Einheit	Anforderung	in ÖNORM festgelegte Kategorie bzw. Bereich
Korngrößenverteilung	-	Masse-%	Grenzwerte (Siebsatz1)	$D=8, D=11, D=16$
Bindemittelgehalt	13108-20:2006, Abschnitt D2	Masse-%	Kategorie	$B_{\min 3,0}$ bis $B_{\min 5,5}$
Zusätze	-	-	Art und Menge sind anzugeben	-
Minimaler Hohlraumgehalt	13108-20:2006, Abschnitt D2	Vol-%	Kategorie	$V_{\min 14}$ bis $V_{\min 22}$
Maximaler Hohlraumgehalt	13108-20:2006, Abschnitt D2	Vol-%	Kategorie	$V_{\max 18}$ bis $V_{\max 30}$
Kornverlust	13108-20:2006, Abschnitt D16	%	Kategorie oder NR	PL ₃₀ bis PL ₄₀
Bindemittelablauf	13108-20:2006, Abschnitt D13	Max. abgelaufenes Material in %	Kategorie	D ₀
Mischguttemperatur	12591 bzw. ÖNORM B 3613	°C	Temperaturgrenzen	130 bis 200
Wasserempfindlichkeit	13108-20:2006, Abschnitt D3	%	NR	ITSR _{NR}
Reaktion auf Brandbelastung	13501-1	-	NR	-
Treibstoffbeständigkeit bei Anwendung auf Flugplätzen	13108-20:2006, Abschnitt D11	-	NR	-
Beständigkeit gegen Enteisungsmittel bei Anwendung auf Flugplätzen	13108-20:2006, Abschnitt D12	Verbleibende Haftung in %	NR	RV_{NR}
Gesteinskörnung-Bitumen-Affinität auf Flugflächen	13108-20:2006, Abschnitt D5	Bitumenumhüllung in %	NR	BA_{NR}

NRno requirement

2.7.4 Anforderungen an Gussasphalt

Der Vollständigkeit halber werden an dieser Stelle die in ÖNORM B 3585 angegebenen Anforderungen an Gussasphalt zusammengefasst. Für hoch belastete Straßenabschnitte hat er allerdings- außer in urbanen Bereichen - kaum Relevanz.

Die Kennzeichnung eines Gussasphalts erfolgt nach folgendem Schema: MA D Bindemittelsorte, Typ, Gesteinskörnungsklasse (z.B.: MA 8 30/45, M1, G1)

Für Gussasphalt wird die Verwendung der Gesteinskörnungsklassen G1 bis G3 empfohlen.

Tabelle 27: Anforderungen an Gussasphalt [gemäß ÖNORM B 3585]

Eigenschaft	Gemäß ÖNORM EN	Einheit	Anforderung	in ÖNORM festgelegte Kategorie bzw. Bereich
Korngrößenverteilung	-	Masse-%	Grenzwerte (Siebsatz1)	$D=4, D=8, D=11$
Bindemittelgehalt	13108-20:2006, Abschnitt D2	Masse-%	Kategorie	$B_{min5,6}$ bis $B_{min6,4}$
Zusätze	-	-	Art und Menge sind anzugeben	-
Widerstand gegen bleibende Verformung gem. 13108-20:2006, Abschnitt D.14, Tabelle D.5 (ermittelt gem. ÖNORM EN 12697-20)				
Mindestwert der Eindringtiefe		mm	Kategorie	$I_{min1,0}$
Höchstwert der Eindringtiefe		mm	Kategorie	$I_{max3,5}$ bzw. $I_{max5,0}$
Maximale Zunahme nach 30 Minuten – Höchstwert der Eindringtiefe		mm	Kategorie	$I_{nc0,4}$ bzw. $I_{nc0,6}$
Maximale dynamische Eindringtiefe		mm	-	I_{dynNR}
Bindemittelablauf	13108-20:2006, Abschnitt D13	Max. abgelaufenes Material in %	Kategorie	$D_{0,6}$
Mischguttemperatur	12697-13	°C	Temperaturgrenzen	≤ 250
Widerstand gegen Abrieb durch Spikereifen, ermittelt gem. ÖNORM EN 12697-16:2004, Verfahren A	13108-20:2006, Abschnitt D4	%	-	ABR_{NR}
Reaktion auf Brandbelastung	13501-1	-	NR	-
Widerstand gegen Diesel und andere Öle auf Flugflächen, ermittelt gem. ÖNORM EN 12697-43	13108-20:2006, Abschnitt D11	-	NR	-
Beständigkeit gegen Enteisungsmittel bei Anwendung auf Flugplätzen, ermittelt gem. ÖNORM EN 12697-41	13108-20:2006, Abschnitt D12	-	-	β_{NR}

NRno requirement

Die Verwendung von Ausbauasphalt aus Gussasphalt ist zulässig. Die Bewertung des Bindemittels im resultierenden Mischgut erfolgt über den Erweichungspunkt. Der Fremdstoffgehalt des Ausbauasphalts hat der Kategorie F5 zu entsprechen.

2.8 Anforderungen an ungebundene und hydraulisch gebundene Tragschichten

Da im österreichischen Bemessungskatalog der RVS 03.08.63 für Asphaltstraßen sowohl Bautypen mit ungebundenen als auch mit hydraulisch gebundenen Tragschichten vorgesehen sind, werden an dieser Stelle auch die Anforderungen an ungebundene und hydraulisch gebundene Tragschichten kurz zusammengefasst:

- Anforderungen an die Gesteinskörnungen und die CE-Kennzeichnung sind in ÖNORM EN 13242 gegeben.
- Die ÖNORM B 3132 ist das zugehörige nationale Anwendungsdokument.
- Die dazu gehörenden Prüfnormen sind in Abbildung 5 gegeben.

- Die Anforderungen an den Einbau und die Schichten werden in den RVS 08.15.01 (Ungebundene Tragschichten) und RVS 08.17.01 (Mit Bindemittel stabilisierte Tragschichten) geregelt.

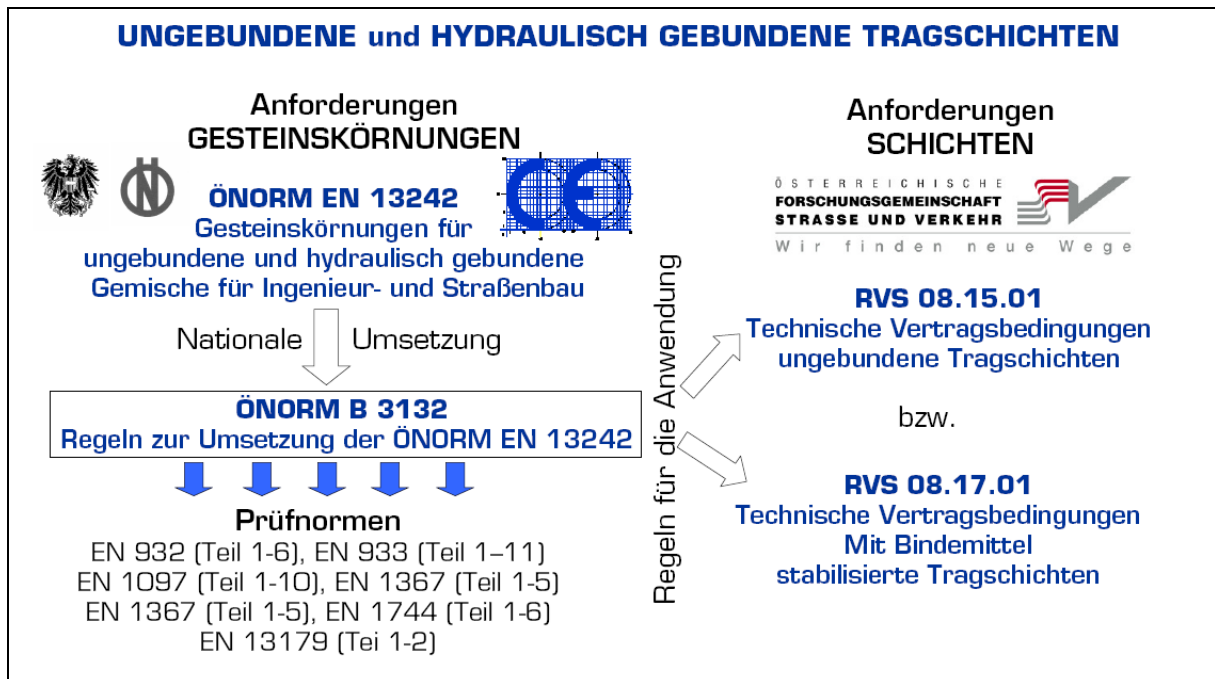


Abbildung 5: Für ungebundene und hydraulisch gebundene Tragschichten relevante Normen und Regelwerke in Österreich

2.9 Anforderungen an bituminöse Schichten

Die Anforderungen an Asphalttschichten werden in der RVS 08.16.01 geregelt (siehe Tabelle 19 und Tabelle 29). Sie wurde bereits an die geltenden ÖNORM EN-Normen angepasst.

Für das verwendete Gestein und das verwendete Bitumen gelten dabei die in Abbildung 6 noch einmal zusammengestellten Normen und Regelwerke.

Tabelle 28: Zusammenhang zwischen Größtkorn und Schichtdicke [gemäß RVS 08.16.01]

Größtkorn [mm]	Schichtdicke [cm]					
	AC deck	SMA	BBTM, AC deck D A3	PA	MA	BT, BTB
4	2,0-3,0	-	≤ 2,5	-	2,0-2,5	-
8	2,5-3,5	-	≤ 2,5	3-4	2,5-3,5	-
11	3,0-4,0	-	-	4-5	3,0-4,0	-
16	4,0-5,0	-	-	5-6	-	5-7
22	5,0-8,0	-	-	-	-	5-9
32	-	-	-	-	-	7-12

Tabelle 29: Anforderungen an die Schichten [gemäß RVS 08.16.01, 2004]

Schicht/Mischgutsorte	Mindestschichtdicke ¹⁾	
	Prüfnorm	RVS 11.03.22; ÖNORM EN 12697-36
Trag- und Tragdeckschichten ²⁾ (AC trag, AC binder)	Sollwerte	(SD-10 %) bzw. max. (SD-10 mm)
	Qualitätsabzug	(SD-10 % bis -30 %) bzw. max. (SD-10 mm bis -30 mm)
	Keine Übernahme	< (SD-30 %) jedoch max. < (SD-30 mm)
Deckschicht ³⁾ (AC deck A1, AC deck A2, SMA, PA)	Sollwerte	≥ SD-15 %
	Qualitätsabzug	< SD-15 %
	Keine Übernahme	< SD-50 %
Deckschicht ²⁾ (AC deck A3, BBTM, MA)	Sollwerte	≥ SD-20 %
	Qualitätsabzug	< SD-20 %
	Keine Übernahme	< SD-50 %
	Hohlraumgehalt [V-%] ⁴⁾⁵⁾	
	Prüfnorm	ÖNORM EN 12697-8
Trag- und Tragdeckschichten (alle Mischgutsorten)	Sollwerte	EP: ≤ V _{max} + 1,0
	Qualitätsabzug	EP: V _{max} + (> 1,0 bis 6,0)
	Keine Übernahme	EP: > V _{max} + 6,0
Deckschicht (AC deck A1, AC deck A2, SMA)	Sollwerte	EP: ≤ V _{max} + 1,0
	Qualitätsabzug	EP: V _{max} + (> 1,0 bis 6,0)
	Keine Übernahme	EP: > V _{max} + 6,0
Deckschicht (AC deck A3, BBTM, PA)	Sollwerte	EP: ≤ V _{max} + 3,0
	Qualitätsabzug	EP: V _{max} + (> 3,0 bis 6,0)
	Keine Übernahme	EP: > V _{max} + 6,0
Deckschicht (MA)	Sollwerte	-
	Qualitätsabzug	-
	Keine Übernahme	-
	Verdichtungsgrad [%] ⁶⁾	
	Prüfnorm	ÖNORM EN 12697-8
Alle Schichten (alle Mischgutsorten ausgenommen PA, MA)	Sollwerte	≥ 96
	Qualitätsabzug	< 96
	Keine Übernahme	-

1) Die Sollstärke (SD) [cm] ist in der Ausschreibung festgelegt.

2) Die Mindestschichtdicke bezieht sich auf die Sollstärke der gesamten bituminösen Tragschicht.

3) Für abgesplittete, im Heißverfahren aufgetragene Zwischenschichten sind 6 mm, für abgesplittete, im Kaltverfahren (Emulsionen) aufgetragene Zwischenschichten sind 2 mm in Rechnung zu stellen.

4) Der V_{max} ist in der Erstprüfung (EP) bzw. im CE-Zertifikat festgelegt.

5) Bei einvernehmlich festgelegtem händischen Einbau können Abweichungen um 2,0 V-% erhöht werden.

6) Der Verdichtungsgrad wird berechnet aus der Raumdichte MPK der Abnahmeprüfung und der Raumdichte der Bohrkerne.

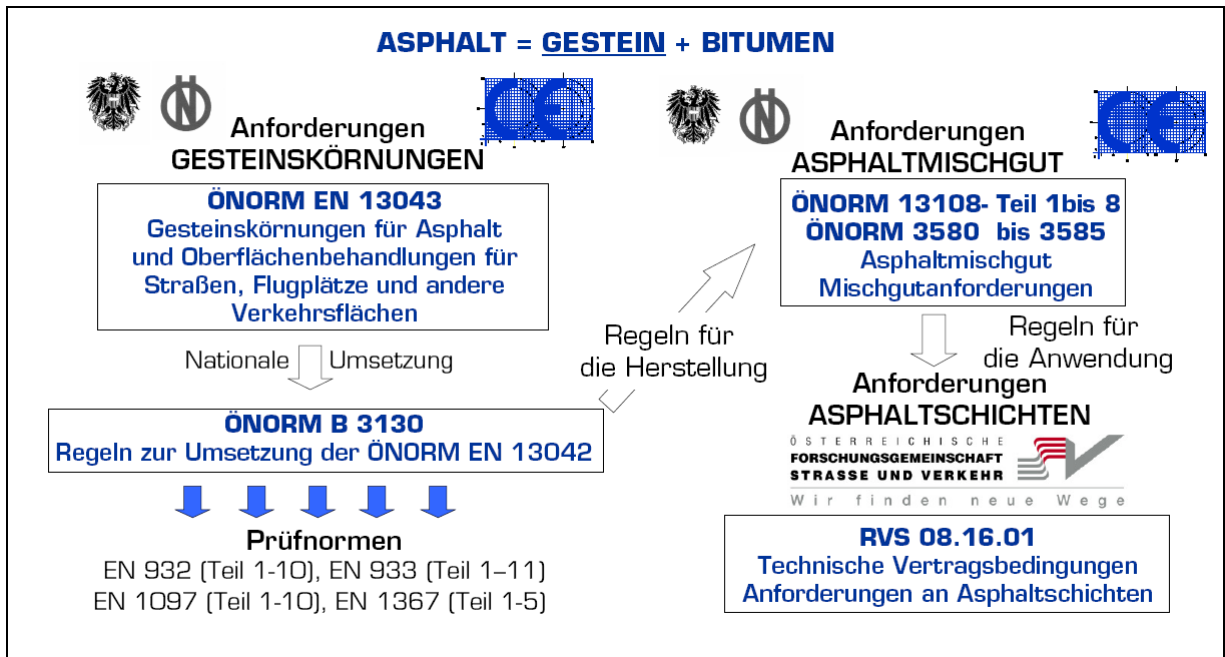


Abbildung 6: Für Asphalttschichten und das verwendete Gestein relevante Normen und Regelwerke in Österreich

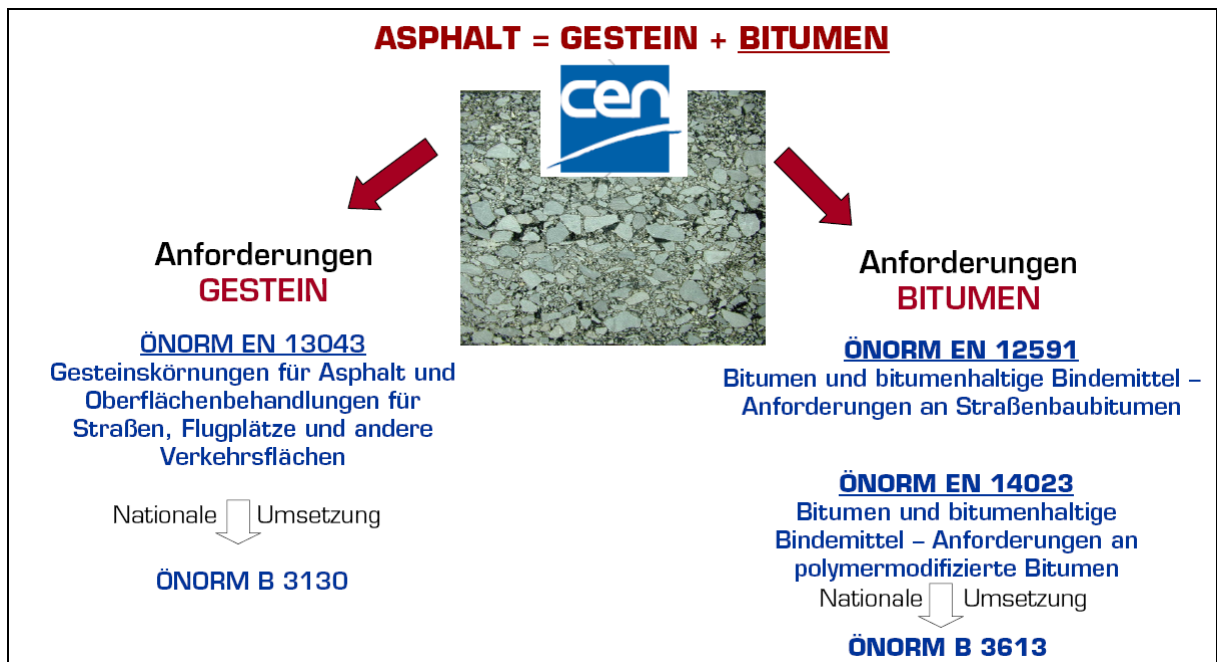


Abbildung 7: Für in Asphalttschichten verwendetes Gestein und Bitumen relevante Normen und Regelwerke in Österreich

2.10 Anforderungen an den Schicht- und Lagenverbund

Die Anforderungen an den Schicht- und Lagenverbund sind ebenfalls in den RVS 08.16.01 geregelt (siehe Tabelle 30).

Tabelle 30: Anforderungen an den Schicht- und Lagenverbund [N/mm²] in Abhängigkeit von der Solldicke und vom ausgeschriebenen Vorspritzmittel (B oder PmB) [RVS 08.16.01]

Schicht/Mischgutsorte	Schubfestigkeit 20°C [N/mm ²] ¹⁾²⁾ bei Verwendung von B	
	Prüfnorm	ÖNORM B 3639-1
Trag- und Tragdeckschichten (alle Mischgutsorten)	Sollwerte	≥ 0,5
	Qualitätsabzug	< 0,5 bis 0,2
	Keine Übernahme	< 0,2
Deckschicht (alle Mischgutsorten)	Sollwerte	≥ 0,8
	Qualitätsabzug	< 0,8 bis 0,3
	Keine Übernahme	< 0,3
	Schubfestigkeit 20°C [N/mm ²] ¹⁾²⁾ modifizierte Asphalte	
	Prüfnorm	ÖNORM B 3639-1
Trag- und Tragdeckschichten (alle Mischgutsorten)	Sollwerte	≥ 1,0
	Qualitätsabzug	< 1,0 bis 0,4
	Keine Übernahme	< 0,4
Deckschicht (alle Mischgutsorten)	Sollwerte	≥ 1,2
	Qualitätsabzug	< 1,2 bis 0,4
	Keine Übernahme	< 0,4
	Haftzugfestigkeit 0°C [N/mm ²] ³⁾ bei Verwendung von B	
	Prüfnorm	ÖNORM B 3639-2
Deckschicht und Zwischenschicht ⁴⁾ für PA (alle Mischgutsorten)	Sollwerte	≥ 1,0
	Qualitätsabzug	< 1,0 bis 0,4
	Keine Übernahme	< 0,4
	Haftzugfestigkeit 0°C [N/mm ²] ³⁾ modifizierte Asphalte	
	Prüfnorm	ÖNORM B 3639-2
	Sollwerte	≥ 1,5
	Qualitätsabzug	< 1,5 bis 0,5
	Keine Übernahme	< 0,5

- 1) Der Schichtverbund ist bei Solldicken ≥ 3,0 cm mittels Schubverbund zu prüfen.
- 2) Die Messung der Schubfestigkeit hat parallel zur Fahrtrichtung zu erfolgen. Die Messung quer zur Fahrtrichtung oder in einem Winkel > 5° ist nicht zulässig.
- 3) Der Schichtverbund ist bei Solldicken < 3,0 cm mittels Haftverbund zu prüfen.
- 4) Es gelten die Werte „Verwendung von B“.

2.11 Anforderung an die Oberflächeneigenschaften

Die Anforderungen an die Oberflächeneigenschaften sind in den RVS 08.16.01 geregelt (siehe Tabelle 33).

Nach der Fertigstellung sind Grenzwerte für die Ebenheit, die Rauhtiefe, das Drainverhalten, den maßgeblichen Rollgeräuschpegel und die Griffigkeit relevant. Vor Ablauf der Gewährleistungsfrist sind die Spurrinntiefe, Risse und die Griffigkeit ausschlaggebend.

Tabelle 31: Anforderungen an die Oberflächeneigenschaften nach Fertigstellung [RVS 08.16.01]

Schicht/Mischgutsorte	Ebenheit [mm/4m] ⁵⁾			
		Prüfnorm	RVS 11.06.62	
Trag- und Tragdeckschichten (alle Mischgutsorten)	Sollwerte	≤ 6		
	Qualitätsabzug	> 6 bis 18		
	Keine Übernahme	> 18		
Deckschicht (alle Mischgutsorten)	Sollwerte	≤ 4		
	Qualitätsabzug	> 4 bis 12		
	Keine Übernahme	> 12		
	Oberflächentextur, Rauhtiefe [mm]			
	Prüfnorm	ÖNORM EN 13036-1		
	Sollwerte	≥ 0,4		
	Keine Übernahme	< 0,4		
	Drainverhalten, Ausflusszeit [s], MW des Profils			
	Prüfnorm	RVS 11.066 T.1		
Deckschicht (PA)	Sollwerte	≤ 25		
	Qualitätsabzug	> 25 bis 50		
	Keine Übernahme	> 50		
	Maßgeblicher Rollgeräuschpegel LMA [dB]			
	Prüfnorm	RVS 11.06.64		
	Messgeschwindigkeit	100 km/h ₁₎	80 km/h ²⁾	50 km/h ³⁾
Deckschicht (BBTM, SMA S3, PA)	Sollwerte	≤ 100	≤ 96	≤ 87
	Qualitätsabzug	> 100	> 96	> 87
	Keine Übernahme	-	-	-
	Griffigkeit, Reibungsbeiwert μ [-] ⁴⁾			
	Prüfnorm	RVS 11.06.65 (60 km/h)		
Deckschicht (alle Mischgutsorten)	Sollwerte	≥ 0,59 - 0,03 Toleranz		
	Qualitätsabzug	> 0,45 bis < 0,56		
	Keine Übernahme	< 0,45		

- 1) Gilt für Autobahnen und Schnellstraßen ohne Geschwindigkeitsbeschränkung.
- 2) Gilt für Autobahnen und Schnellstraßen mit Geschwindigkeitsbeschränkung und Landstraßen B und L im Freiland.
- 3) Gilt für Landstraßen B und L im Ortsgebiet.
- 4) Gilt für Autobahnen und Schnellstraßen
- 5) Bei einvernehmlich festgelegtem händischen Einbau können die Abweichungen um 2 mm erhöht werden. Die zulässigen Abweichungen bei Einbauten sind vom AG festzulegen.

Tabelle 32: Anforderungen an die Oberflächeneigenschaften vor Ablauf der Gewährleistungsfrist [RVS 08.16.01]

Schicht/Mischgutsorte	Verformung, Spurrinntiefe t, t _s [mm]		
		Prüfnorm	RVS 11.03.22 ²⁾
Deckschicht (alle Mischgutsorten)	Sollwerte	0	
	Gewährleistungsmaßnahmen	> 8	> 5
	Risse [m/1000 m ²]		
	Prüfnorm	-	
Deckschicht (alle Mischgutsorten)	Sollwerte	0	
	Gewährleistungsmaßnahmen	> 10	
	Griffigkeit, Reibungsbeiwert 60 km/h μ [-] ¹⁾		
	Prüfnorm	RVS 11.06.65	
Deckschicht (alle Mischgutsorten)	Sollwerte	≥ 0,52	
	Gewährleistungsmaßnahmen	≤ 0,49	

- 1) Gilt für Autobahnen und Schnellstraßen mit Geschwindigkeitsbeschränkung und Landstraßen B und L im Freiland.
- 2) Gilt für Landstraßen B und L im Ortsgebiet.

3 Rezepturerstellung für Asphaltmischgut (Mix Design)

Die Rezepturerstellung erfolgte bisher in Österreich nach empirischem Ansatz auf Grundlage der RVS 08.97.05 [2004]. Mit Inkrafttreten der Europäischen Normung wird auch der fundamentale oder gebrauchsverhaltensorientierte Ansatz standardisiert.

3.1 Empirischer Ansatz

Grundsätzlich sind bei der Rezepturerstellung folgende Punkte zu beachten [GESTRATA, 2002]:

- Verwendungszweck des Asphalts und der Schicht (Trag- oder Deckschicht)
- Nutzungsspezifische Belastungsarten der fertigen Schicht (Lastklasse, siehe Kapitel 2.3)
- Umwelteinflüsse (klimatische Bedingungen, Höhenlage)

(Anforderungen gemäß RVS 08.97.05)

Zusammenstellung des Gesteinsmaterials

Zunächst werden die verfügbaren Korngruppen auf ihre Eignung hin überprüft. Aus diesen Korngruppen wird die erforderliche Sieblinie (Idealsieblinie) zusammengesetzt. Die Grenzsieblinien gemäß RVS 08.97.05 sind einzuhalten.

Die Ermittlung des Mischungsverhältnisses kann nach graphischem Verfahren erfolgen, die daraus resultierende Abschätzung wird anschließend rechnerisch iterativ verbessert.

Wahl des Bindemittels

Das Bindemittel wird abhängig von klimatischen und verkehrsmäßigen Anforderungen unter Berücksichtigung der in der RVS 08.97.05 gegebenen Sorten ausgewählt.

Optimaler Bindemittelgehalt

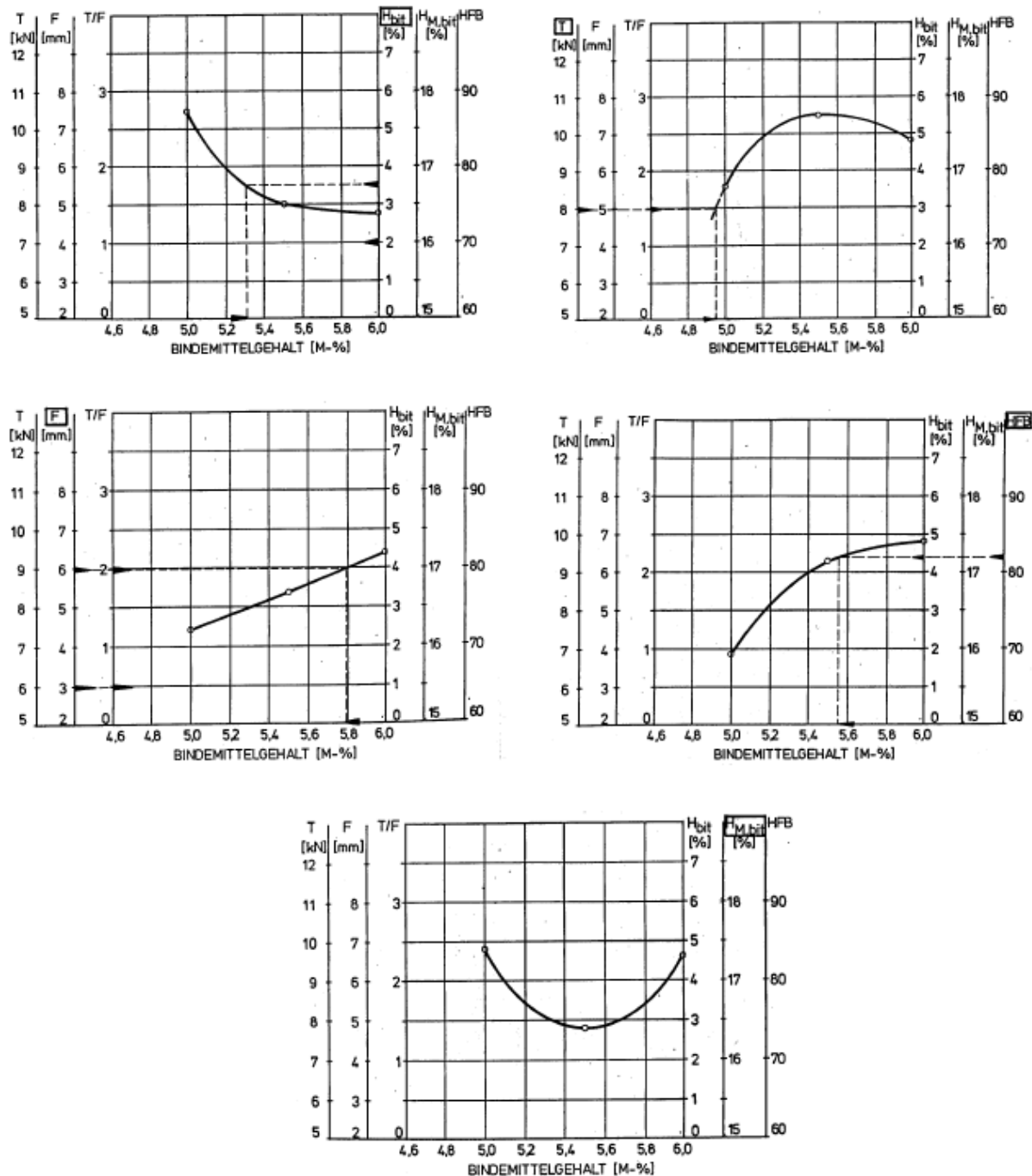
Der optimale Bindemittelgehalt wird nach empirischem Ansatz nach dem Marshall-Verfahren festgestellt [GESTRATA 2002]. Dabei werden für eine Versuchsreihe drei Bindemittelgehalte geschätzt (über Hohlraumgehalt des Gesteinsgerüsts $H_{M, bit}$).

Nach dem Herstellen der drei zu prüfenden Mischungen werden Marshall-Probekörper hergestellt und Marshall-Tragwert und -Fließwert ermittelt. Die Beurteilung erfolgt anschließend anhand der folgenden Kennwerte:

- Marshall-Tragwert (T)
- Marshall-Fließwert (F)
- T/F
- Hohlraumgehalt H_{bit}
- Hohlraumgehalt des Gesteinsgerüsts $H_{M, bit}$
- Ausfüllungsgrad (HFB)

Die Werte für die drei Probemischungen werden jeweils in ein Diagramm eingetragen (Abszisse Bitumengehalt) und mit den Anforderungen gemäß RVS 08.97.05 verglichen. Unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte wird dann der optimale Bindemittelgehalt festgelegt (siehe Beispiel in Abbildung 8).

Anhand einer Probemischung mit optimalem Bindemittelgehalt werden die Kennwerte für die Erstprüfung ermittelt.



⇒ Für die vorgegebene Zusammensetzung des Gesteinsgemisches ergibt sich ein optimaler Bindemittelgehalt von 5,5 M.-%

Abbildung 8: Beispiel für die Ermittlung des optimalen Bindemittelgehaltes mit Hilfe des Marshall-Verfahrens [GESTRATA 2002]

3.2 Fundamentaler (gebrauchsverhaltensorientierter) Ansatz

Bei der Mischgutkonzeption nach fundamentalem Ansatz werden anstatt des Marshall-Verfahrens gebrauchsvorhaltensorientierte (GVO) Prüfungen durchgeführt. Hierbei werden das Materialverhalten bei tiefen Temperaturen, die Steifigkeit und Ermüdungsfestigkeit sowie die Verformungsstabilität bei hohen Temperaturen untersucht. Jeder dieser Versuche wird für 3 verschiedene Bindemittelgehalte durchgeführt, woraus sich der optimale Bindemittelgehalt ableitet (siehe Abbildung 9 bis Abbildung 12). Im Folgenden sind die durchzuführenden GVO Prüfungen beschrieben.

Tieftemperaturverhalten:

Zur Beurteilung des Tieftemperaturverhaltens werden Abkühlversuche gem. ÖNORM 3590 zur Ermittlung der kryogenen Zugspannungen und der Bruchtemperatur durchgeführt. Ein prismatischer Probekörper wird bei konstanter Länge bis zum Bruchversagen abgekühlt. Gemessen wird die Kraft, die zur Aufrechterhaltung der Ausgangslänge des Probekörpers nötig ist. Sie wird auf den Probekörperquerschnitt bezogen und als kryogene Zugspannung angegeben. Ergebnisse sind der Verlauf der kryogenen Zugspannungen über die Temperatur, die Bruchspannung $\sigma_{max,kry}$ und die Bruchtemperatur $T_{min,kry}$.

Prüfbedingungen:

- Abkühlrate 10 °C/h
- min. 2 Probekörper pro Abkühlversuch

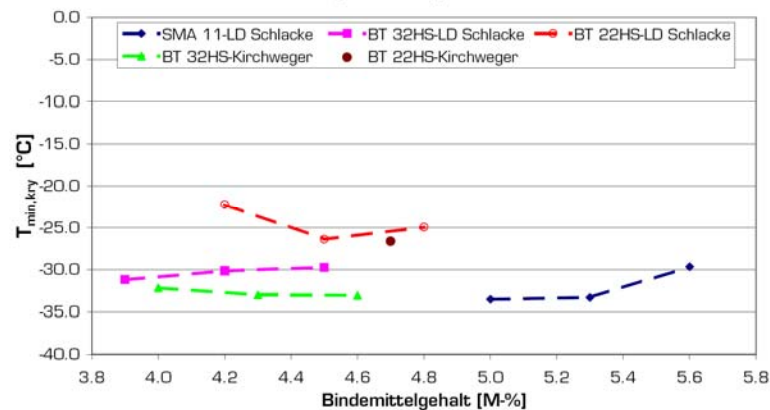


Abbildung 9: Beispiel für den Verlauf der mittleren Bruchtemperaturen $T_{min,kry}$ [°C] in Abhängigkeit vom Bindemittelgehalt [Blab 2005]

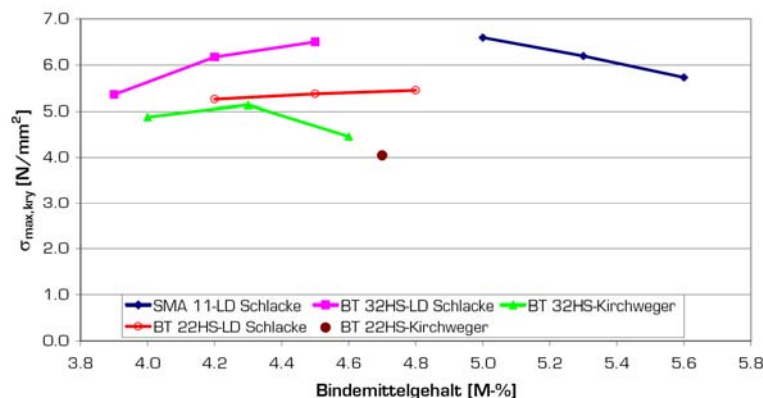


Abbildung 10: Verlauf der mittleren Bruchspannungen $\sigma_{max,kry}$ [N/mm²] in Abhängigkeit vom Bindemittelgehalt [Blab 2005]

Verformungsverhalten:

Die Beurteilung des Verformungsverhaltens erfolgt anhand triaxialer Druckschwellversuche (dynamische Dauerversuche) gemäß EN 12697-25. Ein zylinderförmiger Asphaltprobekörper wird bei konstanter Temperatur und konstantem Stützdruck axial dynamisch mit einer sinusförmigen Druckbeanspruchung belastet. Während des Versuches werden die resultierenden axialen Dehnungen ϵ_{axial} aufgezeichnet, summiert und über die Versuchsdauer als Kriechimpulskurve aufgetragen (siehe Abbildung 11).

Die Kriechkurve wird dann auf einer doppeltlogarithmischen Skala dargestellt, um eine Anpassung des quasi-linearen Abschnittes ($\epsilon_{axial} = A \cdot n^B$) mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate bestimmen zu können. Die Parameter B und $\epsilon_{axial,10000}$ (bleibende Verformung nach 10.000 Belastungszyklen) charakterisieren die Verformungsbeständigkeit des Mischgutes. Je geringer die

Verformungen $\epsilon_{\text{axial},10000}$ bei gleicher Belastungssituation und je geringer der Potenzwert B ist, desto standfester ist der Asphalt bei hohen Temperaturen [Blab, 2005].

Prüfbedingungen:

- $f = 5 \text{ Hz}$
- Axiallast -100 bis -700 kPa
- konstanter Stützdruck (100 kPa)
- Die Prüftemperatur entspricht der höchsten Asphalttemperatur, die an einem heißen Sommertag in der maßgeblichen Tiefe von 2 cm unter der Fahrbahnoberfläche auftritt.
- 2 Probekörper pro Versuchsbedingung

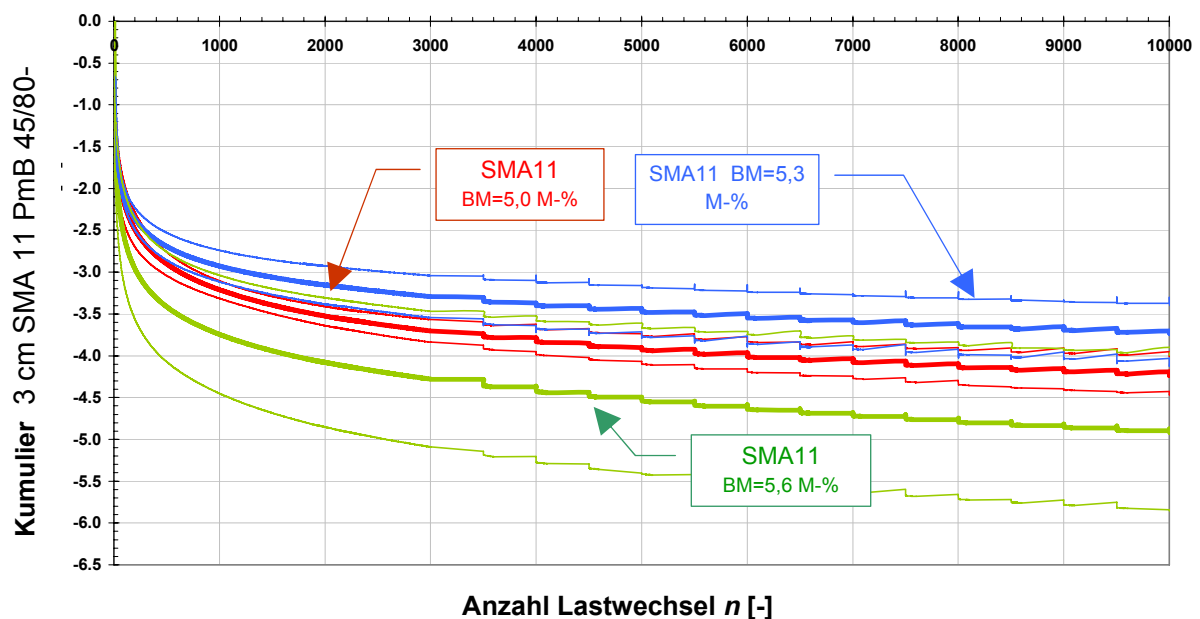


Abbildung 11: Beispiel für Kriechimpulskurven (hier dargestellt bis $n = 10000$) eines Mischgutes mit unterschiedlichen Bindemittelgehalten; dicke Linien: Mittelwerte, dünne Linien: 95%-Vertrauensintervall [Blab 2005]

Ermüdung – Lebensdauer:

Entscheidend für die Ermüdungsbeständigkeit ist das Materialverhalten der untersten bituminösen Schicht an der bei der Radüberrollung die höchsten Biegezugspannungen auftreten.

Die Beurteilung der Lebensdauer erfolgt mit Hilfe eines dynamischen Ermüdungsversuchs am 4-Punkt-Biegebalken gemäß EN 12697-24. Dabei wird ein prismatischer Asphaltprobekörper bei konstanter Temperatur einer sinusförmigen Belastung ausgesetzt und auf 4-Punkt-Biegung beansprucht. Der Versuch erfolgt weggesteuert mit konstanter Durchbiegung. Gemessen werden die Anzahl der erfolgten Lastwechsel N und der sinusförmige Verlauf der Dehnung.

Die Kraft, welche für die Durchbiegung aufgewendet werden muss, nimmt mit der Anzahl der Lastwechsel ab, da die Steifigkeit infolge der Materialermüdung abnimmt. Als Versagenskriterium gilt eine Abnahme der Steifigkeit auf die Hälfte ihres Ausgangswertes. Die Anzahl der zulässigen Lastwechsel N_{zul} gibt die Lastwechsel an, bei welchen die Halbierung der Steifigkeit erreicht wurde.

Prüfbedingungen:

- $T = 10 \text{ °C}$
- Sinusförmige Belastung mit $f = 10 \text{ Hz}$
- 3 Belastungsamplituden
- 3 Probekörper pro Versuchsbedingung

Die Ermüdungskurve ($\ln N_{zul} - \ln \epsilon_{100}$ -Diagramm) kann anhand linearer Regression ermittelt werden. ϵ_{100} ist dabei die Dehnungsamplitude beim 100. Zyklus. Ein Beispiel ist in Abbildung 12 gegeben.

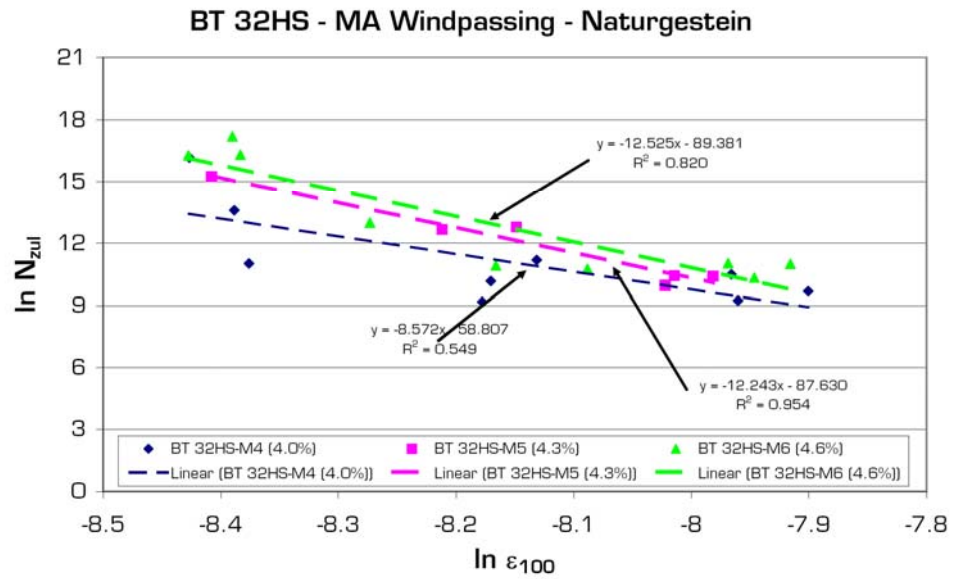


Abbildung 12: Beispiel für Ermüdungskurven eines Asphaltmischgutes für 3 verschiedene Bindemittelgehalte; der höchste Bindemittelgehalt liefert hier die günstigste Ermüdungsfestigkeit [Blab 2005]

4 Aktuelle Forschungsprojekte in Österreich

4.1 Verkehrsbelastung

Auswirkungen von Schwerverkehrszuwächsen auf Österreichs Straßeninfrastruktur im alpinen Raum (Alpenforschung)

Auftraggeber: Österreichische Akademie der Wissenschaften; Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit)

Aktuelle Studien gehen von mittleren Zuwächsen des Transportaufkommens auf Österreichs Straßen von über 50 % bis zum Jahr 2015 aus. Mit prognostizierten mittleren Zuwächsen von 89 % wird der Anteil des Transitverkehrs dabei überproportional zunehmen. Österreichs hochrangiges Straßennetz wurde nicht auf derartig enorme Belastungszuwächse ausgelegt, weshalb speziell unter den klimatisch extremen Bedingungen in den Alpenregionen mit einer stark progressiven Schadensentwicklung beim Infrastrukturbauwerk Straße zu rechnen ist. Allerdings mangelt es an fundierten wissenschaftlichen Grundlagen, um diesen erhöhten Ressourcenverbrauch unter den speziellen klimatischen und verkehrlichen Randbedingungen in den Alpenregionen bewerten zu können.

Im Rahmen des gegenständlichen Forschungsvorhabens des ISTU werden die Schadensentwicklung in Asphaltbefestigungen unter den in alpinen Regionen gegebenen Verkehrs- und Klimabedingungen untersucht. Die Schwerpunkte der Arbeit liegen in der Bewertung der klimatischen Besonderheiten in alpinen österreichischen Verkehrskorridoren, in der Beschreibung der mikromechanischen Modelle zur Charakterisierung des Ermüdungsverhaltens von Asphalten bei Kälte und in der Beurteilung der Auswirkung von Verkehrszuwächsen auf das Baustoff- und Strukturverhalten.

4.2 Komponenten

4.2.1 Bindemittel

Gebrauchsverhaltensorientierte (GVO) Bindemittelprüfungen

Auftraggeber: ISTU intern

CD-Labor-internes Projekt, bei dem die in Österreich am häufigsten verwendeten Bindemittel (konventionelle und modifizierte Bitumen) mit gebrauchsvorhaltensorientierten Bindemittelprüfmethoden (siehe auch 2.6.1) untersucht werden.

Zero-Shear-Viscosity

Auftraggeber: ISTU intern

CD-Labor-interne Diplomarbeit zur Bestimmung der ZSV von drei Bindemitteln.

Rheologische Bitumenuntersuchungen

Auftraggeber: ISTU intern

CD-Labor internes Projekt, bei dem mit typischen Bindemitteln dynamische Steifigkeitsversuche zur Ermittlung der Cole-Cole und Black-Diagramme durchgeführt werden, aus denen rheologische Modellparameter gefittet werden.

Niederviskose Bitumen und Asphalte

Auftraggeber: ISTU intern

CD-Labor interne Diplomarbeit zur Bestimmung der Eigenschaften niederviskoser Bitumen durch Zugabe spezieller Zusätze und damit hergestellter Asphalte.

Hintergrund dieser Diplomarbeit ist der verstärkte Einsatz von so genannten Niedertemperatur-Asphalten in Deutschland, der Mitte der 90er begonnen hat. Diese Asphalte zeigen vor allem zwei Effekte, eine deutliche Viskositätsreduktion im hohen Temperaturbereich, womit eine

Verarbeitbarkeit bei niedrigeren Einbautemperaturen ermöglicht wird, sowie eine Erhöhung der Steifigkeit im Gebrauchstemperaturbereich.

4.2.2 Gestein

Reihenuntersuchung zur Griffigkeit mit der Wehner-Schulze Prüfmaschine

Auftraggeber: ISTU intern

CD-Labor interne Diplomarbeit zur Bestimmung der Polierresistenz von typischen in Österreich verwendeten Sanden, mit dem Wehner/Schulze Prüfgerät.

4.2.3 Zusätze

Flusen I: Anwendbarkeit von aus dem Altreifenrecycling hergestellten Gummi- und Gummifaserprodukten in Asphalten für Straßendeckschichten

Auftraggeber: Gummi-Verwertungs-GmbH

Die technischen Eigenschaften von Asphalten und deren Gebrauchsdauer können durch geeignete Additive entscheidend verbessert werden. Die nachhaltige Nutzung von Recyclingprodukten aus Altreifen als Additive zur Modifikation von Asphalten für Straßendecken war Gegenstand dieses Forschungsprojekts am ISTU, das in Kooperation mit der Gummi-Verwertungs-GmbH durchgeführt wurde.

Flusen II: Mischguteigenschaften eines mit einer Flusenleichtfraktion modifizierten Asphalts SMA-11

Auftraggeber: Gummi-Verwertungs-GmbH

Beim Recycling von Altautos (ca. 15%) und Weißware (Elektrogeräte; ca. 85%) fällt unter anderem eine metallarme Flusen-Leichtfraktion an, deren Hauptkomponenten Fasern (Sitzbezüge, Dämmmatten, etc.), Folien und PU-Schaum sind. In der beauftragten Machbarkeitsstudie am ISTU soll geklärt werden, ob diese Flusen-Leichtfraktion als Additiv in hochstandfesten Asphalten für den Straßenbau zur Verbesserung der technischen Eigenschaften grundsätzlich in Frage kommt.

4.3 Mischgut

Asphalte

Auftraggeber: ISTU intern

CD-Labor internes Projekt, bei welchem 20 verschiedene Asphaltmischguttypen (Deckschichten und Tragschichten), die mit den aus dem Projekt „GVO Bindemittelprüfung) verwendeten Bindemitteln hergestellt wurden, gebrauchungsverhaltensorientierten Prüfungen unterworfen werden. Dazu zählen vor allem: Tieftemperaturversuche (statisch und dynamisch), dynamische Steifigkeitsversuche (am 4-Punkt-Biegebalken, stehenden Zylinder und stehenden Prisma gemäß EN12697-26), dynamische Ermüdungsversuche (am 4-Punkt-Biegebalken, stehenden Zylinder und stehenden Prisma gemäß EN12697-24) und zyklische Druckschwellversuche zur Bestimmung des Verformungsverhaltens mit Hilfe einer Triaxialprüfmaschine (gemäß EN 12697-25). Aus den diversen Versuchsergebnissen werden Cole-Cole und Black-Diagramme ermittelt, aus denen rheologische Modellparameter gefittet werden.

IGMAT II: Quantifizierung des Tieftemperaturverhaltens von Splitt-Mastix-Asphalten im Laborversuch

Auftraggeber: Inštitut za Gradbene Materiale (IGMAT), Ljubljana-Polje, Slowenien

Aufgrund vermehrter Schadensfälle infolge Kälteeinwirkung auf hoch belasteten Asphaltstraßen in Slowenien, wurde das Institut für Straßenbau (ISTU) mit der Beurteilung des Tieftemperaturverhaltens (Kälterissresistenz) von 6 polymermodifizierten Splitt-Mastix-Asphalten (SMA) beauftragt, die heute in Slowenien zum Einsatz kommen. Zunächst wurden kritische Spannungssituationen in der Straßenbefestigung, die aus der Überlagerung von thermischer und verkehrslastbedingter Beanspruchung entstehen, mit Hilfe einer numerischen Simulation abgeschätzt. Im FE-Modell wurden alle temperaturabhängigen Einflussgrößen auf die Kälterissbildung, nämlich das thermische Schrumpfverhalten von Asphalt, ein negativer Temperaturgradient in der Asphaltsschicht (Oberfläche kälter als Untergrund) und wiederholte Verkehrsbeanspruchung bei Kälte, möglichst realitätsnah simuliert. Die Prüfung der Asphalte

erfolgte an Asphaltprobekörpern von in situ entnommenen Mischgutproben anhand von gebrauchungsverhaltensorientierten Laborversuchen, nämlich Abkühlversuch (Tensile Stress Restrained Specimen Test), Kältezugsversuch (Uniaxial Tensile Stress Test) und Ermüdungsversuch bei Kälte (Swelling Tensile Test).

4.4 Bituminöse Schichten

GVO Mikrobelaag

Auftraggeber: ARGE Mikrobelaag

Das Ziel dieses Projektes am ISTU ist eine vergleichende Beurteilung des Gebrauchsverhaltens von flexiblen Oberbaukonstruktionen mit Dünnschichtdecken in Kaltbauweise DDK (Mikrobelaag) und in konventioneller Deckenbauweise.

Konventionelle Asphaltkonstruktionen für Straßenoberbauten bestehen aus bituminösen Tragschichten und einer darüber liegenden 3 bis 4 cm dicken Deckschicht aus Asphaltbeton. Alternativ dazu wurde an einer Teststrecke an der B1 in Oberösterreich die Deckschicht als ca. 1 cm dicke Dünnschichtdecke in Kaltbauweise DDK (Mikrobelaag) ausgeführt, wodurch die Dicke der darunter liegenden hochstandfesten bituminösen Tragschicht um 2 cm erhöht werden konnte. Im Rahmen dieses Forschungsauftrages werden die beiden unterschiedlichen Oberbaukonstruktionen im Hinblick auf das Gebrauchsverhalten, d.h. deren theoretische Lebensdauer (Ermüdungsfestigkeit), die Verformungsstabilität (Spurrinnenbildung) und das Tieftemperaturverhalten, bewertet. Dies erfolgt mit Hilfe der im Christian Doppler Labor des Instituts für Straßenbau und Straßenerhaltung entwickelten fundamentalen Asphaltprüfungen in Verbindung mit numerischen Analysemethoden.

Bruch- und Selbstheilungsverhalten von Asphalten und Asphaltverbunden

Zusammenarbeit des Labor für Materialwissenschaften, Institut für Angewandte und Technische Physik, TU-Wien und des Instituts für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur Wien
Die Rissbildung und Rissausbreitung in Asphaltsschichten sowie der Selbstheilungseffekt des Materials waren Gegenstand dieses Projektes. Die heute üblichen existierenden Prüfmethothen wurden zur Charakterisierung des Ausheil-Effektes analysiert und neue, einfache, bruchmechanische Prüfungsverfahren entwickelt. Diese wurden dann an Bohrkernen, die entweder im Labor hergestellt oder direkt einer Straße entnommen wurden, angewendet. [Tschegg 2002]

4.5 Oberflächeneigenschaften

Reihenuntersuchung zur Griffigkeit mit der Wehner-Schulze Prüfmaschine

Auftraggeber: ISTU intern

CD-Labor interne Diplomarbeit zur Bestimmung der Polierresistenz von typischen in Österreich verwendeten Sanden, mit dem Wehner/Schulze Prüfgerät.

Nutzungszeiten offenporiger Asphaltdeckschichten (DACH)

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit)

Der Einsatz von offenporigen Asphaltdeckschichten ist neben der entwässernden Wirkung vor allem durch den großen Beitrag dieser Deckschichttypen zur Verringerung des Straßenverkehrslärmes motiviert. Erfahrungen in den Ländern Österreich, Deutschland und der Schweiz brachten aber nicht nur positive, sondern auch negative Effekte dieser Asphaltbauweise zu Tage, die unter anderem in Problemen beim Winterdienst (modifizierter Winterdienst, erhöhter Salzverbrauch, Zueisung, etc.) und in einem schlechteren Langzeitverhalten im Vergleich zu konventionellen Asphaltdeckschichten liegen.

In Österreich wurden bis in die 90er Jahre große Flächen einlagigen Drainasphaltes eingebaut, in späteren Jahren ging die Anwendung von Drainasphalt wegen der beschriebenen Nachteile drastisch zurück. Im Zusammenhang mit den ständig steigenden Anforderungen an den Lärmschutz ist diese Bauweise heutzutage wieder mehr ins Zentrum des Interesses gerückt. Im

Rahmen dieses Forschungsprojektes am ISTU wird sowohl die strukturelle als auch die funktionelle Lebensdauer, d.h. die Nachhaltigkeit der lärmindernden Wirkung und der Entwässerungswirkung von offenporigen Asphaltdeckschichten untersucht.

5 Identifikation von Forschungsbedarf auf nationaler Ebene

Die Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV) hat bereits im Jahr 2000 im Auftrag des BMVIT ein Straßenforschungskonzept herausgegeben in welchem der Forschungsrahmenplan für Österreich erstellt wurde und als Entscheidungsgrundlage für die Vergabe von Forschungsaufträgen diente. 2007 wird die aktualisierte Fassung als „Straßenforschungskonzept 2007“ [Schopf 2007] erscheinen.

Der Bericht basiert auf der Auswertung eines Fragebogens, der an fachkundige Institutionen verschickt wurde. Beteiligt waren z.B. das BMVIT (Gruppe Straße), zuständige Abteilungen der Ministerien und Landesregierungen, Universitäts- und Fachhochschulinststitute, Mobilitätsclubs und Forschungseinrichtungen.

Dem Entwurf zum Straßenforschungskonzept 2007 wurden die folgenden Angaben zum Forschungsbedarf (Bereich Straßenoberbau – Asphalt) in Österreich entnommen:

Forschungsschwerpunkte:

- Alternative Bindemittel im Asphalt
- Verwendung von Recyclingmaterial bzw. Recyclingbauweisen
- Lärmindernde Decken mit hoher struktureller Lebensdauer (technologische Optimierung)
- Verbesserung der Griffigkeit durch Mischgutoptimierung
- Spurbildungsresistente Mischgüter

Probleme und Zielsetzungen:


- Asphalt als Fahrbahnbelag im Tunnel
- Dauerhaftigkeit von Straßendecken aus Asphalt
- Wirkung von Zusatzstoffen und –mitteln
- Optimierung lärmindernder Eigenschaften der Straßenoberfläche


Lastklasse (n = 20 Jahre)	S	I
BNLW in Mio.	> 10 bis 25 ¹⁾	> 4 bis 10
Bautype 1 bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS ungeb. untere TS	cm 25 20 30 FFP	cm 23 20 30 FFP
Bautype 2²⁾ bit. Decke + bit. TS ungeb. bere TS aus ZGKK un, eb. untere TS	cm 23 18 30 FFP	cm 21 18 30 FFP
Bautype 3 bit. Decke + bit. TS ungeb. obere TS aus RA ungeb. untere TS		
Bautype 4 bit. Decke + bit. TS zementstab. TS ungeb. untere TS	cm 17 30 20 FFP	cm 15 30 20 FFP


Anmerkungen:


1) Für höhere Belastungen ist eine gesonderte Dimensionierung erforderlich.


2) Die Dickenfestlegungen für das Asphaltpaket gelten nur, wenn auf der ZGKK- Schichte der höhere Abnahmewert $E_{1100} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ lt. RVS 8S.05.11 erreicht wird. Ansonsten sind die entsprechenden Dickenwerte der Bautype 1 maßgebend.


 bituminöse Tragschicht und Decke gemäß einschlägiger RVS


 ungebundene obere Tragschicht aus rezykliertem, gebrochenem oder gefrästem Asphaltgranulat RA

 ungebundene obere Tragschicht gem. RVS 8S.05.11, Rundkörnung

 ungebundene obere Tragschicht gem. RVS 8S.05.11, Kant- oder Brechkörnung

 ungebundene obere Tragschicht gem. RVS 8S.05.11, zentralgemischte Kantkörnung

 stabilisierte Tragschicht (ST-Z, ST-T) gem. RVS 8S.05.13

 ungebundene untere Tragschicht gem. RVS 8S.05.11

7 Zusammenfassende Folgerungen

7.1 Stand der Normung in Österreich

Die CE - Kennzeichnung von Asphalt ist basierend auf der Bauproduktenrichtlinie des Rates der Europäischen Union in Österreich mit März des Jahres 2008 gesetzlich verbindlich. Die entsprechenden normativen Grundlagen, nämlich die diesbezüglich harmonisierten europäischen Normen sind bereits geschaffen und wurden im Sommer des Jahres 2006 veröffentlicht. Es handelt sich um die Normenserie 13108 mit den Teilen eins bis acht sowie 20 und 21. Die entsprechenden nationalen Umsetzungsnormen ÖNORMen - Serie 3580ff wurden mit Dezember 2006 veröffentlicht.

Für die Anforderungen an Asphaltbetone (AC – Asphalt Concrete) gem. EN 13108-1, die im Straßenbau in Trag- oder Deckschichten eingesetzt werden können, wurden zwei nationale Umsetzungsnormen geschaffen. Die ÖNORM 3580-1 regelt die Anforderungen an Asphaltbetone nach dem sogenannten „Empirischen Ansatz“. Die ÖNORM 3580-2 ermöglicht erstmals auch gebrauchsverhaltensorientierte Anforderungen im Rahmen des „Fundamentalen Ansatzes“. Grundsätzlich ist anzumerken, dass diese Unterscheidung zwischen empirischen und fundamentalen Anforderungen an Asphalte im Rahmen der europäischen Normung nur bei Asphaltbetonen (AC) getroffen wurde, nicht jedoch z.B. bei Splittmastixasphalten (SMA), Gussasphalt (MA) oder offenporigen Asphalten (PA). Anforderungen an diese Mischguttypen sind in den nationalen Umsetzungsdokumenten ÖNORM 3580-5 bis 7 geregelt.

7.2 Praktische Vorgangsweise bei der normativen Umsetzung in Österreich

Unabhängig von der Art der gestellten Anforderungen wurde die Einführung eines neuen Bezeichnungsschemas für Asphaltmischgüter notwendig. Im Rahmen der nationalen Umsetzung der europäischen Normen wurde dabei eine klare Systematik entwickelt, die praxismgerecht und anwenderfreundlich erscheint und nach einer gewissen Übergangsphase rasch in der täglichen Arbeit von Ausschreibern und Baufirmen umgesetzt werden kann.

Technisch wurde versucht, alle Anforderungen an die in Österreich üblichen und bewährten Asphaltmischgutsorten in den Mischgutnormen mit empirischem Ansatz abzubilden. Anzumerken ist dabei, dass der Spurbildungstest nun mit einem kleinen Gerät durchzuführen ist, für den erst ein nationaler Bewertungshintergrund geschaffen werden muss, und Anforderungen an den Marshall Trag- und Fließwert bei Asphalten für den Straßenbau entfallen.

Durch die Einführung und Festlegung fundamentaler Eigenschaften (Ermüdung, Steifigkeit, Verformungsstabilität und Tieftemperaturverhalten) lassen sich Anforderungen an Asphaltmischgut in Österreich nun erstmals „funktional“ ausschreiben. Der fundamentale Ansatz baut auf den allgemeinen und volumetrischen Anforderungen auf, beinhaltet aber zusätzlich noch gebrauchsverhaltensorientierte Prüfmethode.

7.3 Bewährte Oberbaukonstruktionen und Mischgüter in Österreich

In Österreich werden für hoch belastete Straßen grundsätzlich flexible Oberbaukonstruktionen ausgeführt, die den im Bemessungskatalog RVS 03.08.63 vorgegebenen Bautypen entsprechen. Der Oberbaukatalog sieht dabei Asphaltkonstruktionen auf mechanisch stabilisierten Schichten und halbstarre Aufbauten auf hydraulisch stabilisierten Schichten jedoch derzeit noch keine Mischstabilisierungen mit hydraulischem Bindemittel und Bitumen(-emulsion) vor. Vorgegeben wird dabei im Bemessungskatalog nur die notwendige Gesamtdicke der Asphaltkonstruktion, d.s. in der Regel 25 cm für die höchste Lastklasse. Technologische Vorgaben über die Zusammensetzung und den Aufbau der Asphaltsschichten werden darin nicht gegeben. Diese Vorgaben obliegen der ausschreibenden Stelle.

Für hoch belastete Verkehrsflächen haben sich dabei in Österreich vorwiegend Deckschichten aus Splittmastixasphalt (SMA) auf hochstandfesten Tragschichten (Binderschichten – AC binder) bewährt. Die Mischgüter werden dabei fast ausschließlich mit polymermodifiziertem Bindemitteln und aus gebrochenen Gesteinskörnungen mit hohen Festigkeitsanforderungen hergestellt. Entgegen dem traditionellen Kornaufbau von Splittmastixasphalten wurde im Hinblick auf die Optimierung der Lärmeigenschaften in Österreich dazu ein sehr hohlraumreicher und deshalb „lärmarmer“ SMA entwickelt. Die Schichtdicken betragen bei den Deckschichten bei einem maximalen Größtkorn 11 mm in der Regel nicht mehr als 3 bis maximal 4 cm. Die hochstandfesten Tragschichten werden in der Regel zweilagig mit Schichtdicken von 8 bis 10 cm hergestellt.

7.4 Forschungsbedarf

Anforderungen und Mix Design von bituminösen Mischgütern basieren in Österreich derzeit fast ausschließlich auf empirischen Ansätzen. Durch die Einführung von Anforderungen an fundamentale Eigenschaften, d.s. Widerstand gegen permanente Deformationen, Steifigkeit und Ermüdungsfestigkeit sowie thermische Rissbildung bei tiefen Temperaturen) können in Österreich Mischgüter nun auf Grundlage von gebrauchsverhaltensorientierten Merkmalen optimiert werden. Dazu ist einerseits ein entsprechender Bewertungshintergrund für diese fundamentalen Prüfmethode zu schaffen und andererseits eine auf diesen Ansätzen basierende rationale Mix Design Prozedur zu entwerfen, der die derzeitigen rein empirisch, volumetrischen Ansätze ergänzt und verbessert.

Damit sollen folgende, sowohl für den Straßenerhalter als auch den Straßenbenutzer vorrangigen Ziele erreicht werden:

- Langlebigkeit von Straßenkonstruktionen aus Asphalt bei hoher Verkehrsbeanspruchung
- Konstante Gebrauchseigenschaften über die gesamte technische Lebensdauer (z.B. durch spurbildungsresistente Mischgüter)
- Optimierung Eigenschaften der Straßenoberfläche (z.B. Griffigkeit, Ebenheit, Lärmeigenschaften)

Wesentliche Bestandteile der notwendigen Forschungsarbeiten müssen dabei neben der Optimierung der Mischgüter auf Grundlage fundamentaler Ansätze im Labor, die verbesserte Güteüberwachung bei der Mischgütherstellung und beim Einbau, sowie die Validierung des im Labor optimierten Gebrauchsverhaltens an Versuchsstrecken sein.

7.5 Vorschläge für einen Schichtenaufbau hoch belasteter Straßen

Für einen Versuchsaufbau im Zuge eines gemeinschaftlichen Folgeprojekts werden aus österreichischer Sicht folgende Oberbaukonstruktionen vorgeschlagen:

Oberbau der Bauart 1, Lastklasse S gem. RVS 03.08.63 (Abbildung 12):

- 25 cm bituminöser Oberbau

Ausführung der Asphaltkonstruktion in 2 Varianten mit einer Deckschichte aus Asphaltbeton AC 11 deck (Variante 1) und aus einem Splittmastixasphalt SMA 11 der Type S3 („lärmmindernd“). Sämtliche Asphalte werden als F2 Typen nach dem funktionalen Ansätzen konzipiert.

- 20 cm mechanisch stabilisierte Tragschichte (Kantkörnung)
 Mindestanforderungen: $E_{v1} = 90 \text{ MPa}$
 $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$
 $D_{pr} = 103 \%$
- 30 cm Frostschutzschichte

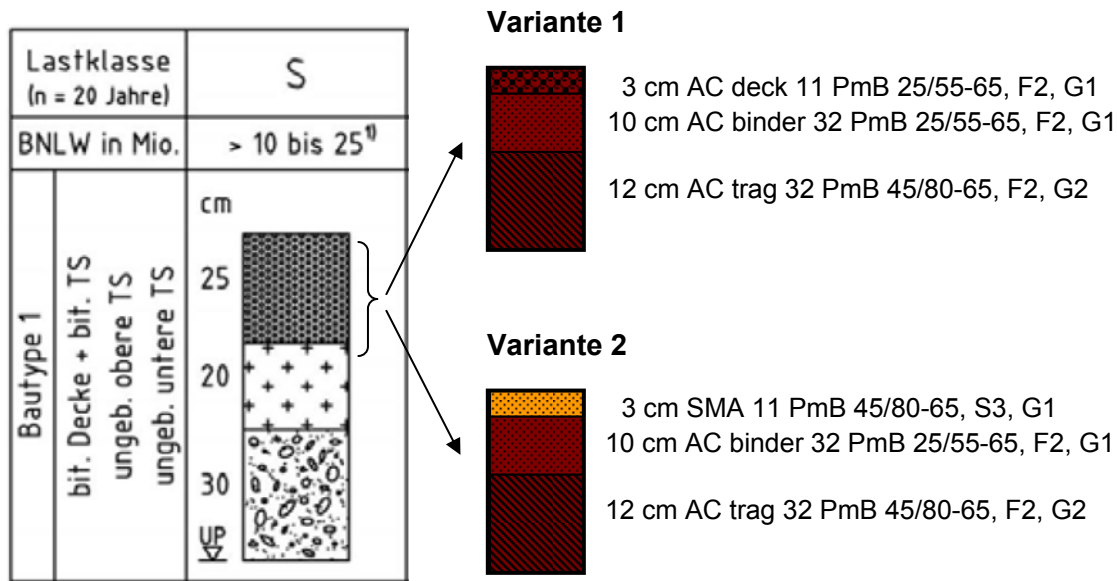


Abbildung 13: Vorgeschlagene Oberbaukonstruktionen

Eine Baukostenbeteiligung an der Versuchsstrecke seitens der österreichischen Auftraggeber ist nicht vorgesehen. Die Finanzierung der wissenschaftlichen Betreuung des Mix Design für die vorgeschlagenen Mischgüter und die Durchführung der dafür notwendigen Prüfungen (siehe Kapitel 7.6) mit Hilfe der in Österreich entwickelten Ansätze ist jedoch möglich.

7.6 Vorschläge für das Prüfprogramm

Das Prüfprogramm für die vorgesehenen Asphaltmischgüter ergibt sich aus den fundamentalen Anforderungen gemäß ÖNORM 3581 und soll ergänzt werden durch Abkühl- und Zugversuche gemäß ÖNORM 3590:

- triaxiale Druckschwellversuche (Widerstand gegen bleibende Verformungen),
- Steifigkeitsversuche am 4 Punkte-Biegebalken
- Ermüdungsversuche mit dem 4 Punkte-Biegebalken
- Abkühl- und Zugversuche bei tiefen Temperaturen (Widerstand gegen thermische Rissbildung)

Parallel zu diesen fundamentalen Prüfmethode sind auch konventionelle (empirische) Versuche vorgesehen. Die Kosten für das Prüfprogramm sowie die wissenschaftliche Betreuung können mit 50.000 bis 70.000 € abgeschätzt werden. Ein detailliertes Versuchsprogramm ist dazu im Rahmen des Folgeprojekts auszuarbeiten.

Literatur

Fachliteratur und Schriftenreihen

- Blab, R.: Asphalt – empirisch oder Fundamental. GESTRATA Journal, Folge 116, April 2007.
- GESTRATA Asphalthandbuch. Beiträge von Buchta, H., Eustacchio, E., Henögl, O., Kostjak, M., Krzemien, R., Lenk, G., Litzka, J., Müller, W., Nievelt, H., Pass, F., Reininger, H., Schinkinger, T., Vasiljevic. GESTRATA, 3. Ausgabe, Wien, 2002
- Litzka, J., Strobl, R., Pass, F.: Gebrauchsverhaltensorientierte Bitumenprüfung – Teil 2: Polymermodifizierte Bindemittel. Schriftenreihe „Straßenforschung“ des Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Heft 530, Wien, 2003
- Litzka, J., Pfeiler, A., Zieger, M.: Einfluss des Sandes auf das Griffigkeitsverhalten bituminöser Decken. Schriftenreihe „Straßenforschung“ des Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Heft 534, Wien, 2003
- Tschegg, E., Jamek, M., Stanzi-Tschegg, S.: Bruch- und Selbstheilungsverhalten von Asphalt und Asphaltverbunden – Ausmaß und Nutzen. Schriftenreihe „Straßenforschung“ des Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Heft 516, Wien, 2002

Forschungsarbeiten

- Blab, R., Spiegl, M.: Erweiterte Eignungsprüfung für den bituminösen Oberbau / LB1 Neubau Umfahrung Enns. Projektbericht im Auftrag des Amtes der OÖ Landesregierung – Abteilung Strategische Straßenplanung und Netzausbau, Wien, 2005
- Schopf, J.M., Weninger-Vycudil, A.: Straßenforschungskonzept 2007 – Forschungsrahmenplan und fachspezifische Forschungsschwerpunkte. vorläufiger Endbericht (Entwurf), im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, 2007

Österreichische Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau (RVS)

- RVS 03.08.63 Oberbaubemessung, 2005
- RVS 08.16.01 [8S.04.11] Anforderungen an Asphaltsschichten, 2007
- RVS 08.97.05 [8S.01.41] Anforderungen für Asphaltmischgut, 2004
- RVS 11.03.22 [11.063] Abnahmeprüfung von Asphaltstraßen, 2004
- RVS 11.06.62 [11.066] Grundlagen, Prüfverfahren, Feldprüfungen, 1995
- RVS 11.06.64 Grundlagen, Prüfverfahren, Feldprüfungen, Rollgeräuschmessungen, 1997
- RVS 11.06.65 Grundlagen, Prüfverfahren, Feldprüfungen, Griffigkeitsmessungen mit dem Stuttgarter Reibungsmesser (System RoadSTAR), 2002

Österreichische Normen (ÖNORM)

- ÖNORM B 3580-1: Asphaltmischgut - Mischgutanforderungen – Asphaltbeton – Empirischer Ansatz – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-1, 2006
- ÖNORM B 3580-2: Asphaltmischgut - Mischgutanforderungen – Asphaltbeton – Fundamentaler Ansatz – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-1, 2006
- ÖNORM B 3581: Asphaltmischgut - Mischgutanforderungen - Asphaltbeton für sehr dünne Schichten - Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-2, 2006
- ÖNORM B 3582: Asphaltmischgut - Mischgutanforderungen - Softasphalt - Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-3, 2006
- ÖNORM B 3583: Asphaltmischgut - Mischgutanforderungen - Hot Rolled Asphalt - Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-4, 2006
- ÖNORM B 3584: Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen – Splittmastixasphalt – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-5, 2006

- ÖNORM B 3585: Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen – Gussasphalt – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-6, 2006
- ÖNORM B 3586: Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen – Offenporiger Asphalt – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 13108-7, 2006
- ÖNORM B 3613: Elastomermodifizierte Bitumen für den Straßenbau – Anforderungen, 1999
- ÖNORM B 3613: Polymermodifizierte Bitumen für den Straßenbau – Anforderungen - Regeln für die Umsetzung der ÖNORM EN 14023, 2007
- ÖNORM B 3639-1: Technische Asphalte für den Straßenbau und verwandte Gebiete - Prüfung - Schubverbund von Asphaltsschichten, 1997
- ÖNORM B 3639-2: Technische Asphalte für den Straßenbau und verwandte Gebiete - Prüfung - Haftverbund von Asphaltsschichten, 1997

Europäische Normen mit ÖNORM-Status (ÖNORM EN)

- ÖNORM EN 933-1: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung – Siebverfahren (konsolidierte Fassung), 2006
- ÖNORM EN 933-2: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 2: Bestimmung der Korngrößenverteilung – Analysensiebe, Nennweite der Sieböffnungen, 1996
- ÖNORM EN 933-3: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 3: Bestimmung der Kornform – Plattigkeitskennzahl, 2004
- ÖNORM EN 933-4: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 4: Bestimmung der Kornform – Kornformkennzahl, 2000
- ÖNORM EN 933-5: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 5: Bestimmung des Anteils an gebrochenen Körnern in groben Gesteinskörnungen, 2005
- ÖNORM EN 933-6: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 6: Fließkoeffizienten von Gesteinskörnungen, 2004
- ÖNORM EN 933-7: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 7: Bestimmung des Muschelschalengehaltes – Prozentsatz von Muschelschalen in groben Gesteinskörnungen, 1998
- ÖNORM EN 933-8: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 8: Beurteilung von Feinanteilen, Sandäquivalent-Verfahren, 1999
- ÖNORM EN 933-9: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 9: Beurteilung von Feinanteilen - Methylenblau-Verfahren, 1999
- ÖNORM EN 933-10: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 10: Beurteilung von Feinanteilen, Kornverteilung von Füller (Luftstrahlsiebung), 2001
- ÖNORM EN 933-11: Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 11: Prüfung zur Einteilung der Bestandteile von rezyklierter grober Gesteinskörnung, 2004
- ÖNORM EN 1097-1: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 1: Bestimmung des Widerstandes gegen Verschleiß (Micro-Deval) (EN 1097-1:1996 + A1:2003), 2004
- ÖNORM EN 1097-2: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 2: Verfahren zur Bestimmung des Widerstandes gegen Zertrümmerung, 2006
- ÖNORM EN 1097-3: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 3: Bestimmung von Schüttdichte und Hohlraumgehalt, 1998
- ÖNORM EN 1097-4: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 4: Bestimmung des Hohlraumgehaltes an trocken verdichtetem Füller, 1999
- ÖNORM EN 1097-5: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 5: Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung, 1999

- ÖNORM EN 1097-6: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 6: Bestimmung der Rohdichte und der Wasseraufnahme (konsolidierte Fassung), 2006
- ÖNORM EN 1097-7: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 7: Bestimmung der Dichte von Füller - Pyknometer-Verfahren, 1999
- ÖNORM EN 1097-8: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 8: Bestimmung des Polierwertes, 2000
- ÖNORM EN 1097-9: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 9: Bestimmung des Widerstandes gegen Verschleiß durch Spikereifen - Nordische Prüfung (konsolidierte Fassung), 2007
- ÖNORM EN 1097-10: Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 10: Bestimmung der Wassersaughöhe, 2003
- ÖNORM EN 1367-1: Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen - Teil 1: Bestimmung des Widerstandes gegen Frost-Tau-Wechsel, 2007
- ÖNORM EN 1367-5: Prüfverfahren für thermische Eigenschaften und Verwitterungsbeständigkeit von Gesteinskörnungen - Teil 5: Bestimmung des Widerstandes gegen Hitzebeanspruchung, 2003
- ÖNORM EN 1426: Bitumen und Bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der Nadelpenetration, 2007
- ÖNORM EN 1427: Bitumen und Bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des Erweichungspunktes – Ring- und Kugel-Verfahren, 2007
- ÖNORM EN 12591: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Anforderungen an Straßenbaubitumen, 2000
- ÖNORM EN 12592: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung der Löslichkeit, 2007
- ÖNORM EN 12593: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung des Brechpunktes nach Fraaß, 2007
- ÖNORM EN 12594: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Vorbereitung von Untersuchungsproben, 2007
- ÖNORM EN 12595: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung der kinematischen Viskosität, 2007
- ÖNORM EN 12596: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung der dynamischen Viskosität mit Vakuum-Kapillaren, 2007
- ÖNORM EN 12606-1: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung des Paraffingehaltes - Teil 1: Destillationsverfahren, 2007
- ÖNORM EN 12606-2: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung des Paraffingehaltes - Teil 2: Extraktionsverfahren, 2000
- ÖNORM EN 12607-1: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung der Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft - Teil 1: RTFOT-Verfahren, 2007
- ÖNORM EN 12607-2: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung der Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft - Teil 2: TFOT-Verfahren, 2007
- ÖNORM EN 12607-3: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung der Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft - Teil 3: RFT-Verfahren, 2007
- ÖNORM EN 12697-1: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 1: Löslicher Bindemittelgehalt, 2007
- ÖNORM EN 12697-2: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 2: Korngrößenverteilung, 2003
- ÖNORM EN 12697-3: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 3: Rückgewinnung des Bitumens: Rotationsverdampfer, 2005
- ÖNORM EN 12697-4: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 4: Rückgewinnung des Bitumens: Fraktionierkolonne, 2005
- ÖNORM EN 12697-5: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 5: Bestimmung der Rohdichte, 2003
- ÖNORM EN 12697-6: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 6: Bestimmung der Raumdichte von Asphalt-Probekörpern mit hydro-statischen Verfahren, 2003

- ÖNORM EN 12697-7: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 7: Bestimmung der Raumdichte von Asphalt-Probekörpern mit Gamma-Strahlen, 2003
- ÖNORM EN 12697-8: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 8: Bestimmung des Hohlraumgehaltes von Asphaltprobekörpern, 2003
- ÖNORM EN 12697-9: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 9: Bestimmung der Bezugsraumdicke, Gyrator-Verdichter, 2004
- ÖNORM EN 12697-10: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 10: Verdichtbarkeit, 2002
- ÖNORM EN 12697-11: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 11: Bestimmung der Affinität von Gesteinskörnungen und Bitumen, 2006
- ÖNORM EN 12697-12: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 12: Bestimmung der Wasserempfindlichkeit von Asphalt-Probekörpern, 2004
- ÖNORM EN 12697-13: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 13: Temperaturmessung, 2001
- ÖNORM EN 12697-14: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 14: Wassergehalt, 2001
- ÖNORM EN 12697-15: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 15: Bestimmung der Entmischungsneigung von Asphalt, 2003
- ÖNORM EN 12697-16: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 16: Abrieb durch Spikereifen, 2004
- ÖNORM EN 12697-17: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 17: Abrieb von Probekörpern aus offenporigem Asphalt, 2004
- ÖNORM EN 12697-18: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 18: Bestimmung des Ablaufens von Bitumen von offenporigem Asphalt, 2004
- ÖNORM EN 12697-19: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 19: Durchlässigkeit der Probekörper, 2004
- ÖNORM EN 12697-20: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 20: Eindringversuch an Probewürfeln oder Marshall-Probekörpern, 2004
- ÖNORM EN 12697-21: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 21: Eindringversuch unter Verwendung von Platten, 2004
- ÖNORM EN 12697-22: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 22: Spurbildungstests, 2004
- ÖNORM EN 12697-23: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 23: Bestimmung der indirekten Zugfestigkeit von Asphaltprobekörpern, 2003
- ÖNORM EN 12697-24: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 24: Beständigkeit gegen Ermüdung, 2004
- ÖNORM EN 12697-25: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 25: Druckschwellversuch, 2006
- ÖNORM EN 12697-26: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 26: Steifigkeit, 2004
- ÖNORM EN 12697-27: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 27: Probenahme, 2001
- ÖNORM EN 12697-28: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 28: Vorbereitung von Proben zur Bestimmung des Bindemittelgehaltes, des Wassergehaltes und zur Korngrößenbestimmung, 2001
- ÖNORM EN 12697-29: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 29: Bestimmung der Maße von Asphalt-Probekörpern, 2003
- ÖNORM EN 12697-30: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 30: Probenvorbereitung, Schlagverdichter, 2004
- ÖNORM EN 12697-31: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 31: Herstellung von Probekörpern Gyrator-Verdichter, 2007
- ÖNORM EN 12697-32: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 32: Laborverdichtung von Asphalt mit einem Vibrationsverdichter, 2003
- ÖNORM EN 12697-33: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 33: Probekörperherstellung mit einem Plattenverdichter; CEN: "Probestückvorbereitung mit einem Walzenverdichtungsgerät", 2004
- ÖNORM EN 12697-34: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 34: Marshall-Prüfung, 2004

- ÖNORM EN 12697-35: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 35: Mischen im Laboratorium; CEN: "Labormischung", 2004
- ÖNORM EN 12697-36: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 36: Bestimmung der Dicke von Asphaltkonstruktionen, 2003
- ÖNORM EN 12697-37: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 37: Prüfung des Haftvermögens eines Bindemittels auf vorumhüllten Splitt für Hot-Rolled-Asphalt mittels heißem Sand, 2003
- ÖNORM EN 12697-38: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 38: Prüfeinrichtung und Kalibrierung, 2004
- ÖNORM EN 12697-39: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 39: Bindemittelgehalt durch Thermoanalyse, 2004
- ÖNORM EN 12697-40: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 40: In situ-Durchlässigkeit, 2006
- ÖNORM EN 12697-41: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 41: Beständigkeit gegen Enteisungsflüssigkeiten, 2005
- ÖNORM EN 12697-42: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 42: Fremdstoffgehalt in Ausbauasphalt, 2003
- ÖNORM EN 12697-43: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 43: Treibstoffbeständigkeit, 2003
- ÖNORM EN 13036-1: Oberflächeneigenschaften von Straßen und Flugplätzen - Prüfverfahren - Teil 1: Messung der Makrotexturtiefe der Fahrbahnoberfläche mit Hilfe eines volumetrischen Verfahrens, 2001
- ÖNORM EN 13036-3: Oberflächeneigenschaften von Straßen und Flugplätzen - Prüfverfahren - Teil 3: Messung der horizontalen Entwässerung von Deckschichten, 2003
- ÖNORM EN 13108-1: Asphalt - Anforderungen - Teil 1: Asphaltbeton, 2006
- ÖNORM EN 13108-2: Asphalt - Anforderungen - Teil 2: Asphaltbeton für sehr dünne Schichten, 2006
- ÖNORM EN 13108-3: Asphalt - Anforderungen - Teil 3: Softasphalt, 2006
- ÖNORM EN 13108-4: Asphalt - Anforderungen - Teil 4: Hot-Rolled-Asphalt, 2006
- ÖNORM EN 13108-5: Asphalt - Anforderungen - Teil 5: Splittmastixasphalt, 2006
- ÖNORM EN 13108-6: Asphalt - Anforderungen - Teil 6: Gussasphalt, 2006
- ÖNORM EN 13108-7: Asphalt - Anforderungen - Teil 7: Offenporiger Asphalt, 2006
- ÖNORM EN 13108-8: Asphalt - Anforderungen - Teil 8: Ausbauasphalt, 2006
- ÖNORM EN 13108-20: Asphalt - Anforderungen - Teil 20: Erstprüfung, 2006
- ÖNORM EN 13108-21: Asphaltmischgut - Mischgutanforderungen - Teil 21: Werkseigene Produktionskontrolle, 2006
- ÖNORM EN 13179-1: Prüfverfahren für mineralische Füller in bitumenhaltigen Mischungen - Teil 1: Delta-Ring- und Kugel-Verfahren, 2001
- ÖNORM EN 13501-1: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten, 2007
- ÖNORM EN 13924: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Anforderungen an harte Straßenbaubitumen (konsolidierte Fassung), 2007
- ÖNORM EN 14023: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Rahmenwerk für die Spezifikation von polymermodifizierten Bitumen, 2006
- ÖNORM EN 14769: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Beschleunigte Langzeit-Alterung - Druckalterungsbehälter (PAV), 2006
- ÖNORM EN 14770: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung des komplexen Schermoduls und des Phasenwinkels - Dynamisches Scherrheometer (DSR), 2006
- ÖNORM EN 15324: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung der Äquiviskositätstemperatur basierend auf niedriger Scherviskosität mit Hilfe eines dynamischen Scher-Rheometers in niederfrequentem Schwingungsmodus, Entwurf, 2005

ÖNORM EN 15325: Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung der Null-Scherviskosität (ZSV)
mit Hilfe eines Schubspannungs-Rheometers im Kriechmodus, Entwurf, 2005

Europäische Normen (EN)

Die EN wurden bereits in die ÖNORM übernommen und tragen dieselbe Bezeichnung mit dem vorgestellten Zusatz „ÖNORM“ (siehe oben)

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche
Laboratorio federale di prova dei materiali e di ricerca
Institut federal da controlla da material e da retschertgas
Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research

EMPA
Überlandstrasse 129
CH-8600 Dübendorf
Tel. +41-1-823 55 11
Fax +41-1-821 62 44



Entwicklung optimaler Mischgüter und Auswahl geeigneter Bindemittel; D-A-CH – Initialprojekt State of the art in der Schweiz

**Développement des mélanges bitumineux optimaux et sélection des liants
appropriés; D-A-CH – projet initiale
State of the art en Suisse**

**Development of Optimal Bituminous Mixtures and Selection of Appropriate
Binders; D-A-CH – Initial Project
State of the art in Switzerland**

R. Gubler, Dr. sc. nat. ETH
Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Dübendorf
Abteilung Strassenbau/Abdichtungen

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation / Bundesamt für
Strassen
Forschungsauftrag ASTRA 2006/002 „Entwicklung optimaler Mischgute und Auswahl geeigneter
Bindemittel“

Inhaltsverzeichnis

-	ZUSAMMENFASSUNG, RÉSUMÉ, ABSTRACT	185
1	EINLEITUNG	189
1.1	Ausgangslage, Problemstellung	189
1.1.1	Hintergrund	189
1.1.2	Aktuelle Lage	189
1.1.3	Zielsetzung	190
1.2	Zweck	190
1.3	Auftrag	190
1.4	Zeithorizont	190
1.5	Gliederung	191
1.5.1	Stand der Normung in der Schweiz	191
1.5.2	Auswertung von schweizerischen Forschungsprojekten	191
1.5.3	Folgerungen	191
1.6	Begriffe und Abkürzungen	192
1.6.1	Begriffe	192
1.6.2	Versionen der Normen	192
1.6.3	Abkürzungen	192
2	STAND DER NORMUNG IN DER SCHWEIZ	195
2.1	Verkehrslastklassen	197
2.2	Definition und Wahl von Mischgutttypen	197
2.3	Festlegung des Schichtaufbaus	198
2.4	Prüfungen für und Anforderungen an Komponenten	199
2.4.1	Mineralstoffe	199
2.4.2	Strassenbaubitumen	201
2.4.3	Polymermodifizierte Bitumen	202
2.4.4	Hartbitumen	202
2.5	Prüfungen für und Anforderungen an Mischgut	203
2.5.1	Grundlegende und empirische Prüfung	203
2.5.2	Ergänzende Schweizer Normen	209
2.5.3	Die schweizerische Selektion	209
2.5.4	Probleme des Europäischen Normenwerkes	210
2.5.5	Lösungen der Schweiz für hoch belastete Strassen	213
2.6	Ausführung und Anforderungen an bitumenhaltige Schichten	216
2.6.1	Anforderungen an Schichten	216
2.6.2	Schichtenverbund	217
2.6.3	Anforderungen an Oberflächen	218
3	AUSWERTUNG AKTUELLER FORSCHUNGSPROJEKTE DER SCHWEIZ	219
3.1	Komponenten	219
3.1.1	Vergleichsstrecken mit polymermodifizierten Bindemitteln und Zusätzen (F)	219
3.1.2	1058: Kälteverhalten von bituminösen Bindemitteln	219
3.2	Mischgut	220
3.2.1	Untersuchung des Verhaltens neuer Belagsmaterialien; Teil1: Tragschichten hoher Steifigkeiten (F)	220
3.2.2	Volumetrische und mechanische Optimierung von Splittmastixasphalt	220

3.2.3	Erarbeitung einer Methode zur Spurbildungsprognose für bituminöse Beläge (F)	221
3.2.4	Unterhalt 2000, Forschungsprojekte 2, Dauerhafte Komponenten bitumenhaltiger Belagsschichten	221
3.2.5	Unterhalt 2000; Forschungspaket 3; Mischrezeptur und Optimierung der bituminösen Mischgute (F)	40
3.2.6	Recycling von Ausbauasphalt in Heissmischgut	223
3.3	Ausführung und Anforderungen an bitumenhaltige Schichten	223
3.3.1	Methoden zur Beurteilung des Schichtenverbundes von Asphaltbelägen	223
3.3.2	Instandsetzung und Verstärkung von Betonfahrbahnen mit Asphaltbelägen	224
3.3.3	Anzahl äquivalenter Einheitsachslasten verschiedener Fahrzeugtypen	224
3.3.4	Nachhaltige Dimensionierung von Fundations- und Tragschichten	224
3.3.5	Tägliche äquivalente Verkehrslast TF verschiedener Strassentypen	225
3.3.6	Einfluss und Wirkung von Dünnschichtbelägen	225
3.3.7	Unterhalt 2000; Forschungsprojekt 1; Verhaltensbilanz	225
3.3.8	Unterhalt 2000; Forschungsprojekt 4; Dauerhafte Beläge	225
3.3.9	Unterhalt 2000; Forschungsprojekt 7; Vergleichsstrecke A2	226
3.4	Oberflächeneigenschaften	227
3.4.1	Lärmverhalten verschiedener Belagsoberflächen (2000)	227
3.4.2	Entwicklung der Griffigkeit von Strassenbelägen	227
3.4.3	Griffigkeit auf Autobahnen	228
3.4.4	Griffigkeitsbedarf von Strassenbelägen (F)	228
4	FOLGERUNGEN	229
4.1	Folgerungen zur Normung in der Schweiz	229
4.1.1	Hintergrund	229
4.1.2	Fachliche Entscheidungen	229
4.2	Folgerungen zur Europäischen Normung	229
4.2.1	Übernahme der europäischen Normen	229
4.3	Folgerungen zur Forschung in der Schweiz, Vergleich Forschung/ Normung	230
4.4	Evaluation wesentlicher Belagsaufbauten	232
4.5	Evaluation der Prüfverfahren	232
5	LITERATURVERZEICHNIS	233
5.1	Fachliteratur	233
5.2	Teilberichte des DACH – Initialprojektes	233
5.3	Schweizer Norm	233
5.4	Europäische Norm	234
5.5	Andere Normen	239
5.6	Ausgewertete Forschungsarbeiten	240
5.6.1	Abgeschlossene Forschungsarbeiten	240
5.6.2	Laufende Forschungsarbeiten	241

Zusammenfassung

Hochbelastete Strassen dauerhaft zu bauen, ist eine den drei Ländern Deutschland, Österreich und Schweiz gemeinsame Zielsetzung. Im Rahmen der Dreiländertagung D-A-CH in Schnetzenhausen wurde deshalb beschlossen, die Vorgehensweisen der drei Länder miteinander wissenschaftlich zu vergleichen. Dabei sollten weniger völlig neue Lösungen als schwergewichtig der Stand (fortschrittlicher) Technik miteinander verglichen werden, um nach Synergien zu suchen.

Zu diesem Zweck analysierte jedes Land in einem eigenen Forschungsprojekt die aktuelle Situation.

Der vorliegende Forschungsbericht betreffend Schweiz beschreibt im ersten Teil die Situation der Normung. Er zeigt auf, wie in der Schweiz hochbelastete Strassen definiert und was für Anforderungen an Mischgut und ausgeführte Schichten gestellt werden. Da in der Schweiz die europäischen Normen schon weitgehend eingeführt sind, werden auch das europäische Normenwerk und aufgetretene Probleme bei der Einführung besprochen.

In einem zweiten Teil werden der aktuelle Stand der Forschung der Schweiz zum Thema ausgewertet und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Normung diskutiert.

Aufgrund der in kompakter Form zusammengestellten Informationen werden Vorschläge für die diesem Initialprojekt folgenden Forschungsprojekte gemacht. Zudem werden Hinweise auf die Lücken der Normung gegeben und Vorschläge zu deren Behebung ausgearbeitet.

Résumé

Construire des routes durables capables de résister à des sollicitations élevées, tel est l'un des objectifs communs que se sont fixés l'Allemagne, l'Autriche et la Suisse. Lors de leur réunion tripartite D–A–CH à Schnetzenhausen, ces pays ont décidé de procéder à une comparaison scientifique de leurs différentes approches de cet objectif. Il s'agissait dans cela moins de présenter des solutions totalement nouvelles que de procéder à un relevé de l'état de la technique dans ces différents pays pour rechercher des synergies.

Pour cela, chaque pays a procédé dans un projet de recherche propre à une analyse de la situation actuelle chez lui.

Le présent rapport de recherche rédigé par la Suisse décrit dans une première partie la situation sur la plan de la normalisation. Il montre quelle est en Suisse la définition d'une route fortement sollicitée et quelles sont les performances requises des enrobés et des différentes couches des revêtements en place. La Suisse ayant déjà largement introduit les normes européennes, celles-ci sont discutées de même que les problèmes qui sont apparus lors de cette introduction.

La deuxième partie décrit l'état de la technique dans ce domaine en Suisse et les conséquences qui en découlent pour la normalisation.

Les informations réunies dans ce projet initial ont aussi été utilisées pour émettre des propositions pour un projet subséquent. De plus, ce rapport donne des indications sur les lacunes de la normalisation et émet des propositions pour y remédier.

Abstract

The construction of highly trafficked loads in a durable way is one of the common goals in the three countries Germany, Austria and Switzerland. Hence, during the three-country conference D-A-CH in Schnetzenhausen, it was decided to compare the activities of the three countries from a scientific point of view. Focus was the search for synergies by comparing the state of the art of modern techniques and not the evaluation of completely different solutions.

In order to reach this goal each country performed its own research project and analyzed the actual situation.

This research report dealing with Switzerland describes in the first part the situation of the standardization. It shows how high loaded roads are defined in Switzerland and what requirements are valid for mixes and compacted layers. Due to the fact that almost all European standards are already introduced in Switzerland, the report discusses also the European Standards and the problems that occurred during their implementation.

In the second part the actual state of research in Switzerland on the subject is evaluated and the corresponding consequences for standardization are discussed.

Based in the concise information from this initial project proposals for future research projects are formulated. In addition gaps in standardization are identified and proposals for filling the gaps are given.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage, Problemstellung

1.1.1 Hintergrund

Die drei Länder Deutschland, Österreich und Schweiz streben auf teilweise unterschiedlichen Wegen ähnliche Ziele an. Darunter hat das Ziel, auch unter stärkster Belastung dauerhafte Strassen zu bauen, oberste Priorität, denn dauerhafte Strassen bedeuten:

- verringerte Unterhaltskosten
- weniger Verkehrsbehinderungen durch Baustellen
- bessere Qualität durch weniger Einbauabschnitte und weniger Reparaturen

Insgesamt bringt eine verlängerte Nutzungsdauer von Strassen somit grosse volkswirtschaftliche Gewinne.

Ein wesentlicher Beitrag zur Erreichung dieses Ziels leistet die Verwendung von optimal konzipiertem Mischgut. Dabei handelt es sich nicht primär um Spezialmischgut, sondern um normiertes Mischgut, wie es für hoch belastete Strassen eingesetzt wird. Teilaspekte sind dabei die Rezepturen, sowie die Anforderungen an und die Auswahl von Komponenten. Zu berücksichtigen ist, dass die drei Länder die europäischen Normen laufend einführen, wobei diese in der Schweiz schon weitgehend, wenn auch zum Teil noch zum Teil noch basierend auf Entwürfen, in Kraft gesetzt worden sind.

Gleichzeitig werden in der Praxis neue Belagssysteme entwickelt, die durchaus zukunftssträftig sind. Dazu gehören Niedertemperaturasphalte oder Hochmodulmischgut und die darauf abgestimmten Aufbauten.

Nicht nur in Praxis und Normung bestehen Unterschiede zwischen den drei Ländern. Die jeweiligen Traditionen prägen trotz gleicher Zielsetzung auch die Forschung. So existiert in allen drei Ländern eine aktive Forschung zum Thema, das beigefügte Literaturverzeichnis zeigt den aktuellen Stand in der Schweiz auf. In internationaler Kooperation wird dagegen weniger geforscht, ausser im Rahmen RILEM, wo aber oft die Methodik im Vordergrund steht (z.B. Ringversuche, Bestimmung der Steifigkeit, Ermüdung). Diese Situation hat den Effekt, dass die länderübergreifende Vergleichbarkeit der Forschungsergebnisse oft nicht oder nicht in wünschenswertem Masse gegeben ist, und dass generell das in einem der Länder erarbeitete Wissen in den andern zu wenig gewürdigt und genutzt wird. Als Folge davon wird Forschung nicht selten doppelspurig betrieben, wobei das nicht einmal immer im ganzen Umfange erkannt wird. Eine koordinierte Forschung der drei Länder verspricht deshalb einen wesentlichen Gewinn.

1.1.2 Aktuelle Lage

Das Forschungsprojekt geht von einem Impuls der Dreiländertagung D-A-CH in Schnetzenhausen aus und orientiert sich an folgenden Erkenntnissen:

- Die Normung zwischen den drei Ländern verläuft wenig koordiniert, obwohl das in Hinblick auf gemeinsame Interessen bezüglich der europäischen Normung von Vorteil wäre

- Auf der Forschungsebene existiert wenig länderübergreifende Zusammenarbeit mit Blick auf aktuelle Probleme der Normung. Dabei wäre gerade hier gemeinsame Forschung zu Schlüsselthemen nötig, um die festgestellten Defizite angehen zu können

1.1.3 Zielsetzung

Das Forschungsprojekt hat zum Ziel:

- den „State of the Art“ in den drei Ländern zu erfassen, wobei im Einzelnen
 1. die Grundlagen zusammenzustellen sind, wie ein hoch belasteter Strassenabschnitt zu definieren ist und was unter optimal bezüglich Beanspruchung, Lärm, Spurbildung, Griffigkeit und Langlebigkeit verstanden wird
 2. die Normanforderungen an Mischgut, die für solche Strassenabschnitte in den drei Ländern eingesetzt werden, zu diskutieren und zu vergleichen sind
 3. der Stand der Forschung zu rekapitulieren ist
- die in den drei Ländern verwendeten Systeme in einem Synthesebericht vergleichend gegenüberzustellen
- Wissenslücken aufzuzeigen
- Vorschläge für die in einem Folgeprojekt zu untersuchenden Aufbauten zu machen, wobei jedes Land zwei bis drei Aufbauten vorschlagen soll. Von diesen optimal konzipierten Schichtaufbauten ausgehend, sind die Mischgutsorten auszuwählen.

1.2 Zweck

Der Forschungsbericht schafft die Grundlage für ein vertiefendes Folgeprojekt. Durch die Erarbeitung des „State of the Art“ liefert er zudem Impulse für die Normung, insbesondere indem er Lücken auf nationaler und europäischer Ebene aufzeigt.

1.3 Auftrag

Der Forschungsbericht soll den „State of the Art“ der Schweiz für Aufbauten für hoch belastete Strassen basierend auf bitumenhaltigen Schichten darstellen. Er fasst dazu den Stand der Normung und Forschung in der Schweiz zusammen und vergleicht ihn mit den Informationen geliefert durch die parallel dazu abgewickelten Forschungsprojekte in Deutschland und Österreich. Er enthält damit einen länderübergreifenden Vergleich.

1.4 Zeithorizont

In dieser Arbeit wurden Normen und Forschungsberichte ausgewertet, die bis Februar 2007 erschienen oder auch elektronisch erhältlich waren. Die Erhältlichkeit bezieht sich dabei auf die Schweiz, das gilt auch für europäische Normen, es gilt deren Publikation in der Schweiz. Bei Forschungsarbeiten wurden, von wenigen Ausnahmen abgesehen, nur solche analysiert, die 2000 oder später publiziert worden waren. Ältere Arbeiten wurden nicht auf Relevanz geprüft.

1.5 Gliederung

Um die gesteckten Ziele zu erreichen, ist der Forschungsbericht in vier hauptsächliche Teile gegliedert

- Stand der Normung
- Auswertung von Forschungsprojekten
- Folgerungen
- Synthese und Forschungsbedarf

1.5.1 Stand der Normung in der Schweiz

Dieser Teil umfasst die Beschreibung der für den Bau von hoch belasteten Strassen in Betracht zu ziehenden Normen. Sie gehören schwergewichtig zu folgenden Gruppen:

- Anforderungsnormen an Material, die schweizerisch oder europäisch sein können; im letzten Fall liegen nationale Elemente vor, die für die Anwendung entscheidend sind
- Anforderungsnormen an die eingebauten Schichten
- Prüfnormen, die schweizerisch oder europäisch sein können; im letzten Fall liegen nationale Elemente vor, in denen Prüfverfahren und Prüfbedingungen festgelegt sind, bei denen die europäischen Normen mehrere Verfahren oder Varianten zulassen
- Ausführungsnormen, mit Verweisen auf die Anforderungsnormen

Das Material ist mehrheitlich der Chronologie des Bauablaufs entsprechend angeordnet, vorab werden Normen konzeptioneller Art behandelt.

1.5.2 Auswertung von schweizerischen Forschungsprojekten

Ausgewertet wurden 14 im Rahmen der Strassenbauforschung des Bundesamtes für Strassen 2000 und später publizierten Forschungsarbeiten. Dazu wurden, soweit dem Autor bekannt, 6 kurz vor dem Abschluss stehende Forschungsarbeiten mit einbezogen, soweit eine Zusammenfassung und Folgerungen vorlagen. Eine ältere Forschungsarbeiten wurde berücksichtigt, wenn sie einen direkten Einfluss auf für diese Arbeit relevante Normen hat. Von diesen total 21 Arbeiten konnten 2 den Komponenten zugeordnet werden, 6 befassten sich mehrheitlich mit Mischgut, bei 9 standen Ausführung von und Anforderungen an Schichten im Vordergrund, 4 befassten sich mit Oberflächeneigenschaften.

Von den Arbeiten werden die Zielsetzung, die wichtigsten Ergebnisse und die Auswirkungen auf Normung und Stand der Technik in der Schweiz aufgeführt.

1.5.3 Folgerungen

Die Folgerungen befassen sich mit

- der Normung in der Schweiz, wobei der Hintergrund und wesentliche Entscheide diskutiert werden
- der Übernahme der europäischen Normen
- der Forschung, insbesondere dem Bezug zur Normung mit Angabe der wesentlichen Vor- und Nachteile

- Der Evaluation der Belagsaufbauten und der durchzuführenden Prüfungen als Vorschlag für weitergehende Forschung

1.6 Begriffe und Abkürzungen

Begriffe und Abkürzungen, die in den europäischen Normen definiert sind, werden hier nicht zusätzlich definiert. Als Ausnahme werden die Abkürzungen für die für diese Arbeit relevanten Mischgüter aufgeführt.

1.6.1 Begriffe

Allgemeine Anforderungen: Eine deutsche Version der EN 13108-1 liegt dem Verfasser dieses Berichtes nicht vor; für das englische ‚general requirements‘ wird in diesem Bericht ‚Allgemeine Anforderungen‘ gebraucht.

Drainasphalt: Alte Bezeichnung für offenporiger Asphalt, in Forschungsberichten immer noch zu lesen.

Instandsetzung: Ersatz des oberen Teils des Aufbaus oder Einbau einer zusätzlichen Schicht (Oberflächenbehandlung, Dünnschichtbelag).

Instandsetzungsintervall: Zweitabschnitt zwischen Neubau und erster Instandsetzung sowie zwischen aufeinanderfolgenden Instandsetzungen.

1.6.2 Versionen der Normen

Die Versionen der europäischen Normen sind durch die Angabe der Jahreszahl eindeutig festgelegt. Die Versionen der Schweizer Normen werden durch Kleinbuchstaben hinter den Nummer gekennzeichnet. Im Verzeichnis der Normen am Schluss dieses Berichtes sind die Versionen in der entsprechenden Form angegeben.

1.6.3 Abkürzungen

a: Faktor zur Berechnung des Beitrages einer Schicht zum Strukturwert

AB: Alte Bezeichnung für AC, in Forschungsarbeiten noch gebraucht.

AC B: Asphaltbeton AC für Binderschichten

AC EME C1: Der Abkürzung EME leitet sich vom französischen ‚Enrobés bitumineux à module élevé‘ her. Sie werden in diesem Bericht als Hochmodulmischgut bezeichnet. Die Mischgutsorte C1 ist für hohe Verkehrslasten optimiert

AC EME C2: Diese Mischgutsorte ist für hohen Widerstand gegen Ermüdung optimiert

AC MR: Der Begriff MR leitet sich von der französischen Bezeichnung ‚macro rugueux‘ ab. Es wird damit ein Mischgut für Deckschichten mit erhöhtem Grobkornanteil bezeichnet. In der Terminologie der europäischen Normung ist dieses Mischgut ein AC mit diskontinuierlicher Korngrößenverteilung.

AC T: Asphaltbeton für Tragschichten

DRA: Alte Bezeichnung für PA, in Forschungsberichten immer noch zu lesen

DSR Dynamic Shear Rheometer

GA: Alte Bezeichnung für MA, in Forschungsberichten immer noch zu lesen

HMF: Heissmischfundationsschicht

μ : Mikrometer

MA: Europäische Abkürzung für Gussasphalt

NA: Nationaler Anhang

NV: Nationales Vorwort

PA: Europäische Abkürzung für offenporiger Asphalt

RTFOT: Rolling Thin Film Oven Test

SMA: Europäische Abkürzung für Splitt Mastix Asphalt

SN: Strukturwert

SN_{erf}: Erforderlicher Strukturwert

SRT: Griffigkeitsmessgerät

sW: Standardabweichung des Winkelwerts, Ebenheitsmass

T1 bis T6: Verkehrslastklassen

TF: Tägliche äquivalente Verkehrslast

TA: Vom Aufbau her dem AC entsprechend, aber mit Teerbitumen als Bindemittel. In der Schweiz nicht mehr gebrauchtes Mischgut, aber noch als eingebaute Schichten vorhanden. Die Abkürzung ist auch in Forschungsberichten anzutreffen.

Typen L, N, S, H: Mischguttypen entsprechend Belastung

W: Winkelwert, Ebenheitsmass

2 Stand der Normung in der Schweiz

Der Stand der Normung, soweit für diesen Bericht relevant, wird nach dem zeitlichen Ablauf des Planungs- und Bauvorgangs gegliedert. Das beginnt mit der Wahl und der Konzeption des Mischgutes für die einzelnen Schichten sowie des Schichtaufbaus, wobei Klima und Verkehrsbelastung relevant sind. Dem folgen die Anforderungen an die Komponenten und die zugehörigen Prüfungen. Dann werden die Anforderungen an das Mischgut und als letztes diejenigen an die eingebauten Schichten zusammengestellt. In jedem dieser Teile ist zu analysieren, was im Besonderen für hoch belastete Strassen gilt.

Grundsätzlich ist zu sagen, dass in der Schweiz die Implementation der europäischen Normen weit vorangetrieben worden ist. In naher Zukunft wird diese Anpassung der schweizerischen Normen ans europäische Normenwerk abgeschlossen sein. Was also Komponenten und Mischgut angeht, kann für diesen Bericht von den europäischen Normen ausgegangen werden. Schweizer Normen werden nur in begründeten Einzelfällen in diese Untersuchung mit einbezogen. Anders stellt sich die Situation bei der Ausführung und bei den Anforderungen an die eingebauten Schichten, die deshalb zusammen dargestellt werden. Somit ergibt sich folgender Raster:

- Definition von Verkehrsklassen
- Definition und Wahl der Mischguttypen
- Festlegen des Schichtaufbaus
- Prüfungen für und Anforderungen an Komponenten
- Prüfungen für und Anforderungen an Mischgut
- Ausführung und Anforderungen an bitumenhaltige Schichten und den Aufbau

In der Schweiz werden, je nach Erfordernis, verschiedene Ansätze für die Realisierung hoch belasteter Strassenabschnitte verwendet. Für dieses Forschungsprojekt gilt die Einschränkung auf „normale“ Strassen. Belagsaufbauten auf Brücken und in Tunnels werden nicht berücksichtigt. Zudem konzentriert sich das Projekt auf Aufbauten mit bitumenhaltigen Schichten. Die Problematik der Ausbauasphalte wird in diesem Bericht behandelt, weil die Wiederverwendung und Deponierung von grosser Bedeutung ist. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass bitumenhaltige Schichten mit Ausbauasphalten jenen ohne gleichwertig sein müssen. Damit kann diese Problematik verkürzt dargestellt werden. Betonstrassen werden nicht andiskutiert.

Selbst innerhalb dieser Einschränkungen können je nach bestimmenden Erfordernissen mehrere Konzepte gewählt werden. Tabelle 2.1 gibt eine Übersicht über diese Erfordernisse, die sich daraus ergebenden Schichten und charakterisiert kurz das Konzept.

Tabelle 2.1 Konzepte und Mischgutsorten für hochbelastete Strassenabschnitte

Konzeptbestimmende Erfordernisse	Tragschichten	Deckschicht	Kurzbeschreibung des Konzeptes
Lärm	Siehe Standfestigkeit oder Ermüdung	AC MR	Unter Verwendung eines Grösskornes 8 (oder 11) kann ein dauerhafter Aufbau mit lärmarmen Oberfläche erreicht werden.
Drainage, Aquaplaning, Lärm		PA	Bezweckt eine lärmarme Oberfläche mit guten Entwässerungseigenschaften und einer erhöhten Verkehrssicherheit bei Temperaturen über 0 °C.
Standfestigkeit	AC T S oder H, EME C1	AC, SMA, MR,	Bezweckt dauerhafte Aufbauten (inklusive Oberfläche) für besonders hohe Verkehrslasten, lange Instandsetzungsintervalle
Ermüdung			EME C2

Die Mischgutsorten EME C1 und EME C2 werden in Teilen der Schweiz seit längerem mit gutem Erfolg für hochstandfeste und ermüdungsresistente Aufbauten verwendet. Es handelt sich um ein neuartiges Mischgut, dessen Normung im Gange ist und das in der Forschung ein aktuelles Thema ist. **Abbildung 2.1** zeigt den Zusammenhang der schweizerischen Normen gemäss SN 640 420b.

SN 640 420 Asphalt, Grundnorm	
Übersicht über die EN und SN in der Schweiz	
<p>Konzeption, Ausführung und Anforderungen an die eingebauten Schichten</p> <p>640 430 Walzasphalt Konzeption, Ausführung und Anforderungen an die eingebauten Schichten</p> <p>640 434 Prüfplan für Walzasphalt Durchzuführende Prüfungen</p> <p>640 440 Gussasphalt Konzeption, Ausführung und Anforderungen an die eingebauten Schichten</p> <p>640 444 Prüfplan für Gussasphalt Durchzuführende Prüfungen</p> <p>640 450 Abdichtungssysteme und bitumenhaltige Schichten auf Betonbrücken Systemaufbauten, Anforderungen, Ausführung</p> <p>SIA 273 Gussasphalt im Hochbau</p>	<p>Asphalt- und Gussasphaltmischgut, Materialspezifikationen</p> <p>13108-1 Asphaltbeton 640 431-1-NA NA</p> <p>13108-2 Asphaltbeton für sehr dünne Schichten</p> <p>640 431-2 Anerkennungsnotiz</p> <p>13108-3 Softasphalt 640 431-3 Anerkennungsnotiz</p> <p>13108-4 Hot Rolled Asphalt 640 431-4 Anerkennungsnotiz</p> <p>13108-5 Splittmastixasphalt 640 431-5-NA NA</p> <p>13108-6 Gussasphalt 640 441-NA NA</p> <p>13108-7 Offenporiger Asphalt 640 431-7-NA NA, inkl. Sickerschichten</p> <p>13108-8 Ausbauasphalt 640 431-8-NA NA</p> <p>12970 Gussasphalt und Asphaltmastix für Abdichtungen</p> <p>640 442-NA NA</p>
<p>Eignungsprüfung, Produktionskontrolle</p> <p>13108-20 Asphaltmischgut Erstprüfung</p> <p>640 431-20-NA NA</p> <p>13108-21 Asphaltmischgut Werkseigene Produktionskontrolle</p> <p>640 431-21-NA NA</p>	

Abbildung 2.1 Zusammenhang der Regelwerke in der Schweiz

2.1 Verkehrslastklassen

Die Verkehrslastklassen sind ein zentrales Element für die Dimensionierung und Konzipierung der Beläge in der Schweiz und sind in SN 640 324 definiert. Den Verkehrslastklassen zugrunde liegt die „tägliche äquivalente Verkehrslast TF_n “ gemäss SN 640 320. Die Wahl der Mischguttypen geschieht dann gemäss SN 640 430.

Die tägliche äquivalente Verkehrslast TF_n ist definiert als die mittlere Anzahl von Referenzachsdurchgängen auf einem Fahrstreifen während der gesamten für die Dimensionierung massgebenden Gebrauchsperiode von n Jahren (berechnet für 7 Tage pro Woche und unter Berücksichtigung der Verkehrszunahme). Die Last einer Referenzachse beträgt dabei 8,16 t. Tabelle 2.2 stellt die Verkehrsklassen zusammen.

Tabelle 2.2 Definition der Verkehrslastklassen als Funktion der Verkehrslast

Verkehrslastklassen		Tägliche äquivalente Verkehrslast
T1	Sehr leicht	≤30
T2	Leicht	>30 ... 100
T3	Mittel	>100 ...300
T4	Schwer	>300 ... 1000
T5	Sehr schwer	>1000 ... 3000
T6	Extrem schwer	>3000 ... 10000

2.2 Definition und Wahl von Mischguttypen

Die Definition von Mischguttyp berücksichtigt Verkehrslastklassen, Klima und besondere Bedingungen. Die Problematik wird in SN 640 430 behandelt. Es werden vier Typen für leichte bis sehr starke Belastung unterschieden:

- Typ L: Leichte Beanspruchung
- Typ N: Mittlere Beanspruchung
- Typ S: Starke Beanspruchung
- Typ H: Sehr starke Beanspruchung

Tabelle 2.3 zeigt wie die Typen in Abhängigkeit von Verkehrslast und klimatischen Bedingungen für normale Verkehrssituation festgelegt werden. Für besondere Situationen wie etwa Verkehrsknoten oder Kriechspuren gilt Tabelle 2.4.

Tabelle 2.3 Definition der Mischguttypen bei normaler Verkehrssituation

Klimatische Bedingungen	Verkehrslastklassen					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Höhenlage, besonders tiefe Temperaturen	L	L	N	N, S	S	S
Durchschnittliche klimatische Bedingungen (schweizerisches Mittelland)	L	N	N	S	S	H
Sehr starke Sonneneinstrahlung, besonders hohe Temperaturen	N	N	S	S	H	H

Tabelle 2.4 Definition der Mischguttypen bei besonderer Verkehrssituation

Klimatische Bedingungen	Verkehrslastklassen					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Höhenlage, besonders tiefe Temperaturen	L	N	N	S	S	H
Durchschnittliche klimatische Bedingungen (schweizerisches Mittelland)	N	N	S	S	H	H
Sehr starke Sonneneinstrahlung, besonders hohe Temperaturen	N	S	S	H	H	H

Als hoch belastete Strassen im Sinne dieser Forschungsarbeit gelten die Typen S und H. Der Typ S wird mit einbezogen, weil im schweizerischen Normenwerk sehr oft an den Typ S die gleichen oder nur mässig reduzierte Anforderungen wie an den Typ H gestellt werden, während die Typen L und N im allgemeinen anders behandelt werden.

2.3 Festlegen des Schichtaufbaus

Der Schichtaufbau wird bei bitumenhaltigen Schichten auf Basis des Strukturwertes SN und des erforderlichen Strukturwertes SN_{erf} gemäss SN 640 324 festgelegt. Der Strukturwert für einen bestimmten Aufbau wird berechnet als

$$SN = \sum_1^n a_i \cdot D_i$$

D_i : Dicke der bitumenhaltigen Schicht in cm

a_i : Faktor, mit dem die bitumenhaltige Schicht zu gewichten ist

Eine Zusammenstellung der in dieser Arbeit relevanten Schichten gibt Tabelle 2.5.

Tabelle 2.5 Faktoren a zur Berechnung des Strukturwertes

Mischgut der Schicht	Faktor a
AC (ohne AC EME), SMA	4,0
PA	2,8
AC T	4,0
AC EME C1	4,4
AC EME C2	5,6
AC F (Heissmisch-Fundationsschicht)	3,2
Kiessand (die Referenz)	1,0

Der erforderliche Strukturwert SN_{erf} wird in Abhängigkeit der Tragfähigkeit S_i des ungebundenen Oberbaus und der Verkehrslastklasse T_i gemäss Tabelle 2.6 ermittelt. Die Tabelle ist in SN 640 324 enthalten, die Tragfähigkeit wird gemäss SN 640 317 ermittelt, das Verfahren wird hier nicht weiter erläutert.

Tabelle 2.6 Erforderlicher Strukturwert SN_{erf} [cm] in Funktion der Verkehrslastklasse T_i und Tragfähigkeitsklasse S_i

	S1	S2	S3	S4
T1	73	59	50	41
T2	87	73	59	50
T3	105	87	73	59
T4	123	105	87	73
T5	145	123	105	87
T6	171	145	123	105

2.4 Prüfungen für und Anforderungen an Komponenten

Dieses D-A-CH-Initialprojekt hat gemäss Auftrag die Komponente Bindemittel im Fokus. Dennoch können Mineralstoffe nicht einfach übergangen werden. Auf Anwendung im Strassenbau zugeschnittene Normen für Zusatzstoffe existieren kaum, dieser Punkt wird deshalb nicht weiter behandelt. So können Haftverbesserer zwar einen Beitrag zur Qualität der Strasse leisten, die Behandlung dieser Stoffe ist aber sowohl was der zeitliche wie finanzielle Umfang dieses Initialprojektes angeht, nicht machbar. Einige Hinweise zu Zusätzen ergab die Auswertung der Forschungsarbeiten.

Bauweisen mit Spezialbindemitteln wie Schaumbitumen, Oberflächenbehandlungen und dergleichen mehr sind für hochbelastete Strassen allenfalls gebrauchverlängernde Massnahmen aber nicht Bestandteil von Neubauten. Bitumenemulsionen, Fluxbitumen brauchen deshalb nicht diskutiert zu werden. Damit ergeben sich folgende Materialschwerpunkte:

- Strassenbaubitumen
- Polymermodifizierte Bitumen
- Hartbitumen
- Mineralstoffe

2.4.1 Mineralstoffe

Die europäische Norm EN 13043 gibt vor, wie die Anforderungen an die Gesteinskörnungen für Strassen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen zu definieren sind. Im nationalen Anhang SN 670 103 wird das für die Schweiz präzisiert. Wenn Anforderungen an die Komponenten gestellt werden, werden die entsprechenden Prüfungen als relevant aufgefasst.

Die europäische Norm EN 932 „Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen umfasst 6 Teile (beispielsweise Probenahme) die für hochbelastete Strassen nicht direkt relevant sind.

Die europäischen Normen definieren zudem Prüfverfahren für Gesteinskörnungen als Teile zweier Reihen mit den Titeln:

EN 933: „Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen“

EN 1097: „Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen“

Die Reihe EN 933 umfasst dabei die Normen EN 933-1 bis EN 933-10, die Nationalen Elemente sind als Normen SN 670 902-1 bis SN 670 902-10 veröffentlicht. Deren Inkraftsetzung im Rahmen des schweizerischen Normenwerkes und ihre Relevanz für hochbelastete Strassen sind in Tabelle 2.7 zusammengestellt. Die Reihe EN 1097 umfasst die Normen EN 1097-1 bis EN 1097-10, die nationalen Elemente sind als Normen SN 670 903-1 bis SN 670 903-10 veröffentlicht. Deren Inkraftsetzung im Rahmen des schweizerischen Normenwerkes und ihre Relevanz für hochbelastete Strassen sind in Tabelle 2.8 zusammengestellt.

Tabelle 2.7 Relevanz der EN-Reihe EN 933-1 bis EN 933-10

EN	SN	Kennwert	Status	Relevant Ja/Nein
933-1	670 902-1	Korngrössenverteilung, Siebverfahren	August 2001, rev. 1.2.2007, NV	Ja
933-2	670 902-2	Analysensieb, Nennweite der Sieböffnung	August 2001, rev. 1.1.2005, NV	Nein
933-3	670 902-3	Kornform – Plattigkeitskennzahl	August 2001, rev. 1.1.2005, NV	Ja
933-4	670 902-4	Kornform – Kornformkennzahl	August 2001, rev. 1.1.2005, NV	Ja
933-5	670 902-5	Anteil an gebrochenen Körnern in groben Gesteinskörnungen	August 2001, rev. 1.2.2006, NV	Ja
933-6	670 902-6	Fliesskoeffizienten von Gesteinskörnungen	August 2001, rev. 1.2.2006, NV	Nein
933-7	670 902-7	Prozentsatz des Muschelschalengehaltes	Anerkennungsnotiz	Nein
933-8	670 902-8	Beurteilung von Feinanteilen, Sandäquivalent-Verfahren	Anerkennungsnotiz	Nein
933-9	670 902-9	Beurteilung von Feinanteilen, Methylenblau-Verfahren	Anerkennungsnotiz	Nein
933-10	670 902-10	Kornverteilung von Füller (Luftstrahlsiebung)	August 2001, rev. 1.1.2005, NV	Nein

Tabelle 2.8 Relevanz der EN-Reihe EN 1097-1 bis EN 1097-10

EN	SN	Kennwert	Status	Relevant Ja/Nein
1097-1	670 903-1	Widerstand gegen Verschleiss (Micro-Deval)	Anerkennungsnotiz	Nein
1097-2	670 903-2	Widerstand gegen Zertrümmerung	Juni 2001, rev. 1.1.2005, NV	Ja
1097-3	670 903-3	Schüttdichte und Hohlraumgehalt	Juni 2001, rev. 1.1.2005, NV	Nein
1097-4	670 903-4	Hohlraumgehalt von trocken verdichtetem Füller	Juni 2001, rev. 1.1.2005, NV	Ja
1097-5	670 903-5	Wassergehalt (Ofentrocknung)	Juni 2001, rev. 1.1.2005, NV	Nein
1097-6	670 903-6	Rohdichte und Wasseraufnahme	Juni 2001, rev. 1.2.2006, NV	Nein
1097-7	670 903-7	Dichte von Füller – Pyknometerverfahren	Juni 2001, rev. 1.1.2005, NV	Nein
1097-8	670 903-8	Polierwert	Juni 2001, rev. 1.1.2005, NV	Ja
1097-9	670 903-9	Widerstand gegen Verschleiss durch Spikesreifen – Nordische Prüfung	Anerkennungsnotiz	Nein
1097-10	670 903-10	Wassersaughöhe	Anerkennungsnotiz	Nein

2.4.2 Strassenbaubitumen

Die europäische Norm definiert die Anforderungen an Strassenbaubitumen in der EN 12591 „Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Anforderungen an Strassenbaubitumen“. Die entsprechenden Prüfnormen sind dort aufgeführt. Die Inkraftsetzung dieser Normen im Rahmen des schweizerischen Normenwerkes und ihre Relevanz für hochbelastete Strassen sind in Tabelle 2.9 zusammengestellt.

Tabelle 2.9 Relevanz der Anforderungsnorm und der Prüfnormen für Strassenbaubitumen

EN	SN	Kennwert	Status	Relevant Ja/Nein
12591	670 150-1	Keiner, Anforderungsnorm	Juni 2000, NV	Ja
1426	670 500-7	Nadelpenetration	Juni 2000, NV	Ja
1427	670 500-8	Erweichungspunkt	Juni 2000, NV	Ja
12592	670 500-1	Löslichkeit	Juni 2000, NV	Nein
12593	670 500-2	Brechpunkt	Juni 2000, NV	Ja
12595	670 500-4	Kinematische Viskosität	Juni 2000, NV	Nein, betrifft nur Einbau
12596	670 500-5	Dynamische Viskosität – Kapillaren	Juni 2000, NV	Ja
12606	670 500-9, -10	Paraffingehalt	Juni 2000, NV	Nein
12607- 1	670 516	Beständigkeit gegen Verhärten (RTFOT)	Juni 2000, NV	Ja

12607- 3	670 518	Beständigkeit gegen Verhärten (RFT)	Juni 2000, NV	Nicht Referenzverfahren
----------	---------	-------------------------------------	---------------	-------------------------

2.4.3 Polymermodifizierte Bitumen

Die europäische Norm EN 14023 „Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Rahmenwerk für die Spezifikation von polymermodifizierten Bitumen“ wird durch das nationale Element SN 670 210 präzisiert. Die entsprechenden Prüfnormen sind dort aufgeführt. Die Inkraftsetzung dieser Normen im Rahmen des schweizerischen Normenwerkes und ihre Relevanz für hochbelastete Strassen sind in Tabelle 2.10 zusammengestellt.

Tabelle 2.10 Relevanz der Anforderungsnorm und der Prüfnormen für polymermodifizierte Bitumen

EN	SN	Kennwert	Status	Relevant Ja/Nein
14023	670 210	Keiner, Anforderungsnorm	Juni 2001	Ja
1426	670 500-7	Nadelpenetration	Juni 2000, NV	Ja
1427	670 500-8	Erweichungspunkt	Juni 2000, NV	Ja
13589, 13703		Kraft-Duktilität (langsame Dehnung)		Ja
EN/ISO 2529		Flammpunkt		Nein, betrifft nur Transport
12593	670 500-2	Brechpunkt	Juni 2000, NV	Ja
13398	670 547	Elastische Rückstellung	1. 8. 2004, NV	Nur für elastomermodifizierte Bindemittel
14023	670 210	Plastizitätsspanne	Juni 2001	Ja
13399, 1427		Lagerbeständigkeit Differenz der Erweichungspunkte	2003, NV	Nein, betrifft nur Lagerung
12607- 3	670 518	Beständigkeit gegen Verhärten (RFT)	Juni 2000, NV	Ja
EN 12607-1 oder -3	670 516 oder 670 518	Dauerhaftigkeit mit Masseänderung, Rückstellpenetration, Anstieg und Abfall des Erweichungspunktes sowie elastischer Rückstellung	Juni 2000, NV	Ja

2.4.4 Hartbitumen

Diese Bindemittel werden für Hochmodulmischgut AC EME verwendet, mit dem in der Schweiz sehr gute Erfahrungen gemacht werden. Die Bindemittel entsprechen den in der EN 13924 „Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Anforderungen an harte Strassenbaubitumen“ beschriebenen Bindemitteln. Die Entwürfe der Schweizer Normen stellen zur Zeit keine Anforderungen an diese Bindemittel, die nicht durch die in Tabelle 2.10 genannten Prüfungen abgedeckt werden.

2.5 Prüfungen für und Anforderungen an Mischgut

2.5.1 Grundlegende und empirische Prüfungen

Die europäische Normung unterscheidet für Asphaltbeton AC zwischen grundlegenden und empirischen Prüfverfahren. Es wird gefordert [EN13108-1], dass für eine Mischgutsorte AC entweder der Satz „allgemeine“ zusammen mit dem Satz „grundlegende“ Anforderungen oder dann der Satz „allgemeine“ zusammen mit dem Satz „empirische“ Anforderungen gilt. Es macht grundsätzlich Sinn, nach Anwendung zu differenzieren, also beispielsweise für Mischgut für hoch belastete Strassen Anforderungen an die grundlegenden Eigenschaften zu stellen, für Mischgut für andere Zwecke dagegen mit empirischen Anforderungen zu arbeiten.

Das System der grundlegenden und empirischen Prüfungen gilt nur für AC (damit auch für AC EME) nicht aber für SMA und PA.

Die Prüfungen für Mischgut sind dabei in den Normen EN 12697-1 bis EN 12697-43 definiert, die Nationalen Elemente sind, soweit schon übernommen, als SN 670 401 bis SN 670 443 (Ausnahme SN 670 457 für EN 12697-17) veröffentlicht. Deren Inkraftsetzung im Rahmen des schweizerischen Normenwerkes und ihre Relevanz (kodierte) für hochbelastete Strassen sind in

Tabelle 3. zusammengestellt.

Tabelle 2.11 Relevanz der Prüfnormen für Mischgut

EN 12697-	SN	Kennwert	Status	Relevanz
1	670 401r	Löslicher Bindemittelgehalt	April 2001, NV	3
2	670 402	Korngrößenverteilung	1. 1. 2005, NV	2, 3
3	670 403r	Rückgewinnung, Rotationsverdampfer	2000, NV	1
4	670 404	Rückgewinnung, Fraktionierkolonne	1. 2. 2007, NV	0
5	670 405	Rohdichte	1. 1. 2005, NV	2, 3
6	670 406	Raumdichte	1. 1. 2005, NV	2, 3
7	670 407	Raumdichte (Gammastrahlen)	Anerkennungsnotiz	0
8	670 408	Volumetrische Charakteristik	1. 1. 2005, NV	2, 3
9	670 409	Bezugsraumdichte	1. 1. 2005, NV	2, 3
10	670 410	Verdichtbarkeit	Mai 2002, NV	0
11	670 411	Affinität	1. 2. 2007, NV	0
12	670 412	Wasserempfindlichkeit	1. 1. 2005, NV+NA	2
13	670 413	Temperaturmessung	April 2001, NV	1
14	670 414	Wassergehalt	April 2001, NV	1
15	670 415	Entmischungsneigung	Anerkennungsnotiz	0
16	670 416	Abrieb durch Spikesreifen	Anerkennungsnotiz	0
17	670 457	Kornverlust	Anerkennungsnotiz	0, 6
18	670 418	Ablaufen	1. 8. 2005, NV	6
19	670 419	Durchlässigkeit der Probekörper	Anerkennungsnotiz	0
20	670 420	Eindringversuch, Würfel oder Marshallprüfkörper	1. 1. 2005, NV	0
21	670 421	Eindringversuch, Platten	Anerkennungsnotiz	0
22	670 422	Spurbildungstest	1. 1. 2005, NV+NA	2
23	670 423	Indirekte Zugfestigkeit	1. 8. 2005, NV	2
24	670 424	Beständigkeit gegen Ermüdung	1. 1. 2005, NV	4
25	670 425	Druckschwellversuch	1. 8. 2006, NV	0
26	670 426	Steifigkeit	1. 1. 2005, NV	4
27	670 427	Probenahme	Juni 2001, NV	1
28	670 428	Probenvorbereitung	Juni 2001, NV	1
29	670 429	Masse von Asphaltkörpern	1. 1. 2005, NV	1
30	670 430	Verdichtung Marshall	1. 1. 2005, NV	2
31	670 431	Verdichtung Gyrator	1. 1. 2005, NV	2, 6
32	670 432	Vibrationsverdichtung	Anerkennungsnotiz	0
33	670 433	Walzverdichtung	1. 1. 2005, NV	2, 4
34	670 434	Marshallprüfung	1. 1. 2005, NV	2
35	670 435	Labormischung	1. 1. 2005, NV	1
36	670 436	Dicke der Fahrbahnbefestigung	1. 8. 2004, NV	1
37	670 437	Haftvermögen eines vorumhüllten Splittes	Anerkennungsnotiz	0
38	670 438	Prüfeinrichtung und Kalibrierung	1. 1. 2005, NV	1

EN 12697-	SN	Kennwert	Status	Relevanz
39	670 439	Bindemittelgehalt, Thermolyse	Anerkennungsnotiz	0
40	670 440	In Situ-Durchlässigkeit	1. 2. 2007, NV	0
41	670 441	Beständigkeit gegen Enteisung	Anerkennungsnotiz	0
42	670 442	Fremdstoffgehalt in Ausbauasphalt	Noch nicht implementiert	0
43	670 443	Treibstoffbeständigkeit	Anerkennungsnotiz	0

r: Nationale Elemente in Revision

Die Codes für die Relevanz sind in Tabelle 2.12 aufgeführt. Zu beachten ist, dass die Mischgutsorten EME C1 und EME C2 vom Kornaufbau her ein AC mit kontinuierlicher Korngrössenverteilung und einem harten Strassenbaubitumen sind. Der Bindemittelanteil ist dabei im Vergleich zu den üblichen Mischgutsorten für Tragschichten leicht höher gewählt. Die Mischgutsorte MR entspricht dagegen einem AC mit einer diskontinuierlichen Korngrössenverteilung. Die europäische Norm lässt das explizite zu. Dementsprechend können an AC EME und AC MR wie an alle Mischgutsorten AC sowohl empirische als auch grundlegende Anforderungen gestellt werden.

Tabelle 2.12 Kodierung der Relevanz der Prüfnormen für Mischgut

Kode	Bedeutung der Norm
0	Sie hat für die hier behandelte Thematik keine Bedeutung, weil sie nur anerkannt ist, noch gar nicht ins Normenwerk eingegliedert ist oder sich auf andere Mischgutsorten als AC, SMA und PA bezieht
1	Sie keinen Bezug zu Anforderungen an Mischgut, z.B. Temperaturmessung oder Bestimmungen der Dicken in Fahrbahnbefestigungen
2	Sie gilt als allgemeine Anforderung für AC, AC EME und AC MR
3	Sie gilt als empirische Anforderung für AC und AC MR
4	Sie gilt als grundlegende Anforderung für AC EME
5	Sie gilt für SMA
6	Sie gilt für PA

Die Anforderungen an Mischgut sind in den Normen EN 13108-1 bis EN 13108-8 und 13108-20 und 13108-21 definiert. Im Moment gelten die Normen SN 640 431-xx und SN 640 441-NA, obwohl als nationale Elemente zu den prEN geschrieben, als schweizerische Normen. Deren Inkraftsetzung im Rahmen des schweizerischen Normenwerkes und ihre Relevanz für hochbelastete Strassen sind Tabelle 2.13 in zusammengestellt.

Tabelle 2.13 Relevanz der EN-Reihe EN 13108-1 bis EN 13108-21

prEN 13108-	SN	Bezeichnung des Mischgut	Status	Relevant Ja/Nein
1	640431-1aNA	Asphaltbeton	1.1.2005, NA	Ja
2	640431-2NA	Asphaltbeton für extrem dünne Lagen	1.1.2005, NA	Nein
3		Softasphalt	Bemerkung 1	Nein
4		Hot rolled Asphalt	Bemerkung 1	Nein
5	640431-5NA	Splittmastixasphalt	1.1.2005, NA	Ja
6	640441-NA	Gussasphalt	1.1.2005, NA	Nein
7	640431-7NA	Offenporiger Asphalt	1.1.2005, NA	Ja
8	640431-8	Ausbauasphalt	1.1.2005, NA	Siehe Bemerkung 2
20	640431-20	Erstprüfung	1.1.2005, NA	Ja
21	640431-21	Werkseigene Produktionskontrolle	1.1.2005, NA	Ja

Bemerkung 1: Nur Anerkennungsnotiz vorgesehen

Bemerkung 2: Ausbauasphalt wird für Hochleistungstrassen nur in reduziertem Umfange zugelassen

pr: Das Normenwerk bezieht sich auf die prEN der Serie 13108.

2.5.1.1 Auswertung der EN 13801 „Asphaltemischgut – Mischgutanforderungen – Teil 1: Asphalt

Die Auswertung basiert auf der englischen Version prEN 13108-1: 2002. Die EN fordert die Verwendung von Strassenbaubitumen gemäss [EN12591], polymermodifizierte Bitumen gemäss [EN 14023] oder harten Strassenbaubitumen gemäss [EN13924]. Bei Strassenbaubitumen sollen Sorten 20/30 bis und mit 330/430 eingesetzt werden, bei harten Strassenbaubitumen die Sorten 10/20 oder 15/25.

Gelten für ein Mischgut AC empirische Anforderungen, so hat es diejenigen gemäss Tabelle 2.14 und Tabelle 2.15 zu erfüllen. Die Anforderungen an mechanische Marshallkennwerte gelten dabei nur für Flugplätze.

Gelten für ein Mischgut AC grundlegende Anforderungen, so hat es diejenigen gemäss Tabelle 2.14 und Tabelle 2.16 zu erfüllen. An die Korngrössenverteilung werden somit weniger Anforderungen gestellt als wenn der Satz ‚allgemein und empirisch‘ gilt.

Die Anforderungen an die Korngrössenverteilung orientiert sich am nominellen Grösstkorn D.

Tabelle 2.14 Allgemeine Anforderungen an Asphaltbeton AC

Allgemeine Eigenschaft des AC	Einheit	Typ der Anforderung	Bereich der Kategorien
Korngrössenverteilung, Sollwert	Masse-%	Bereich der Siebe 1,4D; D; 2; 0,063	---
Maximum Hohlraumgehalt	Vol-%	Kategorien oder keine	2 bis 14
Minimum Hohlraumgehalt	Vol-%	Kategorien oder keine	0,5 bis 6
Wasserempfindlichkeit	%	Kategorien oder keine	60 bis 90
Abrieb Spikesreifen	ml	Kategorien oder keine	20 bis 80
Spurbildung, grosses Gerät	%	Kategorien oder keine	5 bis 20
Spurbildung, kleines Gerät, Rate	mm pro 1000 Zyklen	Kategorien oder keine	5 bis 20
Spurbildung, grosses Gerät, Spurtiefe	%	Kategorien oder keine	3 bis 16
Widerstand gegen Enteisungsflüssigkeit	%	Kategorien oder keine	55 bis 100

Tabelle 2.15 Empirische Anforderungen an Asphaltbeton AC

Empirische Eigenschaft des AC	Einheit	Typ der Anforderung	Bereich der Kategorien (Liste)
Korngrössenverteilung, Sollwert	Masse-%	Bereich für D: bei nominelles Grösstkorn Charakteristisches Grobsieb Optionales Sieb zwischen 2 und D 2 Charakteristisches Feinsieb Optionales Sieb zwischen 2 und 0,063 0,063	---
Bindemittelgehalt	Masse-%	Kategorie aus Bereich oder keine	3 bis 8
Marshall Stabilität, Minimum	kN	Kategorie aus Bereich oder keine	2,5 bis 12,5
Marshall Stabilität, Maximum	kN	Kategorie aus Bereich oder keine	7,5 bis 15
Marshall Fliessen, Bereichsangabe	mm	Kategorie aus Kategorienliste oder keine	1-4, 1-3,5, 2-4, 2-5, 3-5
Minimaler VFB	%	Kategorie aus Bereich oder keine	50 bis 78
Maximaler VFB	%	Kategorie aus Bereich oder keine	50 bis 97
Minimaler VMA	%	Kategorie aus Bereich oder keine	8 bis 18
Minimaler V10G (Hohlraumgehalt nach 10 Gyrationen)	%	Kategorie aus Bereich oder keine	9 bis 14

Tabelle 2.16 Grundlegende Anforderungen an AC

Grundlegende Eigenschaft des AC	Einheit	Typ der Anforderung	Bereich der Kategorien
Korngrössenverteilung	Es gilt die allgemeine Anforderung		
Bindemittelgehalt	Vol-%	Minimalwert 3%	
Steifigkeit, minimaler Wert	MPa	Kategorie aus Bereich oder keine	1500 bis 21000
Steifigkeit, maximaler Wert	MPa	Kategorie aus Bereich oder keine	7000 bis 30000
Druckschwellversuch, Widerstand gegen bleibende Verformungen im Triax-Versuch	$\mu/m/n$	Kategorie aus Bereich oder keine	0,2 bis 16
Widerstand gegen Ermüdung, ϵ_6	μ/m	Kategorie aus Bereich oder keine	50 bis 310

2.5.1.2 Auswertung der EN 13801-5 „Asphaltnischgut – Mischgutanforderungen – Teil 5: Splittmastixasphalt (SMA)

Die Auswertung basiert auf der deutschen Version prEN 13108-5: 2000-01. Die EN fordert die Verwendung von Strassenbaubitumen gemäss [EN12591] oder Polymerbitumen gemäss [EN 14023]. Die Verwendung von Ausbauasphalt ist nicht zulässig. Grobe Gesteinskörnungen, feine Gesteinskörnungen und Füller müssen den Anforderungen der EN 13043 entsprechen.

Die Anforderungen an die Korngrössenverteilung orientiert sich am nominellen Grösstkorn D. Da die Schweiz sich für den Grundsiebsatz plus Satz 1 entschieden hat, werden in Tabelle 2.1 nur die Angaben mit Bezug auf „Grundsiebsatz plus Satz 1“ aufgeführt, wobei nur die für die Schweiz relevanten Mischgutsorten SMA 8, SMA 11 und SMA 16 berücksichtigt sind.

Tabelle 2.17 Anforderungen an Splittmastixasphalt SMA

Eigenschaft des SMA	Einheit	Typ der Anforderung	Bereich der Kategorien
Korngrößenverteilung, Sollwert	Masse-%	Bereich gemäss Grösstkorn D 8: 11.2, 8, 4, 2, 0.063 11: 16, 11.2, 8, 4, 2, 0.063 16: 22.4, 16, 11.2, 8, 4, 2, 0.063	---
Mindestbindemittelgehalt	Masse-%	Minimalwert	
Stabilisierungszusätze	Masse-%	Bereich	
Hohlraumgehalt	Vol-%	Kategorie aus Bereich	2,5 bis 5,5
Mit Bitumen gefüllte Hohlräume, VFB	%	Kategorie aus Bereich oder keine	72 bis 86
Binderdrainage	Masse-%	Kategorie aus Bereich	0,3 bis 1,0
Wasserempfindlichkeit	%	Kategorie aus Bereich oder keine	60 bis 80
Spurbildung, grosses Gerät	%	Kategorie aus Bereich oder keine	5 bis 20
Spurbildung, kleines Gerät, Grösste Spurbildung	mm/h	Kategorie aus Bereich oder keine	5 bis 15
Spurbildung, grosses Gerät, Spurtiefe	%	Kategorie aus Bereich oder keine	5 bis 15

2.5.1.3 Auswertung der EN 13801-7 „Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen – Teil 7: Offenporiger Asphalt (PA)

Die Auswertung basiert auf der englischen Version prEN 13108-7: 2001-08. Die EN fordert die Verwendung von Strassenbaubitumen gemäss [EN12591] oder polymermodifizierte Bitumen gemäss [EN 14023] und lässt die Verwendung von Naturasphalt zu. Die Verwendung von Ausbauasphalt ist zulässig, aber an das durch die Zumischung entstehende Bindemittel werden Anforderungen gestellt. Grobe Gesteinskörnungen, feine Gesteinskörnungen und Füller müssen den Anforderungen der EN 13043 entsprechen.

Die Anforderungen an die Korngrößenverteilung orientiert sich am nominellen Grösstkorn D. Da die Schweiz sich für den Grundsiebsatz plus Satz 1 entschieden hat, werden in Tabelle 2.1 nur die Angaben mit Bezug auf „Grundsiebsatz plus Satz 1“ aufgeführt, wobei nur die für die Schweiz relevanten Mischgutsorten PA 8 und PA 11 für Deck- und PA 16 und PA 22 für Binderschichten berücksichtigt sind.

Tabelle 2.18 Anforderungen an Offenporigen Asphalt PA

Eigenschaft des PA	Einheit	Typ der Anforderung	Bereich der Kategorien
Korngrößenverteilung, Sollwert	Masse-%	Bereich gemäss Grösstkorn D 8: 11,2, 8, 2, 0,063 11: 16, 11.2, 2, 0,063 16: 22,4, 16, 2, 0,063 22: 31,5, 22,4, 2, 0.063 + 2 oder 3 optionale Siebe 1)	----
Mindestbindemittelgehalt	Masse-%	Kategorie aus Bereich	3,0 bis 7,0
Stabilisierungszusätze	Masse-%	Bereich	
Hohlraumgehalt, Minimum	Vol-%	Kategorie aus Bereich oder keine	14 bis 30
Hohlraumgehalt, Maximum	Vol-%	Kategorie aus Bereich oder keine 2)	14 bis 30
Horizontaler Abfluss, Minimum	10 ⁻³ m ³	Kategorie aus Bereich oder keine	0,1 bis 4
Vertikaler Abfluss, Minimum	10 ⁻³ m ³	Kategorie aus Bereich oder keine	0,1 bis 4
Wasserempfindlichkeit	%	Kategorie aus Bereich oder keine	50 bis 100
Kornverlust	Masse-%	Kategorie aus Bereich oder keine	10 bis 50
Binderdrainage	Masse-%	0 oder keine	0
Treibstoffbeständigkeit	Masse-%	Kategorie aus Bereich oder keine	0 bis 80
Beständigkeit Enteisungsflüssigkeit gegen	Masse-%	Kategorie aus Bereich oder keine	55 bis 100

Bemerkung 1: zulässig sind zudem 1 oder zwei optimale zwischen 2 mm und D und ein optimales Sieb zwischen 0,063 und 2 mm.

Bemerkung 2: Zu Anforderungen an den maximalen Hohlraumgehalt darf nur eine Anforderung an eine der folgenden drei Eigenschaften gestellt werden: Minimum des Hohlraumgehaltes, Minimale horizontaler Abfluss, minimaler vertikaler Abfluss

2.5.2 Ergänzende Schweizer Normen

Die auf Schweizer Normen basierenden Anforderungen an Mischgut und eingebaute Schichten sind in Tabelle 2.19 zusammengestellt.

Tabelle 2.19 Anforderungen aufgrund Schweizerischer Normen

Eigenschaft	Norm	Einheit	Anwendungsbereich	Grenzwerte
Umhüllungsgrad	670 460	Fläche-%	Kombination der Komponenten Splitt und Bindemittel	kantonal, meist 80%

2.5.3 Die schweizerische Selektion

Die schweizerische Selektion wird für die folgenden Anwendungen behandelt:

- Hochbelastete Strassen, Typ H und S
- Mischgutsorten AC, PA und SMA
- Regelfälle gemäss Norm

Die zulässigen Komponenten für Deckschichten sind in Tabelle 2.20 für Mischgut AC MR und AC sowie für Binder- und Tragschichten für Mischgut AC B und AC T aufgeführt. Bei den Mineralstoffen können zusätzlich Einzelkörnungen (0/2 und 2/4 anstatt nur 0/4) oder Mischkörnungen (8/16 oder 16/32) eingesetzt werden.

Tabelle 2.20 Zulässige Komponenten für Mischgutsorten Asphaltbeton AC für hochbelastete Strassen

Eigenschaft	AC MR	AC	AC B, AC T
Bindemittel	PmB 50/70-53 C, 50/70-65 E, 70/100-60 E	50/70, PmB 50/70-53 C	35/50, 50/70, PmB 30/50-58 C
Mineralstoffe	0/4, 4/8, 8/11, 11/16		0/4, 4/8, 8/11, 11/16, 16/22, 22/32
Ausbauasphalt	Nicht gestattet	Nicht gestattet	max 60% für AC T

Tabelle 2.21 zeigt die zulässigen Komponenten für SMA und PA für Deckschichten. Bei Bindemitteln sind die gemäss Norm normalerweise zum Einsatz kommenden aufgeführt. Die Norm unterscheidet dabei nicht zwischen den Verkehrslastklassen.

Tabelle 2.21 Zulässige Komponenten für Mischgutsorten SMA und PA für Deckschichten hochbelasteter Strassen

Eigenschaft	SMA	PA
Bindemittel	Bitumen 50/ 70, 70/100 PmB 30/50-65 E, PmB 50/70-65 E, 70/100-60 E	PmB 50/70-65 E, 70/100-60 E
Mineralstoffe	0/4, 4/8, 8/11, 11/16	0/4, 4/8, 8/11, 11/16, 16/22
Ausbauasphalt	Nicht gestattet	Nicht gestattet

Tabelle 2.22 zeigt die zulässigen Komponenten für AC EME für Tragschichten. . Die Norm unterscheidet dabei nicht zwischen den Verkehrslastklassen.

Tabelle 2.22 Zulässige Komponenten für Mischgutsorten AC EME für Tragschichten hochbelasteter Strassen

Eigenschaft	Einheit	AC EME C1	AC EME C2
Bindemittel		15/25	10/20
Mineralstoffe		0/4, 4/8, 8/11, 11/16, 16/22	
Ausbauasphalt	Masse-%	max 10	max 20

2.5.4 Probleme des Europäischen Normenwerkes

2.5.4.1 Mischgutzusammensetzung für grundlegende Prüfungen

Die EN 13108-1 stellt bei grundlegenden Prüfungen nur rudimentäre Anforderungen an die Zusammensetzung. Für den Bindemittelgehalt wird bloss ein minimaler Wert von 3 Masse-% vorgeschrieben. Für die Korngrössenverteilung werden neben dem Gehalt an Feinanteilen gerade mal die Siebdurchgänge bei den auf das nominelle Grösstkorn D bezogenen Sieben 1,4D, D und bei 2 mm vorgeschrieben. Eine Konformitätserklärung auf Grundlage grundlegender Prüfungen kann, technisch betrachtet, nur für eine ganz bestimmte Zusammensetzung (Korngrössenverteilung, Bindemittelgehalt, Art der Mineralstoffe, Art und Anteil von Ausbauasphalt) Gültigkeit haben.

Nach dem System der europäischen Normen wird dabei die Gleichmässigkeit des Mischgutes im Wesentlichen durch folgende Kontrollkette gesichert:

- Prüfung der Komponenten
- Gültigkeit für eine bestimmte Rezeptur
- Kontrolle des Mischwerkes (bezüglich Korngrössenverteilung und Bindemittelgehalt)
- Kontrolle des Einbaus

Im Vergleich zu einer Kontrolle der Mischgutzusammensetzung (Korngrössenverteilung und Bindemittelgehalt) ergeben sich als Folge dieser langen Kontrollkette zusätzliche Unsicherheiten. Es sind deshalb auch Fehlschläge zu befürchten, wenn die Variation in der Zusammensetzung aufgrund der langen Kontrollkette zu geänderten Eigenschaften führt. Beispielsweise reagiert die Beständigkeit gegen Ermüdung deutlich auf relativ geringe Schwankungen des Bindemittelgehaltes. Wünschenswert wäre darum im europäischen Normenwerk ein Passus, der angibt, wie die Übereinstimmung zwischen dem Mischgut der Erstprüfung und der laufenden Produktion hinreichend zu sicherzustellen ist. Momentan ist es den Ländern überlassen, die Lücken zu schliessen.

In der Schweiz geschieht das einerseits durch eine weitergehende Definition der Zusammensetzung für die Mischgute EME. Andererseits gibt es Normen zu Prüfplänen [SN 640 434], die aber nur für grössere Aufträge Gültigkeit haben. Zudem regeln vertraglichen Normen die Verantwortlichkeiten [507 708].

2.5.4.2 Bindemittelverhärtung

Die Möglichkeit, dass eine Verhärtung des Bindemittels die Eigenschaften von Asphalt verändert, wird in den Europäischen Normen stiefmütterlich behandelt. Es wird davon ausgegangen, dass eine wohl definiert Zusammensetzung und die Verwendung der gleichen Komponenten wie bei der Erstprüfung automatisch zum Produkt mit den gewünschten und im Erstprüfungsbericht nachgewiesenen Eigenschaften führt.

Das trifft aber nur bedingt zu. Die Normen zu Prüfplänen fordern deshalb die Überprüfung der Eigenschaften des rückgewonnenen Bindemittels.

2.5.4.3 Mischgutfamilien

Eine Mischgutfamilie besteht, wenn bei einer Reihe von Rezepturen, basierend auf Strassenbaubitumen, die Zusammensetzung identisch ist, aber die Bitumensorte ändert. Das kann etwa ein Bitumen 50-70, 70-100 und 100-150 sein. Für eine solche Mischgutfamilie muss nur ein Erstprüfungsbericht erstellt werden.

Die Idee dahinter ist, dass die Erstprüfung mit dem weichsten Bindemittel durchgeführt wird. Genügt dieses Mischgut den Anforderungen, so genügen die mit dem härteren Bindemitteln auch. Gerade für hochbelastete Strassen ist aber dieser Ansatz nicht ohne Risiken. Die Verwendung eines härteren Bindemittels kann auch Nachteile mit sich bringen, Stichworte sind Rissbildung und Probleme bei der Verdichtung. Gelten allgemeine zusammen mit grundlegende Anforderungen, so versagt das Konzept der Mischgutfamilie und sollte nicht angewendet werden.

2.5.4.4 Anforderungen an PA

Die europäische Norm lässt sowohl Strassenbaubitumen wie auch die Zugabe von Naturasphalt zu. Die diesbezüglichen Erfahrungen in der Schweiz sind schlecht. Im Forschungsauftrag [LF1]

wird vertieft auf die Thematik eingegangen. In der Schweizer Norm [640 431-7] werden für befahrene Flächen polymermodifizierte Bindemittel oder Spezialbindemittel verlangt.

Nur für Plätze ohne Verkehr und für Sickerschichten sind Strassenbaubitumen zulässig. Solche Schichten werden in dieser Arbeit nicht behandelt.

2.5.4.5 Anforderungen an Gesteinskörnungen

Die Anforderungen an eine Splittkörnung unterscheiden sich je nach bitumenhaltiger Schicht deutlich. In der Schweiz sind ein erheblicher Teil der Splitte alluvialer Herkunft. Besonders die gröberen Fraktionen enthalten dabei einen deutlichen Anteil an teilweise runden Körner. Die Kornrundung in den europäischen Normungen ist dabei anders definiert als das in den ersetzten Schweizer Normen der Fall gewesen war. Die strikte Anwendung der europäischen Normen hätte folgende zwei Varianten zugelassen

- die gegenüber der ersetzten Norm erheblich verschärften Anforderung, gemäss der die gröberen Fraktionen nicht mehr als alluvialem Material hergestellt werden konnten
- die reduzierte Anforderung, die zu ungenügender Qualität beim Einbau geführt hätte.

Das wurde pragmatisch abgehandelt, indem eine Zwischenkörnung definiert wurde. Diese Lösung dürfte aber weder optimal noch definitiv sein.

Ungenügend behandelt wird nach Meinung der Schweiz der Einfluss der Brecher. Je nach Brechertyp sind die Kanten des Splittes und Sandes scharf oder leicht abgeschliffen. Das beeinflusst das insbesondere die Standfestigkeit erheblich. Im Moment wird das nur durch die Prüfungen am Mischgut kontrolliert, obwohl es sich eigentlich um ein Problem der Gesteinskörnungen handelt.

2.5.4.6 Ausbauasphalt

Die Verwendung von Ausbauasphalt ist für hoch belastete Strassen eine Herausforderung, die noch nicht gelöst ist. Durch die europäische Normung wird es noch verschärft, weil die [13107-8] verlangt, dass die Gesteinskörnungen des Ausbauasphaltes denen des neuwertigen Mischgutes entsprechen müssen. Wiederum sind teilweise runde Körner das grösste Problem. Besonders alte Tragschichten enthalten höhere Anteile an solchen Körnern, als es bei den Mischgütern nach gültiger Norm der Fall sein darf.

Das widerspricht der Forderung der Nachhaltigkeit, gemäss der möglich viel Ausbauasphalt wieder zu verwenden ist. Zudem müssten bei jeder Änderung der Zugabe von Ausbauasphalt neue Erstprüfungen durchgeführt werden. Auch hier muss nach pragmatischen Lösungen gesucht werden. Ein vielversprechender Ansatz wurde für die AC EME gefunden. Eine Zugabe von weniger als 10 % von Ausbauasphalt wurde als unbedenklich betrachtet. Liegen somit Erstprüfungen mit 10 und 30 % Ausbauasphalt vor, so gelten diese für die Bereiche 0 bis 20 und 20 bis 40% Ausbauasphalt. Zu definieren wäre in einem solchen System allerdings noch, wie weit die Eigenschaften des Ausbauasphaltes schwanken dürfen. Die Problematik wird aktuell in den Normungsgremien bearbeitet.

2.5.4.7 Spurbildungstest

Die EN erlaubt die Verwendung verschiedener Tests, macht sie aber abhängig für die Dimensionierungsgrundlagen. Für die Schweiz ist das problematisch. Es wird die Normachslast von 8,16 t verwendet. Dafür sieht die EN das Gerät mit kleinem Rad vor. Für dieses Prüfverfahren liegen aber keine Erfahrungswerte vor, auch basieren sämtliche durchgeführten Erstprüfungen auf dem Gerät mit dem grossen Rad.

Angesichts diesen Rahmenbedingungen wurde entschieden, dass weiterhin das Gerät mit dem grossen Rand zu verwenden ist.

2.5.4.8 Druckschwellprüfung

In beschränktem Umfang wurde in der Schweiz die Druckschwellprüfung ohne Seitendruck gemäss [D 2] angewendet und auch als Alternative in den Normen ausgeführt. Die Prüfung zeigt ein im Vergleich gutes Unterscheidungsvermögen zwischen verschiedenen zusammengesetzten Mischgütern und wurde als kostengünstig von Praktikern geschätzt. Ihr Fehlen im europäischen Normenwerk wird als Mangel empfunden.

2.5.5 Lösungen der Schweiz für hoch belastete Strassen

In diesem Abschnitt werden wichtige, ausgewählte Beispiele von Lösungen in der Schweiz gezeigt. Die Anforderungen an die Mischgutsorten für Deckschichten AC 11, MR 8 und MR 11 sind in Tabelle 2.23 zusammengestellt. Die Art der Anforderung bezieht sich auf die Einteilung in allgemeine (A), empirische (E) und grundlegende (G) Anforderungen gemäss [prEN 13108-1]. Die Abkürzungen A, E und F gelten für die Tabelle 2.23, Tabelle 2.25 und Tabelle 2.27.

Tabelle 2.23 Anforderungen an Mischgut Asphaltbeton AC für Deckschichten hochbelasteter Strassen

Eigenschaft, Deckschichten AC	Einheit	Art der Anforderung	AC 11	MR 8	MR 11
Hohlraumgehalt	Vol-%	A	3,0...6,0	3,0...7,0	3,0...7,0
Wasserempfindlichkeit	%	A	≥70	≥70	≥70
Korngrößenverteilung, Sollwertbereiche		A, E, G			
Durchgang Analysensieb 16 mm	Masse-%		100		100
11,2 mm	Masse-%		90...100	100	90...100
8,0 mm	Masse-%		72...93	90...100	30...40
4,0 mm	Masse-%		47...70	32...42	23...33
2,0 mm	Masse-%		31...53	21...31	16...26
1,0 mm	Masse-%		20...39		
0,5 mm	Masse-%		14...29	13...21	9...17
0.063 mm	Masse-%		5...12	6...11	5...9
Bindemittelgehalt	Masse-%	E	≥5,4	≥5,7	≥5,6
Spurbildung, grosses Gerät		A			
geprüfte Schichtdicke	mm		50	50	50
Prüftemperatur	°C		60	60	60
Anzahl Zyklen			10000 / 30000	30000	30000
Proportionale Spurrinnentiefe	%		≤10	≤7,5	≤7,5

Die Anforderungen an die Mischgutsorten SMA 11, PA 8 und PA 11 für Deckschichten sind in Tabelle 2.24 zusammengestellt.

Tabelle 2.24 Anforderungen an Mischgut SMA und PA für Deckschichten hochbelasteter Strassen

Eigenschaft, Deckschichten SMA und PA	Einheit	SMA 11	PA 8	PA 11
Hohlraumgehalt	Vol-%	2,0...5,0	≥20	≥22
Wasserempfindlichkeit	%	≥70	≥70	≥70
Korngrössenverteilung, Sollwertbereiche				
Durchgang Analysensieb 16 mm	Masse-%	100		100
11,2 mm	Masse-%	90...100	100	90...100
8,0 mm	Masse-%	45...70	90...100	20...40
4,0 mm	Masse-%	25...40	15...35	
2,0 mm	Masse-%	20...30	10...17	8...15
1,0 mm	Masse-%			
0,5 mm	Masse-%	12...20	4...10	4...10
0.063 mm	Masse-%	7...12	3...5	3...5
Bindemittelgehalt	Masse-%	≥6,2	≥5,0	≥4,0
Bindemittelabfluss	Masse-%	≤0,6		
Spurbildung, grosses Gerät				
geprüfte Schichtdicke	mm	50		
Prüftemperatur	°C	60		
Anzahl Zyklen		30000		
Proportionale Spurrinnentiefe	%	≤10		

Die Anforderungen an die Mischgutsorte AC B 11 für Binderschichten sowie AC T 22 und AC T32 für Tragschichten sind in Tabelle 2.25 zusammengestellt.

Tabelle 2.25 Anforderungen an Mischgut Asphaltbeton AC für Binder- und Tragschichten hochbelasteter Strassen

Eigenschaft, Binder- und Tragschichten AC	Einheit	Art der Anforderung	AC B 16	AC T 22	AC T 32
Hohlraumgehalt	Vol-%	A	3,0...6,0	4,0...7,0	4,0...7,0
Wasserempfindlichkeit	%	A	≥70	≥70	≥70
Korngrössenverteilung, Sollwert		A, E, G			
Durchgang Analysensieb 45 mm	Masse-%				100
31,5 mm	Masse-%			100	90...100
22,4 mm	Masse-%		100	90...100	
16 mm	Masse-%		90...100		58...82
11,2 mm	Masse-%			58...81	
8,0 mm	Masse-%		58...81		
4,0 mm	Masse-%		38...61	31...54	25...47
2,0 mm	Masse-%		25...46	20...41	17...36
1,0 mm	Masse-%		17...34	14...31	11...28
0,5 mm	Masse-%		11...25	9...23	8...21
0,063 mm	Masse-%		4...10	4...10	4...10
Bindemittelgehalt	Masse-%	E	≥4,4	≥4,0	≥3,6
Spurbildung, grosses Gerät		A			
geprüfte Schichtdicke	mm		100	100	100
Prüftemperatur	°C		60	60	60
Anzahl Zyklen			10000 / 30000	10000 / 30000	10000 / 30000
Proportionale Spurrinnentiefe	%		≤10 / ≤7.5	≤10 / ≤7.5	≤10 / ≤7.5

Die Anforderungen an die Mischgutsorten PA B 16 und PA B 22 für Binderschichten sind in Tabelle 2.26 zusammengestellt.

Tabelle 2.26 Anforderungen an Mischgut ‚Offenporiger Asphalt‘ PA B für Binderschichten hochbelasteter Strassen

Eigenschaft, Binderschichten PA B	Einheit	PA B 16	PA B 22
Hohlraumgehalt	Vol-%	≥22	≥22
Wasserempfindlichkeit	%	≥70	≥70
Korngrössenverteilung, Sollwert			
Durchgang Analysensieb 45 mm	Masse-%		
31,5 mm	Masse-%		100
22,4 mm	Masse-%	100	90...100
16 mm	Masse-%	90...100	
11,2 mm	Masse-%		15...35
8,0 mm	Masse-%	15...35	
2,0 mm	Masse-%	7...14	6...13
0,5 mm	Masse-%	4...10	4...10
0,063 mm	Masse-%	3...5	3...5
Bindemittelgehalt	Masse-%	≥4,0	≥3,5

Die Anforderungen an die Mischgutsorten (Hochmodulmischgut) AC EME C1 und AC EME C2 für Tragschichten sind in Tabelle 2.27 zusammengestellt.

Tabelle 2.27 Anforderungen an Mischgut Asphaltbeton AC EME für Tragschichten hochbelasteter Strassen

Eigenschaft, Tragschichten AC EME	Einheit	Art der Anforderung	AC EME C1	AC EME C2
Hohlraumgehalt		A	3,0...5,0	1,0...3,0
Wasserempfindlichkeit		A	≥70	≥70
Korngrössenverteilung, Sollwert		A, E, G		
Durchgang Analysensieb 31,5 mm	Masse-%		100	100
22,4 mm	Masse-%		90...100	90...100
16 mm	Masse-%			
11,2 mm	Masse-%		58...81	58...81
8,0 mm	Masse-%			
4,0 mm	Masse-%		31...54	31...54
2,0 mm	Masse-%		20...41	20...41
1,0 mm	Masse-%		14...31	14...31
0,5 mm	Masse-%		9...23	9...23
0,063 mm	Masse-%		4...10	6...12
Spurrinntiefe, grosses Gerät, 30000 Zyklen	%	A	≤5,0	≤7,5
Bindemittelgehalt	Masse-%	E	≥4,6	≥5,4
Steifigkeit	MPa	F	≥11'000	≥14'000
Ermüdung	μ/m	F	≥100	≥135

2.6 Ausführung und Anforderungen an bitumenhaltige Schichten

Das System der Normung der bitumenhaltigen Schichten ist in SN 640 420 „Asphalt; Grundnorm“ dargestellt. Die übergreifenden Anforderungen und die Zusammenfassung eines Teils der Anforderungen sind in SN 640 430 „Walzasphalt; Konzeption, Ausführung, Anforderungen an die eingebauten Beläge“ beschrieben. Die Ausführungsvorschriften zu den für diese Arbeit relevanten bitumenhaltigen Schichten sind in den in Tabelle 2.13 aufgeführten Normen SN 640 431-1aNa, SN 640 431-5NA und SN 640 431-7NA beschrieben. Die Norm SN 640 431-8 regelt den Gebrauch von Ausbauasphalt.

Die Ausführungen werden in diesem Bericht nicht ausführlich behandelt. Die Anforderungen fallen in zwei sehr unterschiedlichen Kategorien:

- Materialanforderungen und Anforderung an die Schichtdicke gelten für alle Schichten.
- Die Anforderungen an die Oberfläche gelten grundsätzlich für die Deckschicht. Selbstredend muss die Ebenheit von Trag- und Binderschichten so sein muss, dass der Einbau der folgenden Schicht problemlos durchgeführt werden kann.

Neben den oben genannten Normen regeln Prüfpläne und vertragliche Normen Zuständigkeiten. Die für diesen Bericht relevanten Dokument sind in Tabelle 2.28 zusammengestellt und kurz charakterisiert.

Tabelle 2.28 Prüfpläne und vertragliche Normen

Norm	Inhalt
SN 640 434 „Prüfplan für Walzasphalt; Festlegung der durchzuführenden Prüfungen“	Gibt eine Übersicht über die prozessorientierte Qualitätsüberwachung und legt Anforderungen an Prüfhäufigkeiten fest.
SN 507 708 „Allgemeine Bedingungen für den Strassenoberbau	Legt die Verantwortlichkeiten der Beteiligten fest.

2.6.1 Anforderungen an Schichten

Die Anforderungen an die eingebauten Deckschichten aus Mischgut AC 11, MR 8 und MR 11 sind in Tabelle 2.29 zusammengestellt.

Tabelle 2.29 Anforderungen an eingebaute Deckschichten aus Asphaltbeton AC

Eigenschaft	Einheit	AC 11	MR 8	MR 11
Schichtdicken	mm	35...50	20...30	25...40
Verdichtungsgrad, Einzelwerte	%	≥97	≥97	≥97
Verdichtungsgrad, Mittelwerte	%	≥98	≥98	≥98
Hohlraumgehalt, Einzelwerte	Volumen-%	2,0...7,5	2,5...9,0	3,0...8,0
Hohlraumgehalt, Mittelwerte	Volumen-%	2,5...6,0	2,5...9,0	3,0...8,0

Die Anforderungen an die eingebauten Deckschichten aus Mischgut SMA 11, PA 8 und PA 11 sind in Tabelle 2.30 zusammengestellt.

Tabelle 2.30 Anforderungen an eingebaute Deckschichten aus SMA und PA

Eigenschaft	Einheit	SMA 11	PA 8	PA 11
Schichtdicken	mm	30...45	25...35	35...50
Verdichtungsgrad, Einzelwerte	%	≥97	≥97	≥97
Verdichtungsgrad, Mittelwerte	%	≥98	≥98	≥98
Hohlraumgehalt, Einzelwerte	Volumen-%	1,5...7,5	19...29	19...29
Hohlraumgehalt, Mittelwerte	Volumen-%	2,0...6,0	21...27	21...27
Wasserdurchlässigkeit			≥13	≥13

Die Anforderungen an die eingebauten Binderschichten aus Mischgut AC B 16 und Tragschichten AC T 22 und AC T 32 sind in Tabelle 2.31 zusammengestellt.

Tabelle 2.31 Anforderungen an Binder- und Tragschichten aus Asphaltbeton AC

Eigenschaft	Einheit	AC B 16	AC T 22	AC T 32
Schichtdicken, Sollwertbereich	mm	45...70	65...100	90...140
Verdichtungsgrad, Einzelwerte	%	≥97	≥98	≥98
Verdichtungsgrad, Mittelwerte	%	≥98	≥99	≥99
Hohlraumgehalt, Einzelwerte	Volumen-%	2,0...7,5	2,0...8,0	2,0...8,0
Hohlraumgehalt, Mittelwerte	Volumen-%	2,5...6,0	2,5...6,5	2,5...6,5

Die Anforderungen an die eingebauten Tragschichten aus Mischgut AC EME C1 und AC EME C2 sind in Tabelle 2.32 zusammengestellt. Die Angaben basieren auf der publizierten aber noch nicht in Kraft gesetzten Norm SN 640 430b. In Fall der EME mischt die Schweiz empirische und grundlegende Anforderungen. Der Grund liegt in den in 2.5.4.1 beschriebenen unzureichenden Definition der Mischgutzusammensetzung.

Tabelle 2.32 Anforderungen an Tragschichten Asphaltbeton AC EME

Eigenschaft	Einheit	EME C1	EME C2
Schichtdicken	mm	80...120	80...120
Verdichtungsgrad, Einzelwerte	%	≥99	≥99
Verdichtungsgrad, Mittelwerte	%	≥100	≥100
Hohlraumgehalt, Einzelwerte	Volumen-%	2.0...7.0	0.0...5.0
Hohlraumgehalt, Mittelwerte	Volumen-%	2.5...6.5	0.5...4.5
Indirekte Zugspannung, 45 °C (Empfehlung)	MPa	0.35	0.3

2.6.2 Schichtenverbund

Die Anforderungen an den Schichtenverbund basieren zu einem erheblichen Teil auf der Forschungsarbeit [442]. Sie sind in Tabelle 2.33 zusammengestellt.

Tabelle 2.33 Anforderungen an den Schichtenverbund

Betroffene Schichten	Norm	Einheit	Mindestwerte
Zwischen Deckschicht und darunter liegender Schicht	670 461	kN	15
Zwischen unter Deckschichten liegender Schichten	670 461	kN	12

2.6.3 Anforderungen an Oberflächen

Die Anforderungen an die Oberfläche sind unabhängig vom verwendeten Mischgut in SN 640 511 „Griffigkeit; Bewertung“ und SN 640 521 „Ebenheit, Qualitätsanforderungen“ festgelegt. Die Normen SN 640 430 und 640 440 enthalten bloss den Verweis auf die Anforderungsnormen für Griffigkeit und Ebenheit. Die Prüfverfahren sind in den Normen SN 640 510 „Griffigkeit; Messverfahren“ und SN 640 520 „Ebenheit; Prüfung der Geometrie“ festgelegt.

2.6.3.1 Griffigkeit

Die Norm 640 511 schlägt ein zweistufiges Verfahren vor. In einer ersten Prüfung wird die Griffigkeit mittels SRT-Pendel und mittels Ausflussmesser nach SN 640 510 bestimmt. Liefert eine oder beide dieser Prüfungen ein ungenügendes Ergebnis, so ist der Reibungskoeffizient mittels einem blockierten Schlepprad gemäss SN 640 510 zu bestimmen. Die Anforderungswerte sind in Tabelle 2.34 zusammengestellt.

Tabelle 2.34 Anforderungen an Griffigkeit

Zulässige Höchstgeschwindigkeit [km/h]	SRT-Wert	Ausflussmesszeit [s]	Reibungswert	Messgeschwindigkeit [km/h]
≤ 60	65	150	0,48	40
60 ... 100	65	100	0,39	60
> 100	65	50	0,32	80

2.6.3.2 Ebenheit

Anforderungen bestehen für den Winkelwert und zwar sowohl für den höchsten registrierten Einzelwert (W) wie auch für die Standardabweichung der Winkelwerte über 250 m in Promillen (sW) sowie für die Muldentiefe unter der 4-m-Latte. Unterschieden wird zwischen Hochleistungsstrassen, Hauptverkehrsstrassen und weiteren, untergeordneten Strassentypen. Flugpisten sind den Hochleistungsstrassen gleichgestellt. Die Anforderungen für Hochleistungs- und Hauptverkehrsstrassen sind in Tabelle 2.35 zusammengestellt.

Tabelle 2.35 Anforderungen an Ebenheit

Strassentyp	Winkelwert W [Promille]	Standardabweichung Winkelwert sW [Promille]	Muldentiefe [mm]
Hochleistungsstrassen und Flugpisten	10	1,4	4
Hauptverkehrsstrassen	14	1,8	5

3 Auswertung aktueller Forschungsprojekte der Schweiz

Für diese Untersuchung wurden Forschungsarbeiten berücksichtigt, deren Abschluss 2000 oder später datiert ist. Als relevant wurden Forschungen betrachtet, die sich auf Mischguteigenschaften und die Eignung von Mischgut, auf Komponenten für hochwertiges Mischgut sowie auf die Oberflächeneigenschaften von bitumenhaltigen Deckschichten im Fokus konzentrieren.

Auf ältere Publikationen wird nur dann eingegangen, wenn sie einen spezifischen Beitrag zum vorliegenden Bericht leisten.

Ebenfalls berücksichtigt wurden laufende Forschungsaufträge. Das Kriterium für die laufenden Forschungsaufträge war neben der Relevanz, dass eine Zusammenfassung und Schlussfolgerungen im Entwurf vorliegen, sodass überhaupt eine Auswertung möglich war.

Die Forschungsberichte liegen in Deutsch, Französisch und in einem Fall in Englisch vor. Die Berichte in französischer Sprache sind mit (F) in englischen mit (E) gekennzeichnet.

3.1 Komponenten

3.1.1 Vergleichsstrecken mit polymermodifizierten Bindemitteln und Zusätzen (F)

Forschungsbericht 1035, 2002

Im Jahre 1988 baute das Walliser Amt für Nationalstrassen auf 15 km der Autobahn N9 Oberbau und Belag ein. Ein Teilstück wurde zur Verfügung gestellt, um 16 Abschnitte von etwa 300 Metern Länge zu realisieren, die sich einzig in Bindemitteln und Zusätzen aus Polymeren unterschieden. Die Abschnitte lagen alle zwischen den gleichen Ein- und Ausfahrten, wiesen also den identischen Verkehr aus. Zudem wurde darauf geachtet, dass die mikroklimatischen Bedingungen wie Schattenwurf nur unwesentlich unterschiedlich waren.

Die Materialien und die eingebauten bitumenhaltigen Schichten wurden mit empirischen und grundlegenden Prüfmethode untersucht, dazu kamen spektroskopische Untersuchungen der Bindemittel. Die Strecke wurden während 10 Jahren überwacht, wobei neben der Zustandserfassung auch Proben entnommen wurden, um den Fortgang der Alterung erfassen zu können.

Die Resultate zeigen, dass nur mit SBS-Blockpolymeren modifizierte Bindemittel ein eindeutig besseres Verhalten zeigen als die Strecken mit normalen Strassenbaubitumen. Die gesammelten Daten erlauben Schlussfolgerungen zu Anforderungen, soweit das Mischgutfamilien betrifft. Für die Normung im Allgemeinen sind sie wenig bedeutsam, weil nur eine Rezeptur angewendet worden war.

3.1.2 1058: Kälteverhalten von bituminösen Bindemitteln

Forschungsbericht: 1058

An sechs Bitumen (zwei davon modifiziert) wurden mechanische Prüfungen wie Brechpunkt nach Fraass, Biegekriechsteifigkeit (BBR), Kraftduktilitätsprüfung, komplexer Schubmodul sowie

Rissbildung unter dynamischer Belastung bestimmt. Details dazu sind auch in GUB.R03 beschrieben. Es ergaben sich Hinweise zum Implementieren der Biegesteifigkeit in die Anforderungen an Bindemitteln.

Im Zusammenhang mit dem in der weiteren Forschung geplanten Zugschwellversuch [LEU.R07] ist die Bestimmung der Rissbildung unter dynamischer Belastung von Interesse, da sie wie dieser die Kombination von thermischer Spannung und dynamischer Belastung der Praxis nachbildet. Sie sollte zumindest an den Bindemitteln der Deckschicht durchgeführt werden.

3.2 Mischgut

3.2.1 Untersuchung des Verhaltens neuer Belagsmaterialien; Teil 1: Tragschichten hoher Steifigkeiten (F)

Forschungsbericht: 1000, 2001

Die Studie befasst sich mit bitumenhaltigen Schichten aus Hochmodul-Mischgut, dessen Einsatzgebiet Tragschichten sind. Die Arbeit befasst sich deshalb nicht mit dem Verhalten bei tiefen Temperaturen.

Es wurden drei Mischgutsorten in die Untersuchung mit einbezogen:

- HMT 22s, damals in vielen Teilen der Schweiz der Standard für Tragschichten
- EME 1: Hochmodul-Mischgut mit hohem Widerstand gegen Spurbildung
- EME 2: Hochmodul-Mischgut mit hohem Widerstand gegen Ermüdung

Von jedem Mischgut wurden einerseits mit den grundlegenden Prüfverfahren die mechanischen Kennwerte bestimmt. Andererseits wurden sie in einer Prüfhalle eingebaut und mittels einem Verkehrslastsimulator untersucht.

Die beiden Mischgutsorten EME erreichten mit 14'000 MPa eine annähernd doppelt so hohe Steifigkeit wie die HMT. Die Untersuchung des Ermüdungsverhaltens führte zu Kennwerten ϵ_6 von 124 μ/m bis 133 μ/m für EME 1, 139 μ/m bis 143 μ/m für EME 2 und 94 μ/m für HMT. Im Verkehrslastsimulator ergab sich bei EME 1 keine Spurbildung, während EME 2 und HMT eine starke Spurbildung erlitten.

Die Untersuchung lieferte wertvolle Daten für die Normung der AC EME in der Schweiz. Für das Festlegen von Anforderungen an grundlegende Kennwerte weiterer bitumenhaltiger Schichten ist sie unzureichend, da insgesamt nur drei Mischgüter, zwei davon EME, geprüft wurden.

3.2.2 Volumetrische und mechanische Optimierung von Splittmastixasphalt

Forschungsbericht: 1018, 2002

Die Forschungsarbeit zeigt, dass die untersuchten SMA 11 und SMA 16 weder mit Bindemittel 50/70 noch mit einem polymermodifizierten Bindemittel grosse Deformationen im Spurbildungstest erlitten. Die Verwendung eines genügend versteifenden Fillers trägt zur besseren Standfestigkeit bei. Das polymermodifizierte Bindemittel schneidet sowohl bezüglich Standfestigkeit wie bei der Spaltzugprüfung bei 0 °C und -10 °C besser ab.

Im weiteren zeigt die Forschungsarbeit, dass die Optimierung des Mischgut von der Verdichtungsart abhängt. Aufgrund der Gyratorverdichtung ergeben sich erheblich tiefere Bindemittelgehalte als bei der Marshallverdichtung als Optimum.

Die Ergebnisse flossen in die Festlegung der Anforderungen an SMA ein.

3.2.3 Erarbeitung einer Methode zur Spurbildungsprognose für bituminöse Beläge (F)

Forschungsbericht: 1081, 2004

Die Forschungsarbeit zeigt auf, wie unter Verwendung der Ergebnisse des Spurbildungstests gemäss EN 12697-22, Verkehrsdaten und klimatischen Daten die Spurbildung vorhergesagt werden kann.

Die Arbeit ist theoretisch interessant, aber bis anhin nicht in die Normung eingeflossen.

3.2.4 Unterhalt 2000, Forschungsprojekt 2, Dauerhafte Komponenten bitumenhaltiger Belagsschichten

Forschungsbericht: LF3

Diese Projekt behandelt übergreifend den Zustand vorhandener Strassen, die Eigenschaften der Komponenten und das Verhalten der Komponenten im Verbund, also des Mischgutes. Darum wird es hier unter 3.2 behandelt.

Das Projekt analysierte in einem ersten Schritt den Zustand erfolgreicher Strassenabschnitte des Schweizerischen Nationalstrassennetzes. Es wurden 10 Abschnitte mit einer Gebrauchsdauer von mehr als 20 Jahren und 1 Abschnitt mit einer Gebrauchsdauer von 13 Jahren in die Untersuchung mit einbezogen. Davon wurden vier Abschnitte, die einer Reihe von Kriterien genügten, näher untersucht. Neben Zusammensetzung und volumetrischen Kennwerten wurden insbesondere grundlegende Prüfungen nach [EN12697-24, JUN.J93, YOU.K97, SOK.K05] durchgeführt.

In einem zweiten Teil wurden ausgewählte Schichten aus neuwertigen Materialien im Labor rekonstruiert. Diese Rekonstruktion erlaubt es, künstliche gealterte hergestellte bitumenhaltige Schichten mit den originalen Schichten der Strasse zu vergleichen.

Das Projekt zeigte, dass die untersuchten erfolgreichen und langlebigen Beläge auch den heutigen Normanforderungen für Asphaltbeton genügen. Somit ist es möglich, Beläge für hochbelastete Strassen nach dieser Norm zu bauen. Da aber nur erfolgreiche Beläge untersucht worden waren, kann aus der Forschung nicht geschlossen werden, dass die Beachtung der Normen zwingend zu Belägen langer Gebrauchsdauer führen.

Gemäss den Ergebnissen des Forschungsauftrages ist das SBS-Blockpolymer modifizierte Bindemitteln auch bei den im Rahmen der Rekonstruktion angewendeten Bedingungen dauerhaft.

Bei den im Projekt gefundenen dauerhaften Nationalstrassenabschnitten mit Teerbitumen zeigten sich technisch positive Eigenschaften. Es ist anzustreben, nach Konzepten zu suchen, die zu Belägen führen, die sich in ähnlicher Weise wie diese Nationalstrassenabschnitten verhalten, jedoch nicht den Nachteil der Gesundheitsgefährdung aufzuweisen. Ein Ansatz zur Erreichen ähnlich dauerhafter Beläge ohne teerhaltige Bindemittel sind Zusätze wie hoch schmelzende Paraffine, die den Asphalt bei Einbautemperaturen dünnflüssiger machen.

Physikalisch orientierte Prüfverfahren wie das Bestimmen der Steifigkeit und des Widerstandes gegenüber Ermüdung erwiesen sich im Projekt als erfolgreich. Sie lieferten aussagekräftige und detaillierte Informationen über das Material und über den Zustand der Strassen.

Die im Zusammenhang mit den Vergleichsstrecken Basel-Land und dem Rundlauf gemachten Untersuchungen zeigen, dass auch beim Bindemittel die mechanische Prüfung mit dem DSR die aussagekräftigeren Ergebnisse lieferten als die klassischen Prüfungen Penetration und Erweichungspunkt.

Das Projekt konnte durch Variation der Komponenten Mischgutzusammensetzungen mit neuen Komponenten ermitteln, welche im Vergleich zu den erfolgreichen Belägen ebenfalls gute Chancen für Dauerhaftigkeit haben. Insbesondere konnte aus einem erfolgreichen AB 11 rechnerisch ein AB 8 formuliert werden, das gute mechanische Kennwerte aufwies.

Die Ergebnisse der grundlegenden Prüfungen sind problembezogen. Sie können beschränkt zur Formulierung von Anforderungswerten herangezogen werden, insbesondere weil ein Vergleich zwischen Istzustand nach 13 bis 30 Jahren Gebrauch und rekonstruierten Belägen Hinweise auf die Abnahme des Widerstandes gegen Ermüdung mit der Alterung gibt.

3.2.5 Unterhalt 2000; Forschungspaket 3; Mischrezeptur und Optimierung der bituminösen Mischgute (F)

Forschungsbericht: LF4

3.2.5.1 Teil 1: Modellisierung der Lastwirkung der Achsen

Die Ausgestaltung der Achse eines Schwerverkehrfahrzeugs hat einen direkten Einfluss auf die Lastverteilung zwischen Reifen und Strasse. Ziel der vorliegenden Studie ist die Beurteilung der drei wichtigsten Einflussgrößen: Lastintensität, Reifendruck und Reifentyp.

Die Studie basiert einerseits auf einem empirischen Ansatz, mittels Grossversuchen, und andererseits einem analytischen Ansatz, mittels eines mechanischen Verhaltensmodells des Schichtaufbaus. Der Vergleich der verschiedenen Messungen erlaubt einerseits die Beurteilung des Modells vis-a-vis der Realität, sowie andererseits die Bewertung des Einflusses der verschiedenen Parameter auf Verteilung und Stärke der Verformungen in bituminösen Schichten, dies auch in geringer Tiefe.

Zusätzlich kann die Analyse der Spannungsentwicklung in Abhängigkeit der Tiefe mithelfen, die Entstehung von Spurrinnen in bituminösen Schichten zu erklären.

Schlussendlich soll diese Studie auch die Wichtigkeit der Benutzung von analytischen Methoden unterstreichen, welche aus detaillierten Lastmerkmalen den Spannungszustand in geringer Tiefe und unter dem Reifenrand herleiten.

3.2.5.2 Teil 2: Formulierung und Optimierung der Mischgutzusammensetzung

Die Mischgutzusammensetzung wirkt sich in starkem Mass auf die Beständigkeit und die Eigenschaften der Beläge aus. Noch immer wird die Zusammensetzung der bituminösen Mischgüter mit Hilfe eines empirischen Ansatzes optimiert, welcher auf herkömmlichen Laborversuchen beruht und häufig nur wenig mit der wirklichen Leistungsfähigkeit der Baustoffe zu tun hat.

Das Hauptziel der vorliegenden Forschungsarbeit ist die Entwicklung eines neuen Ansatzes für die Ermittlung Mischgutzusammensetzung, welcher sich an Leistungstests orientiert und bitumenhaltige Baustoffe mit verbesserter Leistungsfähigkeit und Stabilität liefern soll.

Die neue Mischgutzusammensetzung basiert auf einem volumetrischen Ansatz, sowie auf analytischen Modellen, welche die Leistungsfähigkeit von bitumenhaltigen Schichten unter gewissen Umständen voraussagen können. Tatsächlich ist es möglich, die Eignungsprüfung,

deren Optimierung, sowie die Auswertung der Langzeit-Leistungsfähigkeit mit Hilfe der Kombination einer berechneten Prognose und einigen zusätzlichen Laborversuchen durchzuführen.

Die sorgfältige Auswahl der in der Schweiz verbreitetsten Leistungsprüfungen erlaubt es zudem, wichtige Informationen über die Leistungsfähigkeit und die Dauerhaftigkeit verschiedener Mischgüter zu erhalten

3.2.6 Recycling von Ausbauasphalt in Heissmischgut

Forschungsbericht: LF6

In der Schweiz fallen jährlich grosse Mengen an Ausbauasphalt an, die nach dem heutigen Stand der Technik nur teilweise sinnvoll wiederverwendet werden können. Dabei handelt es sich in der Regel um qualitativ hochstehende, wenn auch nicht immer unproblematische Materialien, die in erheblicher stofflicher (z.B. polymermodifizierte Bindemittel) und altersbedingter Variabilität anfallen. Die optimale und möglichst vollständige Wiederverwendung in bitumenhaltigen Strassenbelägen ist ein Hauptziel des Forschungspakets „Recycling von Ausbauasphalt in Heissmischgut“.

Aufgrund der Komplexität der Thematik und der bereits vorhandenen breiten Erfahrungen und langen Praxis des Recyclings von Heissmischgut, hat sich die schweizerischen Fachkommissionen FK4 und FK5 entschlossen, dem Forschungspaket zunächst eine konzeptionelle Arbeit vorzuschalten, um die Thematik zu gliedern. Hierzu wurde eine Diskussion mit ausgesuchten Experten durchgeführt und eine Zusammenstellung vorhandener Literatur einschliesslich kurzer Zusammenfassung besonders wichtiger aktueller Publikationen vorgenommen.

Im Rahmen des Projekts wurden die für die Schweiz prioritären Wissenslücken wie folgt definiert:

- 1: Optimale Anteile an Ausbauasphalt
- 2: Mehrfachrecycling von Strassenbelägen
- 3: Stofffluss- und Nachhaltigkeitsbeurteilung
- 4: Beurteilung der Dauerhaftigkeit von Strassenbelägen mit Ausbauasphalt
- 5: Mischgutoptimierung von Recyclingbelägen

3.3 Ausführung und Anforderungen an bitumenhaltige Schichten

3.3.1 Methoden zur Beurteilung des Schichtenverbundes von Asphaltbelägen

Forschungsbericht 442, 1999

Der Forschungsbericht zeigt die Einflussfaktoren auf, gibt einige theoretische Hinweise und beschreibt typische Schadenfälle. Verschiedenen Prüfverfahren werden miteinander verglichen und die Vor- und Nachteile aufgeführt. Die Arbeit lieferte Daten für das Festlegen der Anforderungswerte.

Da die Arbeit umfangreiches Datenmaterial insbesondere für hochbelastete Strassen enthält, kann sie nach entsprechender statistischer Auswertung weiterhin für die Festlegung von Anforderungswerten herbeigezogen werden.

3.3.2 Instandsetzung und Verstärkung von Betonfahrbahnen mit Asphaltbelägen

Forschungsbericht 468, 2000

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden 31 Objektanalysen an durch Asphaltbelägen verstärkten Betondecken durchgeführt. Folgende Fakten und Massnahmen erweisen sich als erfolgsrelevant:

- Zustand der Betondecke vor der Massnahme
- Durchführen der nötigen Vorarbeiten an der alten Betondecke (Reparaturen, Plattenersatz, Fugenerneuerung)
- Fallweise der Einbau einer SAMI
- Sachgerechte Konzeption und Durchführung der Instandsetzung- oder Verstärkungsmassnahme (Mischgutsorte, Schichtdicke)
- Fugenausbildung im Asphaltbelag

Bei einer dem Schaden adäquaten Durchführung waren auf Autobahnen Instandsetzungsintervalle von 20 bis 25 Jahren erreicht worden.

3.3.3 Anzahl äquivalenter Einheitsachslasten verschiedener Fahrzeugtypen

Forschungsbericht 477, 2000

Der Forschungsbericht beschreibt die Bestimmung der Anzahl äquivalenter Einheitsachslasten einzelner Fahrzeuge. Sie wurde berechnet für ausgewählte Fahrzeugtypen des Schwerverkehrs unter Berücksichtigung verschiedener Annahmen, festgelegter Randbedingungen und bei unterschiedlicher Last.

Die Berechnungen veranschaulichen die Unterschiede der Lastäquivalenzfaktoren zwischen den verschiedenen Fahrzeugtypen. Vergleiche mit WIM-Messungen auf zwei Strassenabschnitten zeigen aber auch, dass die Verhältnisse in der Praxis weitaus komplexer sind und sich mit vereinfachten theoretischen Annahmen nur ungenügend herleiten lassen.

3.3.4 Nachhaltige Dimensionierung von Fundations- und Tragschichten

Forschungsbericht 1087, 2001

Die Arbeit untersucht zum Zeitpunkt der Forschung national und international aktuelle Dimensionierungsnormen. In einem theoretischen Teil wird die Auswirkung statischer und dynamischer Belastung auf Schichtaufbauten mit Einbezug der Fundation und Untergrund untersucht. Die Arbeit kommt zu den Folgerungen:

- Die Erhöhung der Gewichtslimite von 28 auf 40 t in der Schweiz hat keine grossen Auswirkungen auf die Deformationen im Strassenkörper
- Ein ausreichender Widerstand gegen Verformung kann nur durch den Einsatz einer gebundenen Fundationsschicht, insbesondere einer zementgebundenen Fundationsschicht erreicht werden.
- Im Falle von dynamischer Belastung schneiden sowohl HMF wie Zementstabilisationen gut ab.

3.3.5 Tägliche äquivalente Verkehrslast TF verschiedener Strassentypen

Forschungsbericht 1017, 2000

Die Forschungsarbeit ermittelt auf Grund von WIM-Daten Umrechnungsfaktoren zur Ermittlung der äquivalenten Verkehrslasten aus der Anzahl Überfahren von Schwerfahrzeugen. Eine wesentliche Erkenntnis der Arbeit ist die Bestätigung, dass Busse die Strassen besonders belasten.

3.3.6 Einfluss und Wirkung von Dünnschichtbelägen

Forschungsbericht 1075, 2004

Die Forschung befasst sich mit Dünnschichtbelägen im Kalt- und Heisseinbau, wie sich auch auf hochbelasteten Strassen zur Verlängerung der Gebrauchsdauer eingesetzt werden. Sie empfiehlt für kalt eingebaute Dünnschichtbeläge das Prüfen

- des Verbundes mittels Haftzugprüfung oder die Abscherprüfung nach [SN 670 461] mit aufgeklebter Stahlplatte
- der Wasserempfindlichkeit gemäss [EN 12697-12]
- der Griffbarkeit nach Wehner-Schulze [D 1]

Für heiss eingebaute Dünnschichtbeläge wird empfohlen

- Abscherprüfung nach [SN 670 461]
- Wasserempfindlichkeit gemäss [EN 12697-12]
- Widerstand gegen Spurbildung nur bei hoch belasteten Strassen nach [EN 12697-22]

3.3.7 Unterhalt 2000; Forschungsprojekt 1; Verhaltensbilanz

Forschungsbericht FP 1, 2005

Stellvertretend für das ganze Nationalstrassennetz der Schweiz wird die Erhaltungsgeschichte am Beispiel der Nationalstrassen der Kantone Graubünden, Tessin und Vaud analysiert und ausgewertet. Die Sicht ist dabei der Zeitpunkt der ersten, beziehungsweise zweiten Instandsetzungsmassnahme und der Materialwahl bei verschiedenen Erhaltungsmassnahmen, die je nach Kanton unterschiedlich ausfällt. Dieser Unterschied der Materialwahl beeinflusst die Dauerhaftigkeit der Beläge aus der ersten oder zweiten Erhaltungsmassnahme. Insgesamt ist der Schluss zulässig, dass in der Schweiz die Erhaltungsmassnahmen zu einem frühen Zeitpunkt der Schadensentwicklung erfolgen.

3.3.8 Unterhalt 2000; Forschungsprojekt 4; Dauerhafte Beläge

Forschungsbericht FP 4, 2005

Der Grossversuch im Rundlauf hatte zum Ziel, fünf verschiedene, gebräuchliche bitumenhaltige Tragschichten miteinander zu vergleichen:

Feld 1: Gebrochener Fluvialkies mit Bindemittel B50/70

Feld 2: Felsgebrochener Splitt mit Bindemittel B50/70

Feld 3: Felsgebrochener Splitt mit Bindemittel B50/70 (geplant war B70/100)
Feld 4: Felsgebrochener Splitt mit polymermodifiziertem Bindemittel
Feld 5: Felsgebrochener Splitt, EME2

Die Resultate lassen schlagwortartig wie folgt wiedergeben:

Feld 1 mit gebrochenem Fluvialkies und mit Bindemittel B50/70 zeigt ein schlechtes Verhalten. Schon bald nach Beginn des Versuches traten massive Spurrinnen auf.

Feld 2 mit felsgebrochenem Splitt und mit Bindemittel B50/70 zeigt ein gutes Verhalten. Die Tragschicht dieses Feldes ist bei tiefen Temperaturen relativ steif. Dies im Gegensatz zu Feld 5, wo die Steifigkeit weniger von der Temperatur abhängig ist.

Feld 3 mit felsgebrochenem Splitt mit Bindemittel B50/70 (geplant war B70/100) zeigt ein schlechtes Verhalten. Aufgrund von Penetration und Erweichungspunkt des rückgewonnenen Bindemittels wurde ein B50/70 geliefert, es war in diesen beiden Prüfungen identisch mit dem Bindemittel aus Feld zwei. Hingegen, wie in FP 2 gezeigt, war das Bindemittel gemäss DSR-Messungen steifer. Das DSR vermochte somit das Verhalten besser vorhersagen als die klassischen Prüfungen Penetration und Erweichungspunkt.

Feld 4 mit felsgebrochenem Splitt mit polymermodifiziertem Bindemittel zeigt eine starke Spurbildung, verhält sich also schlecht.

Feld 5 mit felsgebrochenem Splitt, AC EME C2, zeigt das beste Verhalten bezüglich Verformungen und Temperaturstabilität auf.

3.3.9 Unterhalt 2000; Forschungsprojekt 7; Vergleichsstrecke A2

Forschungsbericht FP 7

Die Forschung basiert auf der Untersuchung der 10 Vergleichsstrecken der A1, wobei 5 davon den Abschnitten im Rundlauf entsprechen, die im Rahmen des gleichen Forschungspaketes untersucht wurden [LF 5]. Laboruntersuchungen fanden auch in [LF 2] und [LF 3] statt. Im Fokus des Paketes stand dabei der Vergleich der Laborverfahren, des Verhaltens im Rundlauf und des Verhaltens in Praxis. Aussagen sollten zu vier wesentlichen Eigenschaften gemacht werden:

- Verformungswiderstand bei sommerlichen Temperaturen
- Ermüdungsverhalten
- Kälteverhalten
- Wasserempfindlichkeit

Der Forschungsbericht stützt sich dabei stark auf Untersuchungen von [LF 2], [LF 3] und [LF 4], was der Vernetzung im Forschungspaket entspricht.

In Bezug auf Prüfungen die Forschung eine Parallelität zwischen den Modulbestimmungen mit KAST (gemäss JUN.J93, SOK.K05) und Falling Weight Deflectometer FWD. Für das Erfassen des Kälteverhaltens wird der direkte Zugversuch an Bindemittel im tiefen Temperaturbereich vorgeschlagen. Bezüglich Spurbildung können noch keine Aussagen gemacht werden, da die Strecken ein sehr gutes Verhalten zeigten.

Die Erfahrungen beim Einbau der EME-Beläge wird positiv beurteilt, gewöhnungsbedürftig ist aber der hohe Bindemittelgehalt, denn das heisse Mischgut ist sehr fett und speckig. Ein Fragezeichen bleibt bei der Wasserempfindlichkeit bestehen, die knapp genügend ist.

Ebenfalls problemlos verlief der Einbau eines Niedertemperaturasphaltes. Seine Eigenschaften, auch Wasserempfindlichkeit lagen im Rahmen der anderen Mischgütern.

3.4 Oberflächeneigenschaften

3.4.1 Lärmverhalten verschiedener Belagsoberflächen (2000)

Forschungsbericht 462, 2000

Die Untersuchung basiert auf 4000 Rollgeräuschmessungen auf knapp 500 verschiedenen Strassenabschnitten mit etwa 20 verschiedenen Deckschichten. Diese lassen sich in folgende Gruppen einteilen:

Gruppe 1, Terzbandpegel 1.6 kHz, „leise bis mittlere“ Schallpegel mit Mischgutsorten: AB 11, AB 16, TA 10, TA 16, MR 11, SMA 11, SMA 16. In der Gruppe ist der AB 16 etwas lauter. Ebenfalls lauter sind die Mischgutsorten und -typen für Hochleistungsstrassen.

Gruppe 2, Terzbandpegel 1 kHz, „laut“ mit Beton und den bitumenhaltigen Deckschichten GA, HRA 16 und HRA 25.

Gruppe 3, Offenporige Asphalte, „leise“ Deckschichten, die aber nach dem Verstopfen der Poren „laut“ werden. Grobkörnige OB-Deckschichten gleichen stark den offenporigen Asphalten mit verstopften Poren.

Gruppe 4, feinkörnige Deckschichten, SMA 6 ,SMA 8, Mikrobelaag und OB 3/6 mit tiefer Lärmemission und einem Terzband von 1.6 kHz

Das Rollgeräusch dominiert bei Personenwagen ab zirka 40 – 50 km/h, bei Lastkraftwagen ab zirka 60 – 70 km/h.

Der Bericht kommt zum Schluss, dass die Wahl der Mischgutsorte das geeignetste Mittel ist, das Lärmverhalten (insbesondere des Rollgeräusch) positiv zu beeinflussen. Bei etwa gleichem Lärmverhalten sind dabei die Deckschichten mit dem höheren Terzband von 1.6 kHz vorzuziehen, weil Lärm höherer Frequenzen durch Schallschutzmassnahmen besser eingedämmt wird. Enge Kurvenradien führen zu einer um etwa 3 dB(A) höheren Lärmemission. Mit zunehmender Temperatur nimmt die Lärmemission um 0.03 bis 0.08 dB(A) pro °C ab.

Durch eine lärmbewusste Fahrweise können Pegelreduktionen von bis zu 7 dB(A) erreicht werden. Als Massnahmen nennt der Bericht Geschwindigkeitsbegrenzungen und Verkehrsberuhigungsmassnahmen, die eine langsame und homogene Fahrt begünstigen.

3.4.2 Entwicklung der Griffigkeit von Strassenbelägen

Forschungsbericht 1037, 2003

Voller Titel: Entwicklung der Griffigkeit von Strassenbelägen verschiedener Strassentypen in der Schweiz

Die Untersuchung resultiert im Aufbau einer Griffigkeitsdatenbank und bestätigt folgende bekannte Phänomene

- Bisweilen tiefe Anfangsgriffigkeit solange der Bindemittelfilm nicht abgetragen wird
- In der Folge relativ konstante Griffigkeitsverhältnisse während mehrerer Jahre

Zusätzlich zeigten sich folgende für die Verkehrssicherheit relevante Beobachtungen:

- Konsolidierungen im Bereich relativ schlechter Griffigkeit mit dem Risiko des Abgleitens unter die Normwerte

- Strecken mit kurzfristig markantem Griffigkeitsabfall

Insgesamt beurteilten die Autoren das gesammelte Datenmaterial als zu wenig umfassend um verschiedene, wesentliche Aussagen machen und hinreichend untermauern zu können. Sie nennen:

- Angaben zu Belägen und auch zu den genauen Einbaudaten
- In vielen Fällen zu wenige Wiederholmessungen
- Nur wenige wirklich Langzeitbeobachtungen

3.4.3 Griffigkeit auf Autobahnen

Forschungsbericht 1038, 2002

Voller Titel: Griffigkeit auf Autobahnen; Vergleich der Messergebnisse SRM und SCRIM; Unterhalt 2000, Forschungsprojekt 6

Ziel der Forschungsarbeit war es, die Zweckmässigkeit des SCRIM-Messsystems und den Zusammenhang zwischen SCRIM-Messungen und SRM-Messungen abzuklären.

Das SCRIM-Messsystem eignet sich für netzweite Erhebungen, weil grosse tägliche Messleistungen erbracht werden können. Zudem zeigten Wiederholungsmessungen, dass das SCRIM-Messsystem die gestellten Genauigkeitsanforderungen erfüllt.

Zwischen den Messwerten SCRIM und SRM besteht eine Korrelation und es zeigte sich eine mittlere Differenz von 0.2 zwischen den beiden Messwerten. Da bei der Erhebungen auch tiefe SCRIM-Werte anfielen, konnte gezeigt werden, dass eine Umrechnung von SCRIM in SR; in diesem Bereich zu unrealistischen Werten führt. Es wird deshalb empfohlen für jedes Systeme eigene Anforderungen zu formulieren.

3.4.4 Griffigkeitsbedarf von Strassenbelägen (F)

Forschungsbericht 1152, 2006

Der Griffigkeitsbedarf wird anhand drei verschiedener Strategien untersucht.

In einem ersten Teil werden die Auswirkungen der Kornform (Anteil kubische Körner, Kantenschärfe) und der Polierbarkeit auf die Mikrotextur untersucht. Es wird gezeigt, dass die Mikrotextur nicht allein von der Polierbarkeit abhängt, sondern dass auch die Form Einfluss hat.

Im zweiten Teil werden europäische Langzeiterfahrungen auf Hochleistungsstrassen ausgewertet. Die Auswirkung der Eigenschaften der Gesteinskörnungen erwies sich als komplex. Deckschichten mit Grösstkorn 8 mm wiesen besonders günstige Eigenschaften auf, da diese Körnung sowohl eine guten Mikro- wie Makrotextur ergab.

Ergänzt wird die Arbeit durch eine Analyse von Unfallschwerpunkten in der Schweiz.

4 Folgerungen

Dieser Abschnitt fasst die Folgerungen, die sich aus der Untersuchung zum ‚State of the Art‘ in der Schweiz ergaben, zusammen. Der sich ergebende Vorschlag für in eine weitergehende Untersuchung einzubeziehenden Schichtaufbauten von Seiten der Schweiz ist im Synthesebericht aufgeführt.

4.1 Folgerungen zur Normung in der Schweiz

4.1.1 Hintergrund

Die Schweiz hat sich in der Normung sehr stark europäisch ausgerichtet. Das wesentliche Motiv war die rechtlich als zwingend erachtete Umstellung der Anforderungsnormen für Mineralstoffe. Zudem existierte erheblicher Druck, für Beton und bitumenhaltiges Mischgut die gleichen Siebreihen zu verwenden. Da die Betonproduktion ein Vielfaches der Asphaltproduktion beträgt, mussten die Siebreihen für letztere angepasst werden.

Damit wurde eine ganze Reihe von Änderungen ausgelöst, weil mit der Änderung von Siebreihen auch Mischgutsorten änderten. Es wurde in den schweizerischen Expertenkommissionen die Meinung vertreten, dass eine zweimalige Umstellung im Normenwerk (zuerst Mineralstoffnormen und Mischgutsorten, gefolgt von einer Änderung der Anforderungen an Komponenten und Mischgutsorten wegen der Übernahme weiterer europäischer Normen) aufwändiger sei als eine konzertierte Umstellung. Im weiteren wurde entschieden, dass die Normen hinsichtlich technischer und vertraglicher Inhalte entflochten werden sollten.

Die frühzeitige Umstellung erlaubte zudem weitgesteckte Übergangsfristen und liess auch nachträgliche kleinere Anpassungen zu.

4.1.2 Fachliche Entscheidungen

Als generelle Richtlinie wurde akzeptiert, dass die Anforderungen an Mischgutsorten auf dem Prinzip empirischer Prüfungen aufgebaut werden sollte. Nur so konnte das in den Normen enthaltene Erfahrungswissen weiter nutzbar bleiben und die Umstellung überhaupt innert nützlicher Frist durchgeführt werden.

Zugleich ist aber eine wachsende Anzahl von Fachleuten der Überzeugung, dass langfristig für hochbelastete Strassen von empirischen zu grundlegenden Prüfmethode gewechselt werden muss. Als Vorreiter gelten dabei die Mischgutsorten AC EME. Darüber hinaus sind auch entsprechende Forschungsaktivitäten initiiert worden.

4.2 Folgerungen zur Europäischen Normung

4.2.1 Übernahme der europäischen Normen

Die Übernahme der europäischen Normen kann in der Schweiz als weit fortgeschritten betrachtet werden. Teilweise musste dabei allerdings auf Normentwürfe abgestützt werden, sodass

Nachbesserungen die Normenschaffenden noch einige Zeit beschäftigen werden. Es konnten folgende hauptsächlich Probleme identifiziert werden:

- stark unterschiedlicher Aufbau im schweizerischen und europäischen System der Normen
- Sicherstellen der Übersichtlichkeit
- die Notwendigkeit, die Normen bezüglich technischer und vertraglicher Element zu entflechten

Daneben gab es eine Vielzahl von kleineren inhaltlichen Problemen in den europäischen Normen. Beispiele sind:

- Für Asphaltbeton und SMA werden beim Spurbildungstest mit dem kleinen Gerät verschiedene Kenngrößen gefordert.
- Die EN 13801-5 weist teilweise diverse Fehler auf (Tabelle 8 Temperaturgrenzwerte der Gemische, Bindemittelschicht sollte wohl Binderschicht heissen etc.).
- Schwammige Anforderungen in der EN 13108-8.

4.3 Folgerungen zur Forschung in der Schweiz, Vergleich Forschung/Normung

Eine grobe Analyse der untersuchten Forschungsarbeiten, die dem Bereich hoch belastete Strassen zugeordnet wurden, ist in zusammengestellt.

Tabelle 4.1 Konzepte und Mischgutsorten für hochbelastete Strassenabschnitte

Thema	Anzahl Arbeiten
<i>Komponenten</i>	
Bindemittleigenschaften	3
Recycling	1
Alterung (des Bindemittels)	1
<i>Mischgut</i>	
Bindemittleinfluss auf Mischgut	3
Recycling	1
Alterung des Mischgutes	1
Mechanische Eigenschaften des verdichteten Mischgutes	4
Verdichtung	2
<i>Eingebaute Schichten</i>	
Mechanische Eigenschaften der Schicht	4
Innovative Schichten	1
<i>Schichtaufbau / Strassen</i>	
Vergleichsstrecken	2
Verkehrslastsimulation	3
Schichtenverbund	2
Modellierung	2
Dimensionierung	1
Instandsetzung	1
Verkehrsbelastung	1
Verhaltensbilanz	5
davon spezifisch Lärmverhalten	1
davon spezifisch Griffigkeit	3

In dieser Auswertung wurden jeweils nur die Schwerpunktsthemen der Arbeiten erfasst, so wie der Autor sie gesehen hat. Mehrfachnennungen wurden zugelassen, beispielsweise können in einer Arbeit die mechanischen Eigenschaften von Mischgut untersucht, diese für Prüfungen in einem Verkehrslastsimulator verwendet werden, wobei dann auch die mechanischen Eigenschaften der so untersuchten Schichten von zentraler Bedeutung sind.

Es lassen sich gewisse Schwerpunkte der Forschung in Bezug auf hochbelastete Strassen ablesen:

- Bindemittel stehen relativ oft im Zentrum
- Die mechanischen Eigenschaften werden des öfters als zentrales Element untersucht.
- Da es dabei um die Bewertung des Mischgutes oder der Schicht geht, wird wenig in Methodenentwicklung geforscht
- Belagsentwicklung ist in der Forschung ebenfalls nur schwach vertreten
- Beiträge zum grundlegenden Verständnis sind nicht zahlreich, das Know How ist nicht weit verbreitet
- Gut vertreten ist dann wiederum die Verhaltensbilanz

Die Forschung im Strassenbau in der Schweiz kann charakterisiert werden als

- praxisorientiert
- eng mit der Normung verzahnt

Der Vorteil dieser Ausrichtung ist die praktische Relevanz der Forschung, ihr direkter Einfluss auf die Normung und ihre Abstimmung auf den Bedarf von Seiten der Normung. Ein wesentlicher Teil oben kurz umrissenen Forschungsarbeiten leistete erhebliche Beiträge an die Normung. Teilweise wurden auch nur Wissenslücken präziser gefasst, die in weiterführenden Forschungsprojekten geschlossen werden mussten.

In den meisten Fällen erwies sich die Forschung auch im Sinne einer Wissensvermittlung als wichtig. Dazu gehört auch, dass sie Problembewusstsein förderte und das auch aktuell tut.

Der Nachteil liegt in einer gravierenden Vernachlässigung grundlegenderer Fragestellungen. Daraus ergibt sich eine Kurzatmigkeit, oft werden auch Forschungen wiederholt, weil sich aus der veränderten Normung leicht geänderte Fragestellungen ergeben. Insgesamt verzögert damit dieses Forschungskonzept die Innovation.

Es besteht deshalb im Bereich der Forschung ein Handlungsbedarf in strategischer Hinsicht. Dem entspricht die neuere Strategie, die einzelne, thematisch zusammengehörende Forschungsprojekte in Forschungspaketen zusammenzufassen. Grundlegende Fragestellungen können in Einzelprojekte des Paketes bearbeitet werden, wobei der Bezug zur Praxis durch den Verbund mit den praxisorientierten Einzelprojekten des Paketes ergibt. Zudem fördern Forschungspakete die Zusammenarbeit verschiedener Forschungsstellen und bewirken so Synergien.

Inhaltlich ist eine Hinwendung zu

- anspruchsvollen Prüfverfahren
- Prüfung ganzer System
- verhaltensorientierter Bewertung
- innovativer Belagsaufbauten

festzustellen.

Der Fortschritt in dieser Hinsicht vollzieht sich allerdings in kleinen Schritten. In Betracht zu ziehen sind langfristig ergänzende Lösungen basierend auf einem Splitting. Ein Teil der Finanzmittel könnte für grundlegende Forschungen mit eigenem Anforderungsprofil reserviert werden. Dies sollte so geschehen, dass auch die Verbindung in internationalen Netzwerken verbessert werden. Andererseits besteht ein Bedarf für kleine, genau definierte und streng an den

Normierungsbedarf gebundene Auftragsforschung. Diese sollte wesentlich unkomplizierter als bisher gesprochen werden können. Der Verfasser hat es mehrmals erlebt, dass solche Forschung nicht innert der die die Abläufe in der Normung vorgesehenen Zeit durchgeführt werden konnten, weil die Bewilligungsverfahren das nicht zuliesse. Entscheide in den Normierungskommission wurden dann nach Erfahrung und Schätzung der anwesenden Fachleute anstatt aufgrund von Fakten getroffen.

4.4 Evaluation wesentlicher Belagsaufbauten

Die aus schweizerischer Sicht wesentlichen Belagsaufbauten wurden in den Fachgremien diskutiert. Es wurden folgende vier Varianten ausgearbeitet

- basierend auf Heissmischtragschicht und Binderschicht
- dito mit eine Heissmischfundationsschicht
- basierend AC EME
- dito mit einer Heissmischfundationsschicht

Angenommen wird dabei die höchste Tragfähigkeitsklasse S4, je nach zu realisierendem Objekt müssten die Schichtdicken angepasst werden.

Der detaillierte Vorschlag ist in im Synthesebericht in Abschnitt 4.3 enthalten.

4.5 Evaluation der Prüfverfahren

Die Schweiz schlägt vor, für jede Schicht eine vollständige Untersuchung nach Norm durchzuführen. Zudem sollten, soweit sinnvoll und anwendbar, für jede Schicht die Prüfungen

- Ermüdung
- Steifigkeit
- Zugschwellversuch

durchgeführt werden. Das sich daraus ergebende Prüfprogramm ist pro Schicht im Synthesebericht in Abschnitt 4.6 zusammengestellt.

5 Literaturverzeichnis

5.1 Fachliteratur

- JUN.J93: Junker, J.P., Fritz, H.W., Gubler, R., Partl, M.N.: **Bestimmung mechanischer Materialkennwerte an bituminösen Baustoffen.** Eidgenössisches Verkehrs und Energiewirtschaftsdepartement, Bundesamt für Strassenbau. Report Nr270, Juli, (1993)
- YOU.K97: Younger, K.D., Partl, M.N., Fritz, H.W., Gubler, R.: **Asphalt Concrete Shear Testing with the Coaxial Shear Tester.** Proceedings of 5th Int. RILEM Symposium on Mechanical Tests for Bituminous Materials MTBM '97, Lyon, France, 14-16 May. pp 189-195, (1997)
- GUB.R03: Gubler, R., Partl, M.N., Riedi, M. Angst, Ch.: **Test Methods for the Behaviour of Bituminous Binders at Low Temperature.** Proceedings of 6th Int. RILEM Symposium on Performance Testing and Evaluation of Bituminous Materials PTEBM03, Zürich, Switzerland, 14-16April, edited by M.N. Partl, RILEM Publications S.A.R.L., ISBN 2-912143-35-7, pp442-449 (2003)
- SOK.K05: Sokolov, K., Gubler, R., Partl, M.N.: **Extended Numerical Modeling and Application of the Coaxial Shear Test for Asphalt Pavements,** Materials & Structures, Nr. 279, pp 515-522, June (2005)
- LEU.R06: R. Leutner, H. Lorenzl, K. Mollenhauer: **Ermittlung von Materialkennwerten mittels Zugschwellversuch und dynamischem Triaxialversuch für die analytische Bemessung,** Strasse und Autobahn, Nr. 11, S. 692 - 698 (2006).

5.2 Teilberichte des DACH – Initialprojektes

- BLA.07: R. Blab, B. Gagliano, K. Kappl, **Auswahl geeigneter Asphaltmischgüter und Bindemittel für optimierte Oberbaukonstruktionen - State of the Art – Teilbericht Österreich** (Schlussentwurf)
- REN.07: P. Renken, S. Büchler, J. Grönniger, **Entwicklung optimaler Mischgutrezepturen und Auswahl dafür geeigneter bitumenhaltiger Bindemittel – Stand der Technik (DACH-I)** (Entwurf des Schlussberichts)

5.3 Schweizer Normen

- SN 507 708: Allgemeine Bedingungen für den Strassenoberbau
- SN 640 317b: Untergrund und Unterbau
- SN 640 320a: Dimensionierung; Äquivalente Verkehrslast
- SN 640 324a: Dimensionierung; Strassenoberbau
- SN 640 420a: Asphalt; Grundnorm
- SN 640 430a: Walzasphalt; Konzeption, Ausführung, Anforderungen an die eingebauten Beläge

SN 640 431-1aNA Asphaltmischgut – Asphaltbeton – Mischgutanforderungen ²
SN 640 431-2NA Asphaltmischgut – Asphaltbeton – Mischgutanforderungen ¹
SN 640 431-5NA Asphaltmischgut – Asphaltbeton – Mischgutanforderungen ¹
SN 640 431-7NA Asphaltmischgut – Asphaltbeton – Mischgutanforderungen ¹
SN 640 431-8 Asphaltmischgut – Asphaltbeton – Mischgutanforderungen ¹
SN 640 431-20 Asphaltmischgut – Asphaltbeton – Mischgutanforderungen ¹
SN 640 431-21 Asphaltmischgut – Asphaltbeton – Mischgutanforderungen ¹
SN 640 434: Prüfplan für Walzasphalt; Festlegung der durchzuführenden Prüfungen
SN 640 510b: Griffigkeit; Messverfahren (nicht mehr im Normenpaket)
SN 640 511b: Griffigkeit; Bewertung
SN 640 520a: Ebenheit; Prüfung der Geometrie
SN 640 521c: Ebenheit; Qualitätsanforderungen
SN 670 460: Bituminöses Mischgut – Haftvermögen von bituminösen Bindemitteln an Mineralstoffen
SN 670 461: Bituminöses Mischgut – Bestimmung des Schichtenverbundes (nach Leutner)

5.4 Europäische Normen

In Fällen, wo eine Vornorm dem schweizerischen Normenwerk zugrunde gelegt wurde, ist das am Ende mit (prEN) vermerkt. Ist die zugrunde gelegte Vornorm englisch, so wird (prEN, englisch) angefügt. Die Nummer des entsprechenden nationalen Elementes ist jeweils hinter der EN ohne das SN angegeben. Das Publikationsjahr der europäischen Norm ist hinten in Klammer angefügt, ist noch zusätzliches Dokument anerkannt worden, so ist auch dessen Publikationsjahr angegeben.

EN 932-1 (670 901-1a): Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Probenahmeverfahren (1996)
EN 932-2 (670 901-2a): Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 2: Verfahren zum Einengen von Laboratoriumsproben (1999)
EN 932-3 (670 901-3a): Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 3: Durchführung und Terminologie einer vereinfachten petrographischen Beschreibung (1996, 2003)
EN 932-5 (670 901-5a): Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 5: Allgemeine Prüfeinrichtungen und Kalibrierung (1999)
EN 932-6 (670 901-6a): Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 6: Definitionen von Wiederholpräzision und Vergleichspräzision (1999)
EN 933-1 (670 902-1a): Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung – Siebverfahren (1997, 2005)

² **Obwohl als Nationaler Anhang geschrieben zur Zeit ohne europäische Norm publiziert, daher Schweizer Norm**

- EN 933-2 (670 902-2a): Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 2: Bestimmung der Korngrößenverteilung – Analysensieb, Nennweite der Sieböffnungen (1995)
- EN 933-3 (670 902-3a): Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 3: Bestimmung der Kornform – Plattigkeitskennzahl (1997, 2003)
- EN 933-4 (670 902-4a): Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 4: Bestimmung der Kornform – Kornformkennzahl (1999)
- EN 933-5 (670 902-5b): Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 5: Bestimmung des Anteils an gebrochenen Körnern in groben Gesteinskörnungen (1998, 2004)
- EN 933-6 (670 902-6b): Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 6: Fließkoeffizienten von Gesteinskörnungen (2001, 2004)
- EN 933-7 (670 902-7a): Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 7: Bestimmung des Muschelschalengehaltes – Prozentsatz von Muschelschalen in groben Gesteinskörnungen (1998)
- EN 933-8 (670 902-8a): Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 8: Beurteilung von Feinanteilen, Sandäquivalent-Verfahren (1999)
- EN 933-9 (670 902-9a): Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 9: Beurteilung von Feinanteilen, Methylenblau-Verfahren (1998)
- EN 933-10 (670 902-10a): Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 10: Beurteilung von Feinanteilen, Kornverteilung von Füller (Luftstrahlsiebung) (2001)
- EN 1097-1 (670 903-1a): Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Bestimmung des Widerstandes gegen Verschleiss (Micro-Deval) (1996, 2003)
- EN 1097-2 (670 903-2a): Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 2: Verfahren zur Bestimmung des Widerstandes gegen Zertrümmerung (1998, 2006)
- EN 1097-3 (670 903-3a): Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 3: Bestimmung von Schüttdichte und Hohlraumgehalt (1998)
- EN 1097-4 (670 903-4a): Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 4: Bestimmung des Hohlraumgehaltes an trocken verdichtetem Füller (1999)
- EN 1097-5 (670 903-5a): Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 5: Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung (1999)
- EN 1097-6 (670 903-6b): Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 6: Bestimmung der Rohdichte und der Wasseraufnahme (2000, 2005)
- EN 1097-7 (670 903-7a): Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 7: Bestimmung der Dichte von Füller – Pyknometer-Verfahren (1999)
- EN 1097-8 (670 903-8a): Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 8: Bestimmung des Polierwertes (1999)

- EN 1097-9 (670 903-9b): Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 9: Bestimmung des Widerstandes gegen Verschleiss durch Spikereifen - Nordische Prüfung (1998, 2005)
- EN 1097-10 (670 903-10): Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 10: Bestimmung der Wassersaughöhe (2002)
- EN 1426 (670 500-7): Bitumen und Bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der Nadelpenetration (1999)
- EN 1427 (670 500-8): Bitumen und Bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des Erweichungspunktes – Ring und Kugel-Verfahren (1999)
- EN 12591 (670 150-1): Bitumen und Bitumenhaltige Bindemittel – Anforderungen an Strassenbaubitumen (1999)
- EN 12592 (670 500-1): Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der Löslichkeit (1999)
- EN 12593 (670 500-2): Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des Brechpunktes nach Fraass (1999)
- EN 12594 (670 500-3): Bitumen und Bitumenhaltige Bindemittel – Vorbereitung von Untersuchungsproben (1999)
- EN 12595 (670 500-4): Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der kinematischen Viskosität (1999)
- EN 12596 (670 500-5): Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der dynamischen Viskosität mit Vakuum-Kapillaren (1999)
- EN 12606-1 (670 500-9): Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des Parrafingehaltes – Teil 1: Destillationsverfahren (1999)
- EN 12606-2 (670 500-10): Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des Parrafingehaltes – Teil 2: Extraktionsverfahren (1999)
- EN 12607-1 (670 516): Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft – Teil 1: RTFOT-Verfahren (1999)
- EN 12607-3 (670 518): Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der Beständigkeit gegen Verhärtung unter Einfluss von Wärme und Luft – Teil 1: RTF-Verfahren (1999)
- EN 12697-1 (670 401, in Rev.): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 1: Löslicher Bindemittelgehalt (2000, 2005)
- EN 12697-2 (670 402): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 2: Korngrößenverteilung (2002)
- EN 12697-3 (670 403, in Rev.): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 3: Rückgewinnen des Bitumens; Rotationsverdampfer (2005)
- EN 12697-4 (670 404): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 4: Rückgewinnen des Bitumens; Fraktionierkolonne (2005)
- EN 12697-5 (670 405): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 5: Bestimmung der Rohdichte (2002)
- EN 12697-6 (670 406): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 6: Bestimmung der Raumdichte von Asphalt-Probekörpern (2003)

- EN 12697-7 (670 407): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 7: Bestimmung der Raumdichte von Asphalt-Probekörpern mit Gammastrahlen (2002)
- EN 12697-8 (670 408): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 8: Bestimmung der volumetrischen Charakteristik von Asphalt-Probekörpern (2003)
- EN 12697-9 (670 409): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 9: Bestimmung der Bezugsraumdicke, Gyratorverdichter (2002)
- EN 12697-10 (670 410): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 10: Verdichtbarkeit (2001)
- EN 12697-11 (670 411a): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 11: Bestimmung der Affinität von Gesteinskörnungen und Bitumen (2003, 2005)
- EN 12697-12 (670 412): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 12: Bestimmung der Wasserempfindlichkeit von Asphaltprobe-Körpern (2003)
- EN 12697-13 (670 413): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 13: Temperaturmessung (2000, 2001)
- EN 12697-14 (670 414): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 14: Wassergehalt (2000, 2001)
- EN 12697-15 (670 415): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 15: Bestimmung der Entmischungsneigung (2003)
- EN 12697-16 (670 416): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 16: Abrieb durch Spikesreifen (2003)
- EN 12697-17 (670 457): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 17: Kornverlust von Probekörpern aus offenporigem Asphalt (2004)
- EN 12697-18 (670 418): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 18: Bestimmung des Ablaufens (2004)
- EN 12697-19 (670 419): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 19: Durchlässigkeit von Probekörpern (2004)
- EN 12697-20 (670 420): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 20: Eindringversuch an Würfeln oder Marshall-Probekörpern (2003)
- EN 12697-21 (670 421): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 21: Eindringversuch an Platten (2003)
- EN 12697-22 (670 422): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 22: Spurbildungstest (2003)
- EN 12697-23 (670 423): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 23: Bestimmung der indirekten Zugfestigkeit von Asphaltprüfkörpern (2003)
- EN 12697-24 (670 424): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 24: Beständigkeit gegen Ermüdung (2004)
- EN 12697-25 (670 425): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 25: Druckschwellversuch (2003, 2005)
- EN 12697-26 (670 426): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 26: Steifigkeit (2004)
- EN 12697-27 (670 427): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 27: Probenahme (2000)

- EN 12697-28 (670 428): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 28: Vorbereitung von Proben zur Bestimmung des Bindemittelgehaltes, des Wassergehaltes und der Korngrößenverteilung (2000)
- EN 12697-29 (670 429): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 29: Bestimmung der Masse von Asphalt-Probekörpern (2002)
- EN 12697-30 (670 430): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 30: Probenvorbereitung, Marshallverdichtungsgerät (2004)
- EN 12697-31 (670 431): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 31: Herstellung von Probekörpern - Gyratorverdichter (2004)
- EN 12697-32 (670 432): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 32: Laborverdichtung von Walzasphalt mit einem Vibrationsverdichter (2003)
- EN 12697-33 (670 433): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 33: Probestückvorbereitung mit einem Walzenverdichtungsgerät (2004)
- EN 12697-34 (670 434): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 34: Marshall-Prüfung (2003)
- EN 12697-35 (670 435): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 35: Labormischung (2004)
- EN 12697-36 (670 436): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 36: Bestimmung der Dicke von Fahrbahnbefestigungen aus Asphalt (2003)
- EN 12697-37 (670 437): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 37: Prüfung des Haftvermögen eines Bindemittels auf vorumhüllten Splitt für Hot-Rolled-Asphalt mittels Sand (2003)
- EN 12697-38 (670 438): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 38: Prüfeinrichtung und Kalibrierung (2004)
- EN 12697-39 (670 439): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 39: Bindemittelgehalt durch Thermolyse (2004)
- EN 12697-40 (670 440): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 40: In situ-Durchlässigkeit (2005)
- EN 12697-41 (670 441): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 41: Widerstand gegen chemische Auftaumittel (2005)
- EN 12697-42 (670 442): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 42: Fremdstoffgehalt in Ausbauasphalt (2005)
- EN 12697-43 (670 443): Asphalt – Prüfverfahren für Heissasphalt – Teil 43: Treibstoffbeständigkeit (2005)
- EN 13036-1 (640 511-1): Oberflächeneigenschaften von Strassen und Flugplätzen – Prüfverfahren – Teil 1: Messung der Makrotexturtiefe der Fahrbahnoberfläche mit Hilfe eines volumetrischen Verfahrens
- EN 13036-3 (640 511-3): Obeflächeneigenschaften von Strassen und Flugplätzen – Prüfverfahren – Teil 3: Messung der horizontalen Entwässerung von Deckschichten
- EN 13036-3 (640 512-4a): Obeflächeneigenschaften von Strassen und Flugplätzen – Prüfverfahren – Teil 4: Verfahren zur Messung der Griffigkeit von Oberflächen: Der Pendeltest

- EN 13043 (670 103b): Gesteinskörnungen für Asphalte und Oberflächenbehandlungen für Strassen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen (2002, 2004)
- EN 13108-1 (Einführung in Vorbereitung): Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen – Teil 1: Asphaltbeton
- EN 13108-5 (Einführung in Vorbereitung): Asphalt – Anforderungen – Teil 5: Splittmastixasphalt (SMA)
- EN 13108-6 (Einführung in Vorbereitung) Asphalt – Anforderungen – Teil 6: Gussasphalt
- EN 13108-7 (Einführung in Vorbereitung): Asphalt – Mischgutanforderungen – Teil 7: Offenporiger Asphalt
- EN 13108-8 (Einführung in Vorbereitung): Asphalt – Anforderungen – Teil 6: Ausbauasphalt
- EN 13108-20 (Einführung in Vorbereitung): Asphaltmischgut – Anforderungen – Teil 20: Erstprüfung
- EN 13108-21 (Einführung in Vorbereitung): Asphaltmischgut – Anforderungen – Teil 1: Werkseigene Produktionskontrolle
- EN 13398 (670 547): Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der elastischen Rückstellen von modifiziertem Bitumen (2003)
- EN 13399 (670 550): Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der Lagerbeständigkeit von modifiziertem Bitumen (2003)
- EN 13473-1 (640 511-11): Obeflächeneigenschaften von Strassen und Flugplätzen – Charakterisierung der Textur von Fahrbahnbelägen unter Verwendung von Oberflächenprofilen – Teil 1: Bestimmung der mittleren Profiltiefe
- EN 13589 (670 548): Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der Streckeigenschaften von modifizierten Bitumen mit dem Kraft-Duktilitätsverfahren (2003)
- EN 13924: (Nationale Elemente in Vorbereitung) Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Anforderungen an harte Strassenbaubitumen (2006)
- EN 14023 (670 210): Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Rahmenwerk für die Spezifikation von polymermodifizierten Bitumen (2005)
- EN 14769 (670 558): Bitumen und Bitumenhaltige Bindemittel – Beschleunigte Langzeitalterung in einem Druckalterungsbehälter (PAV) (2005)
- EN 14770 (670 559): Bitumen und Bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des komplexen Schermoduls und des Phasenwinkels – Dynamisches Scherrheometer (DSR) (2005)
- EN 14771 (670 560): Bitumen und Bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der Biegekriechsteifigkeit – Biegebalkenrheometer (BBR) (2005)

5.5 Andere Normen

- D 1: Technische Prüfvorschrift für Mineralstoffe im Strassenbau, TP Min-StB Teil 5.5.2, Forschungsgesellschaft für Strassen und Verkehrswesen, Ausgabe 1999

D 2: Technische Prüfvorschriften für Asphalt im Strassenbau TP A-StB, Einaxialer Druckschwellversuch – Bestimmung des Verformungsverhaltens von Walzasphalten bei Wärme, Ausgabe 1999

D 3: Zugschwellversuch ??

5.6 Ausgewertete Forschungsarbeiten

Forschungsberichte in französischer Sprache sind mit (F) in englischen mit (E) gekennzeichnet.

5.6.1 Abgeschlossene Forschungsarbeiten

Die Nummern beziehen sich auf die Berichtsnummern der Publikationen des Eidgenössischen Departementes für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation / Bundesamt für Strassen.

442: C. Raab, M.N. Partl: Methoden zur Beurteilung des Schichtenverbundes von Asphaltbelägen (1999)

462: M. Shojaati, A. Blötz, M. Horat, M. Caprez, Lärmverhalten verschiedener Belagsoberflächen (2000)

468: R. Werner, M. Blumer: Instandsetzung und Verstärkung von Betonfahrbahnen mit Asphaltbelägen (2000)

477: Anzahl äquivalenter Einheitsachslasten verschiedener Fahrzeugtypen (2000)

487: S. Abdulahi, „Nachhaltige Dimensionierung von Fundations- und Tragschichten“ (2001)

1000(F): J. Perret, A.-G. Dumont, J.-C. Turtshy, M. Ould-Henia. Evaluation des performances de nouveaux matériaux de revêtement; 1ère partie: enrobés à haut module (2001)
[Untersuchung des Verhaltens neuer Belagsmaterialien; Teil 1: Tragschichten mit hoher Steifigkeit]

1002: 1999/119 Analyse der Verhaltensmodelle der Fahrbahnen (2001)

1017: M. Shojaati, L. Seiler-Scherrer, M. Caprez, I. Scazziga, F. L. Yang, „Tägliche äquivalente Verkehrslast TF verschiedener Strassentypen in der Schweiz“ (2002)

1018: O. Neubauer, M. N. Partl, „Volumetrische und mechanische Optimierung von Splittmastixasphalt“ (2002)

1035(F): A-G.Dumont, B. Schwery, C. Angst: „Plances comparatives avec bitumes modifiés et ajout“ (2002)
[Vergleichsstrecken mit Polymermodifizierten Bindemitteln und Zusätzen]

1037: M. Horat, M. Caprez, L. Seiler-Scherrer, Entwicklung der Griffigkeit von Strassenbelägen verschiedener Strassentypen in der Schweiz (2003)

1038: Griffigkeit auf Autobahnen; Vergleich der Messergebnisse SRM und SCRIM; Unterhalt 2000, Forschungsprojekt 6 (2002)

1058: C. Angst, M. Riedi, „Kälteverhalten von bituminösen Bindemitteln (2002)

- 1075: C. Raab, M.N. Partl, „Einfluss und Wirkung von Dünnschichtbelägen auf die In-Situ-Eigenschaften von Asphaltüberbauten“ (2004)
- 1081(F): M. Ould-Henia, M. Rodriguez, A.-G. Dumont, „Elaboration d’une méthode prédictive de l’orniérage des revêtements bitumineux“ (2004)
[Erarbeitung einer Methode zur Spurrinnenprognose in bituminösen Belägen]
- 1152(F) A.-G. Dumont, L. Arnaud, PH. Chenevière, „Besoin en adhérence des revêtements de chaussées (2006)
[Griffigkeitsbedarf von Strassenbelägen]

5.6.2 Laufende Forschungsarbeiten

- LF 1(E): L. Poulikakos, M. Pittet, L. Arnaud, A. Junod, E. Simond, R. Gubler, M.N. Partl, A.-G. Dumont, „Mechanical Properties of Porous Asphalt, Recommendations for Standardization“
[Mechanische Eigenschaften von Offenporigem Asphalt Empfehlungen für Normierung]
- LF 2: Unterhalt 2000, Forschungsprojekt 1, Verhaltensbilanz der Beläge auf Nationalstrassen (2005)
- LF 3: R. Gubler, M. N. Partl, Unterhalt 2000, Forschungsprojekt FP 2, Dauerhafte Komponenten bitumenhaltiger Belagsschichten (2006)
- LF 4(F): Unterhalt 2000, Project 3, Formulation et optimisation des formules d’enrobés (200?)
[Mischrezeptur und Optimierung der bituminösen Mischgute]
„Partie 1, Modélisation des charges d’essieux“
[Teil 1: Modellisierung der Lastwirkung der Achsen]
„Partie 2, Formulation et optimisation des formules d’enrobés“
[Teil 2: Formulierung und Optimierung der Mischgutzusammensetzung]
- LF 5: C. Rabaiotti, M. Caprez, „Unterhalt 2000, Forschungsprojekt 4, Dauerhafte Beläge“ (2006)
- LF 6: M.N. Partl, M. Hugener, Recycling von Ausbauasphalt in Heissmischgut