



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

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

# **Forschungspaket Massnahmenplanung im EM von Fahrbahnen**

**Standardisierte Erhaltungsmassnahmen**

**Mésures d'entretiens standardisées**

**Standard interventions for road maintenance**

**B+S AG, Bern**  
**V. Gnehm, dipl. Bau-Ing. FH/SIA-REG A**

**Forschungspaket Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement,  
Forschungsauftrag VSS 2004/711, Einzelprojekt 1, auf Antrag des  
Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute  
(VSS)**

16. Oktober 2008

1235

## Inhaltsübersicht

<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>Résumé</b>	<b>5</b>
<b>Abstract</b>	<b>6</b>
1. Einleitung	7
1.1. Ausgangslage und Auftrag	7
1.2. Problemstellung und Abgrenzung	7
1.2.1. Aus Sicht des Anwenders	7
1.2.2. Aus Sicht der Einzelprojekte 2 bis 4	7
1.2.3. Abgrenzung	8
1.3. Wichtigste Begriffe	8
1.3.1. Zustandindizes	8
1.3.2. Einzelindizes zum Index $I_1$ (Oberflächenschäden)	8
Bitumenhaltige Schichten	8
Betondecken	9
1.4. Forschungsziel	9
1.5. Bisherige Erkenntnisse	10
1.5.1. Literatur	10
1.5.2. Vorhandene Kataloge	10
2. Methodik / Vorgehen	13
2.1. Forschungskonzept	13
2.2. Datenerfassung und –beschreibung	13
2.3. Auswertelgorithmen und Analyseverfahren	15
3. Ergebnisse	17
3.1. Auswertungen und Analysen	17
3.1.1. Allgemeiner Beschrieb	17
3.1.2. Beschrieb Einzelthemen	18
Eignung	18
Einschränkung	19
Anwendungsbereich	20
Rücksetzwert und Wirkung	21
Kosten, Zuschläge und Leistung	24
3.1.3. Hilfstabellen	26
Schadengruppen	26
Verhaltensklassen	27
3.2. Ableitung von Werkzeugen für die Massnahmenplanung	29
3.2.1. Bitumenhaltige Oberbauten	29
Reparatur	29
Instandsetzung und Verstärkung	31
Erneuerung	36
3.2.2. Betondecken	40
Reparatur	40
Instandsetzung und Verstärkung	44

---

Erneuerung	49
4. Erkenntnisse, Folgerungen	50
4.1. Bewertung und Beurteilung	50
4.2. Formulierung allgemein gültiger Grundlagen	50
5. Empfehlungen	51
5.1. Empfehlungen für die systematische Massnahmenplanung	51
5.2. Leitfaden	52
6. Normentwurf	53
6.1. Einleitung	53
6.2. Inhaltsverzeichnis	53
7. Literaturverzeichnis	54
7.1. SN Normen	54
7.2. FGSV Normen	54
7.3. VSS Forschungsberichte	54
7.4. Übrige Literatur	54
8. Anhänge	55
8.1. Bitumenhaltige Oberbauten	55
Massnahmenkatalog	55
Hilfstabelle Verhaltensklasse	55
Hilfstabelle Schadengruppe	55
8.2. Betondecken	55
Massnahmenkatalog	55
Hilfstabelle Verhaltensklasse	55
Hilfstabelle Schadengruppe	55

---

## Zusammenfassung

Die systematische Massnahmenplanung bei Fahrbahnen stellt im Erhaltungsmanagement von Strassenverkehrsanlagen einen der zentralen und entscheidenden Prozesse dar. Sie zeigt, welche Erhaltungsmassnahmen in einem längeren Betrachtungszeitraum wann auszuführen sind, um den wirtschaftlich höchsten Nutzen mit den getätigten Aufwendungen zu erzielen. Die Grundlagen für diese Planungs- und Optimierungsaufgabe wurden im Rahmen des Forschungspaketes VSS 2004/710-716 für die Schweiz erarbeitet.

Die engen Beziehungen zwischen den in den Einzelprojekten zu entwickelnden Planungsinstrumenten konnten in den Forschungsarbeiten durch die Vernetzung in einem Forschungspaket herausgearbeitet werden. Dies ermöglichte eine optimale Abstimmung der Forschungsergebnisse. Die Hauptresultate der fünf Einzelprojekte und deren Verwendung im Tätigkeitsablauf der systematischen Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement sind im Synthesebericht zum Forschungspaket aufgezeigt.

Das Einzelprojekt 1 VSS 2004/711 „Standardisierte Erhaltungsmassnahmen“ liefert einen Katalog der wichtigsten praxiserprobten Erhaltungsmassnahmen mit Einsatzbereich und Eignung zur Behebung definierter Schadensbilder, deren Wirkung auf Zustand und Verhaltensklasse sowie ihre spezifischen Kosten.

Die Zusammenstellung dieser Massnahmen mit den entsprechenden Angaben über ihre Merkmale und ihre Eignung hat für Fahrbahnen mit unterschiedlichen Gegebenheiten wie Verkehrsbelastung, Ortslage, Topographie, Schichtaufbau, differenziert zu erfolgen. Zu diesem Zweck sind die Strassen in entsprechende Kategorien zu gliedern.

Es sind Massnahmenkataloge für Strassen mit bitumenhaltigen Oberbauten und für Betonstrassen erarbeitet worden. Ein Katalog für Strassen mit Compositbelägen (Kombinierter Aufbau) ist nicht Gegenstand dieses Projektes, weil zur Zeit noch keine oder zu wenig greifbare Erfahrungen und Erkenntnisse für die Instandsetzung von kombinierten Belägen vorliegen.

Die erarbeiteten Massnahmenkataloge sind ein Planungsinstrument mit dem Ziel einer auf fundierten Daten aufbauenden Finanzplanung des Strasseneigentümers. Die Massnahmenkataloge sind kein Projektierungsinstrument, dafür stehen zu wenig Daten zur Verfügung. Zudem kann mit standardisierten Massnahmen den individuellen Randbedingungen eines Strassenabschnittes wie Höhenlage, Topographie, Aufbau, Entstehungsgeschichte, usw. nicht gebührend Rechnung getragen werden.

Die Kataloge sind auf Grund von vorhandenen Katalogen bei grösseren Strasseneigentümern (Kantone und Städte), der vorhandenen Literatur, den eigenen Erfahrungen aus Beratungen und aus den Anforderungen der andern Teilprojekte des Forschungspaketes entstanden. Wertvolle Inputs haben auch die Diskussionen in den entsprechenden Expertenkommissionen ergeben. Dabei steht der zukünftige Nutzer im Vordergrund.

Zusammenfassend ist der vorliegende Forschungsbereich mit ausführlichen Erklärungen und Detailangaben, zwei praxisbezogenen Katalogen mit standardisierten Erhaltungsmassnahmen für bitumenhaltige Oberbauten und Betonbeläge und ein Inhaltsverzeichnis für einen Normentwurf entstanden.

## Résumé

La planification systématique des mesures pour les chaussées est un des processus principaux et décisifs s'agissant de la gestion de l'entretien des infrastructures routières. Elle démontre, pour une période d'observation donnée, quelles mesures d'entretien doivent être exécutées à quel moment afin d'atteindre le meilleur rapport coût-bénéfice. Les bases pour cette tâche de planification et d'optimisation ont été élaborées pour la Suisse dans le cadre du projet de recherche VSS 2004/710-716.

Les relations étroites entre les instruments de planification – développés dans des projets individuels – ont pu être établies dans les travaux de recherche grâce à leur intégration dans un projet de recherche. Ceci a permis une concordance idéale des résultats de recherche. Le rapport de synthèse sur le projet de recherche met en évidence les principaux résultats des cinq projets individuels et leur utilisation lors du déroulement de la planification systématique relative à la gestion de l'entretien des infrastructures routières.

Le projet 1 VSS 2004/711 "Mesures d'entretien standardisées" fournit un catalogue des mesures d'entretien les plus importantes et testées dans la pratique, leur domaine de mise en œuvre, leur aptitude à réparer des dégradations définies ainsi que leurs effets sur l'état et le comportement des interventions précitées et leurs coûts spécifiques.

La préparation de ces mesures, avec indication correspondante de leurs caractéristiques et de leur aptitude, doit se faire de manière différenciée pour les chaussées aux données différentes telles qu'impact de la circulation, situation géographique, topographie et stratification. A cet effet, les routes doivent être divisées en catégories correspondantes.

Des catalogues de mesures ont été élaborés pour les routes à chaussées bitumineuses et pour les routes en béton. Ce projet n'inclut pas de catalogue pour routes à revêtements composites (structure combinée), car il n'y a pour le moment aucune expérience ou trop peu d'expériences et de connaissances tangibles qui permettraient de restaurer des revêtements combinés.

Les catalogues de mesures élaborés constituent un instrument de planification permettant au propriétaire de la route de planifier ses moyens financiers en se basant sur des données fondées. Les catalogues de mesures ne sont pas des instruments pour étude de projets, ils comprennent trop peu de données pour cela. En outre, les mesures standardisées ne permettent pas de tenir dûment compte des conditions accessoires individuelles d'un tronçon routier telles qu'altitude, topographie, structure, genèse, etc.

Ces catalogues ont été réalisés sur la base d'anciens catalogues existant chez les principaux propriétaires de routes (cantons et villes), de la littérature existante, des propres expériences issues de la mise en œuvre de conseils ainsi que des exigences spécifiées dans d'autres projets partiels du «paquet de recherche». Les discussions au sein des commissions d'experts correspondantes ont également permis d'obtenir de précieuses informations. A cet égard, le futur usager se trouve au premier plan.

En résumé, le présent rapport de recherche comprend des explications précises et mentionne des détails. Deux catalogues axés sur la pratique, avec mesures de conservation standardisées pour chaussées bitumineuses et revêtements en béton ainsi qu'une liste de matières pour un projet de normes ont été créés.

## Abstract

Systematic action planning is a central and crucial process within the management of road maintenance. It demonstrates for a given observation period at what time which interventions for road maintenance are to be performed in order to attain the best cost-benefit ratio. The fundamentals for this planning and optimizing task have been compiled for Switzerland within the research package VSS 2004/710-716.

The close relations between the planning instruments – developed within individual research projects – could be worked out thanks to their integration into a research package. This enabled the optimized adjustment of the research results. The synthesis report of this research package demonstrates the main results of all individual research projects and their use for systematic action planning within the management of road maintenance.

Project 1 VSS 2004/711 “Standard interventions for road maintenance” delivers a catalogue of important approved interventions for road maintenance, their area of application, their adequacy for removal of defined damages, their effects on state and behaviour as well as their specific costs.

The compilation of these measures with the corresponding details of their characteristics and appropriateness has to be drawn up in a differentiated manner for roadways with varying circumstances, such as traffic load, site, topography, or layer composition. To this end, roads are to be divided into respective categories.

Catalogues of measures for roads with bituminous superstructures and for concrete roads have already been worked out. A catalogue for roads with composite pavements (combined composition) is not the object of this project, as for the time being there is no or too little experience or findings readily available for the maintenance of combined pavements.

The catalogues of measures that have been worked out represent a planning instrument with a view to the financial planning of the road owner, based on sound data. The catalogues of measures are no project planning instrument, as too little data are available for such purpose. Furthermore, standardised measures will not be able to duly take into account individual ancillary conditions of a given section of road, such as altitude, topography, composition, history, etc.

The catalogues were created on the basis of existing catalogues for bigger road owners (cantons and towns), existing literature, first-hand consultations and the requirements of other part projects of the research package. Discussions at the level of relevant commissions of experts have also yielded precious contributions. In all this, the future user is of paramount importance.

In summary, the present research report has been drawn up including extensive explanations and details, two practice-related catalogues comprising standardised preservation measures for bituminous superstructures and concrete pavements as well as an index of contents for a draft standard.

---

# 1. Einleitung

## 1.1. Ausgangslage und Auftrag

In Strasse und Verkehr 9/2004 ist das Forschungsvorhaben als Forschungspaket bestehend aus fünf Einzelprojekten ausgeschrieben worden. Die B+S AG ist im Evaluationsverfahren mit dem Einzelprojekt 1, VSS 2004/711, Standardisierte Erhaltungsmassnahmen, am 13. Juli 2005 beauftragt worden.

Der Auftrag bestand also aus der Erarbeitung eines Kataloges mit standardisierten Erhaltungsmassnahmen für die Erhaltung von bestehenden Fahrbahnen in Asphalt und Beton auf Netzebene (strategische Ebene). Dabei mussten einerseits die Bedürfnisse der Nutzer (Strasseneigentümer) wie auch die Anforderungen an die zu enthaltenden Daten der andern vier Einzelprojekte des Forschungspaketes erfüllt werden.

## 1.2. Problemstellung und Abgrenzung

### 1.2.1. Aus Sicht des Anwenders

Aus Sicht des Anwenders muss der Katalog selbstredend sein. Er muss übersichtlich gestaltet sein, sodass die Anwendung einfach und unkompliziert ist. Es muss möglich sein, mit sehr unterschiedlicher Tiefe der vorhandenen Daten eine klare Aussage machen zu können. Die Reihe der vorhanden Zustandsdaten reicht von einer einfachen visuellen Beschreibung in Worten bis zu vollständig vorhandenen Messdaten.

Vertikal erfolgt die Gliederung der Massnahmen in die drei Hauptgruppen für Reparatur, Instandsetzung und Verstärkung sowie Erneuerung.

Horizontal sind die verschiedenen Spezifikationen (Charakterisierungen) der Massnahmen in Bezug auf die Eignung oder Einschränkung, den Anwendungsbereich, den Rücksetzwert und die Wirkung und die Kosten beschrieben. Dabei sind die Detailspezifikationen zu sinnvollen Themenbereichen stufenartig zusammengefasst.

Der Anwender wählt i.d.R. aus dem umfangreichen Katalog, abgestimmt auf die Art seines zu betreuenden Strassennetzes, wenige, häufig verwendete Massnahmen aus.

### 1.2.2. Aus Sicht der Einzelprojekte 2 bis 4

Das Einzelprojekt 1 (Standardisierte Erhaltungsmassnahmen) ist Teil des Gesamtpaketes Massnahmenplanung im EM von Fahrbahnen mit insgesamt fünf einzelnen Teilprojekten. Eine Abstimmung auf die andern Teilprojekte ist daher unabdingbar. In der ersten Phase der Forschungsarbeit wurden denn auch an den Projektleitersitzungen diese Anforderungen formuliert und konkretisiert.

Das Einzelprojekt 2 (Schadensprozesse und Verhaltenskurven) verlangt Aussagen zum Rücksetzwert einer Massnahme in Bezug auf die fünf Zustandsindizes und die fünf bzw. sechs Einzelindizes des Indexes  $I_1$  (Oberflächenschäden). Der Rücksetzwert wird im Kapitel 3.1.2 näher beschrieben. Weiter wird eine Aussage zur Wirkung in Bezug auf die Verhaltensklasse verlangt. Die Verhaltensklasse gibt einen Hinweis auf die Güte des Strassenaufbaus.

Die Einzelprojekte 4 (Gesamtnutzen – Nutzen-Kosten-Verhältnis) und 5 (Zusatzkosten infolge Aufschub Realisierung) benötigen als wichtigste Aussagen Angaben über die Kosten, aufgeteilt in fixe und variable Kosten. Zusätzlich sind noch Zuschläge für Arbeiten Innerorts (Randabschlüsse, Einbauten, kleine Mengen) und für Bauen unter Verkehr (Halbseitige Verkehrsführung) formuliert werden. Auch die Kenngrösse der Produktivität (Menge pro Zeitein-

heit), aufgeteilt in Innerorts und Ausserorts, ist hier gefordert. Weiter sind Aussagen über den Anwendungsbereich in Bezug auf die Indizes und Teilindizes, die Eignung und auch über die Einschränkung in Bezug auf die Schadenklasse zu formulieren.

### 1.2.3. Abgrenzung

Das Einzelprojekt 1 liefert Massnahmenkataloge für Strassen mit bitumenhaltigen Oberbauten und für Betonstrassen. Ein Katalog für Strassen mit Compositbelägen (Kombinierter Aufbau) ist nicht Gegenstand dieses Projektes, weil zur Zeit noch keine oder zu wenig greifbare Erfahrungen und Erkenntnisse für die Instandsetzung von kombinierten Belägen vorliegen.

Die erarbeiteten Massnahmenkataloge sind ein Planungsinstrument mit dem Ziel einer auf fundierten Daten aufbauenden Finanzplanung des Strasseneigentümers auf Netzebene (strategische Ebene). Die Massnahmenkataloge sind kein Projektierungsinstrument, dafür stehen zu wenig Daten zur Verfügung. Zudem kann mit standardisierten Massnahmen den individuellen Randbedingungen eines Strassenabschnittes wie Höhenlage, Topographie, Aufbau, Entstehungsgeschichte, usw. nicht gebührend Rechnung getragen werden.

## 1.3. Wichtigste Begriffe

Die Begriffe sind den Normen SN 640 925b und SN 640 926 [9 + 10] entnommen. Dort befinden sich auch noch weiterführende Erklärungen und Erläuterungen.

### 1.3.1. Zustandsindizes

Zustands – Index	Zustandsmerkmal
I <sub>1</sub>	Oberflächenschäden
I <sub>2</sub>	Ebenheit in Längsrichtung
I <sub>3</sub>	Ebenheit in Querrichtung
I <sub>4</sub>	Griffigkeit
I <sub>5</sub>	Tragfähigkeit

Tab. 1: Zustandsindizes

### 1.3.2. Einzelindizes zum Index I<sub>1</sub> (Oberflächenschäden)

#### Bitumenhaltige Schichten

Einzel – Index	Zustandsmerkmal
I <sub>A1</sub>	Oberflächenglätte
I <sub>A2</sub>	Schäden der bitumenhaltigen Schichten (Belagsschäden)
I <sub>A3</sub>	Verformungen
I <sub>A4</sub>	Strukturelle Schäden
I <sub>A5</sub>	Flicke

Tab. 2: Einzelindizes Bitumenhaltige Schichten

## Betondecken

Einzel – Index	Zustandsmerkmal
I <sub>B1</sub>	Oberflächenglätte
I <sub>B2</sub>	Materialverluste
I <sub>B3</sub>	Fugen- und Kantenschäden
I <sub>B4</sub>	Vertikalverschiebungen
I <sub>B5</sub>	Risse, Brüche
I <sub>B6</sub>	Flicke

Tab. 3: Einzelindizes Betondecken

### 1.4. Forschungsziel

Das Einzelprojekt 1 bezweckt eine noch fehlende aber sehr wichtige Entscheidungsgrundlage zur Ermittlung von optimalen Erhaltungsmassnahmen zu erarbeiten. Es handelt sich dabei um eine Zusammenstellung von relevanten Eigenschaften und Merkmalen bestimmter in der Praxis angewendeten Massnahmen, die zur Sanierung von definierten Schadensbildern von Fahrbahnen am geeignetsten sind, sogenannte standardisierte Erhaltungsmassnahmen. Die für die Planung relevanten Eigenschaften sind zum Beispiel: Einheitskosten (CHF/m<sup>2</sup>), erwartete Gebrauchsdauer, Eignung für definierte Schadensbilder und Eignung zur Erreichung bestimmter Ziele (wie Verkehrssicherheit, Substanzerhaltung). Die Quantifizierung der genannten Merkmale ermöglicht zudem pro Massnahme spezifische Kennzahlen auszuarbeiten und sie als Planungsgrössen zu verwenden (z.B. Gebrauchsdauer/Einheitskosten, Wirksamkeit und weitere Kennzahlen).

Diese Kennzahlen bilden unter anderem Grundlage zur Durchführung von Vergleichsanalysen zwischen verschiedenen Massnahmenvarianten zur Ermittlung von wirtschaftlich optimierten Massnahmen.

Die Zusammenstellung dieser Massnahmen mit den entsprechenden Angaben über ihre Merkmale und ihre Eignung hat für Fahrbahnen mit unterschiedlichen Gegebenheiten wie Verkehrsbelastung, Ortslage, Topographie, Schichtaufbau, differenziert zu erfolgen. Zu diesem Zweck sind die Strassen in entsprechende Kategorien zu gliedern, die z.B. aus einer funktionalen Bewertung resultieren.

Das Einzelprojekt 1 hat also folgende Ziele:

- Erarbeiten eines Kataloges von standardisierten Erhaltungsmassnahmen für verschiedene Strassenkategorien mit den Grössen Massnahmeart, spezifische Kosten, Gebrauchsdauer, Wirkungen inkl. der Kosten für kleine Reparaturen (betrieblicher Unterhalt) und Einsatzbereich.
- Erarbeiten von Grundlagen für einen entsprechenden Normentwurf.

## 1.5. Bisherige Erkenntnisse

### 1.5.1. Literatur

Grundlage bilden im Wesentlichen die vorhandenen VSS-Normen SN 640 730 bis 736 [3 – 8] zum Thema Erhaltung von Fahrbahnen sowie die SN 640 925 und 926 [9 + 10] zum Thema Erhaltungsmanagement der Fahrbahnen. Diese Normen dienen vor allem den schon vorhandenen technischen Aspekten wie auch der Übernahme definierter Begriffe und Bezeichnungen. Weitere Begriffsdefinitionen finden sich in der SN 640 302b [1].

Neben Literatur zum ausführlichen Beschrieb von ausgewählten Einzelmassnahmen, z.B. zum Thema dünne Schichten im Kalteinbau (Kaltmicrobelag), haben wir vor allem von der Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (FGSV) aus Deutschland die Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmassnahmen an Strassenbefestigungen RPE-Stra 01 [11], das Arbeitspapier Nr. 9/R zur Erhaltungsplanung [12] und die Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RstO 01 [13] zu Rate gezogen. Insbesondere haben wir den Aspekt der Verhaltensklasse und der Schadengruppe einfließen lassen.

### 1.5.2. Vorhandene Kataloge

Die durchgeführte Umfrage bei grösseren Strasseneigentümern, d.h. bei Kantonen und ausgewählten Gemeinden, ergab eine relativ magere Ausbeute. Dies zeigt, dass die Strasseneigentümer offenbar noch wenig solche Kataloge verwenden. Einzelne Gespräche haben auch ergeben, dass sie aber gerne solche Kataloge einsetzen würden. Vielfach werden die Massnahmen auch sehr situativ, entsprechend den vorhandenen Rahmenbedingungen, festgelegt und auch ausgeführt. Mit diesem Vorgehen ist denn auch keine klare Trennung von strategischer Planung (Netzebene) und objektspezifischem Projekt (Objektebene) gegeben.

Angeschrieben haben wir also alle 26 Kantone sowie die 20 grössten Gemeinden (nach Einwohnern). Hier nun die Resultate der Umfrage in der Zusammenfassung:

- Eine Antwort haben uns 11 Kantone und 8 Gemeinden zukommen lassen;
  - Kataloge mit standardisierten Erhaltungsmassnahmen verwenden 6 Kantone und 2 Gemeinden;
  - Kantone und Gemeinden ohne Katalog wählen die Massnahmen situativ oder ein Katalog ist in Arbeit oder geplant;
  - Die verwendeten Kataloge sind allesamt ähnlich und beinhalten nur die minimalsten Angaben für ein PMS;
  - Die Stadt Zürich hat die Massnahmen auf 4 und der Kanton Freiburg auf 3 Standardtypen beschränkt;
  - Die vorhandenen Kataloge beschränken sich auf bitumenhaltige Oberbauten, einzig der Kanton Bern hat einen Katalog für Betonstrassen;
-

Im Detail präsentiert sich die Auswertung gemäss der nachstehenden Tabelle:

Strassen-eigentümer Kanton	Katalog vorhanden Ja / Nein	Kein Katalog Entscheidungsfindung	Anzahl Massnahmen	Beschrieb Massnahmen	Kosten pro Massnahme	Weiteres
AI	Nein	In Bearbeitung				
BE	Ja		14 für bitumenhaltige Beläge 30 für Betonbeläge	Ja	Ja (für grosse und kleine Mengen)	Nutzungsdauer (Verkehrslastklasse) Rücksetzwert (Index I <sub>1</sub> ) Anwendungsbereich (Index I <sub>1</sub> )
BL	Nein	In Bearbeitung				
FR	Ja		3	Ja	Ja	Voraussetzungen (Diverse Indizes)
GE	Nein					
NW	Nein	Situativ				
SZ	Ja		15	Ja	Ja (Mit detaillierter Kalkulation)	Anwendungsbereich (Verkehrslastklassen)
TG	Ja		18	Ja	Ja (für grosse und kleine Mengen)	Nutzungsdauer (Verkehrslastklasse) Rücksetzwert (Index I <sub>1</sub> ) Anwendungsbereich (Index I <sub>1</sub> )
TI	Ja		9	Ja	Ja (Verkehrslastklassen)	Nutzungsdauer (Verkehrslastklassen)
ZG	Nein	In Bearbeitung				
ZH	Nein	Situativ				

Tab. 4: Vorhandene Kataloge in den Kantonen

Strassen-eigentümer Gemeinde	Katalog vorhanden Ja / Nein	Kein Katalog Entscheidungsfindung	Anzahl Massnahmen	Beschrieb Massnahmen	Kosten pro Massnahme	Weiteres
Bern	Ja		14	Ja	Ja (für grosse und kleine Mengen)	Nutzungsdauer (Verkehrslastklasse) Rücksetzwert (Index $I_1$ ) Anwendungsbereich (Index $I_1$ )
Emmen	Nein	Situativ				
Köniz	Nein	Situativ				
Lausanne	Nein	In Bearbeitung				
Luzern	Nein	Situativ				
Schaffhausen	Nein	Situativ				
Winterthur	Nein	Situativ				
Zürich	Ja		4	Ja	Ja	

Tab. 5: Vorhandene Kataloge in Städten und Gemeinden

Beim Betrachten dieser Auswertungstabellen fallen vor allem zwei Dinge besonders auf:

1. Die Kantone sind in Bezug auf Kataloge mit standardisierten Massnahmen eindeutig besser ausgerüstet als die Städte und Gemeinden. Das dürfte damit zusammenhängen, dass in den Städten und Gemeinden der Erhaltungsbedarf massgeblich von den Werkleitungseigentümern mitbestimmt wird und damit die Prioritäten anders verteilt sind.
2. Die vorhandenen Kataloge sind sehr heterogen und kaum miteinander vergleichbar. Zudem basieren sie fast ausschliesslich auf dem visuell erhobenen Index  $I_1$ . Einzig der Kanton Freiburg bezieht noch weitere Indizes in die Planung mit ein.

Diese Feststellungen aus der Auswertung der vorhandenen oder eben nicht vorhandenen Kataloge rechtfertigt nun eindeutig dieses Forschungsvorhaben innerhalb des gesamten Forschungspaketes, damit die zahlreichen Strasseneigentümer (Kantone, Gemeinden) mit einheitlichen und vor allem vollständigen Grundlagen, nämlich mit standardisierten Erhaltungsmassnahmen, ihre Massnahmenplanungen durchführen können.

## 2. Methodik / Vorgehen

### 2.1. Forschungskonzept

Das Forschungskonzept basiert auf drei Säulen:

1. Vorhandene Kataloge
2. Literatur
3. Innovation

Vorhandene Kataloge: Das Studium der vorhandenen Kataloge (s. Kap. 1.5.2) zeigte sehr rasch, dass damit allenfalls ein Grundgerüst hergeleitet werden konnte. Die beschriebenen Massnahmen waren recht zahlreich, jedoch teilweise unvollständig oder sehr undifferenziert. Die Anzahl Massnahmen reichte von drei bis 30. Zudem war fast ausnahmslos nur der Index  $I_1$  die einzige Bezugsgrösse für den Zustand der Strasse eingeführt, die andern Indizes fehlten vollständig. Viele Angaben in den Katalogen wie die Nutzungsdauer der Massnahmen oder auch der Preis waren abhängig von der Verkehrslastklasse.

Literatur: Die Hinweise in der Literatur lieferten ein ähnliches Bild wie die vorhandenen Kataloge. Es gibt zahlreiche Hinweise und Beschreibungen, namentlich in den Normen SN 640 730 bis 736 [3 – 8]. Einen strukturierten Katalog mit numerischen Angaben fehlt aber weitgehend. Dies muss eindeutig als Defizit und Manko gewertet werden und zeigt die Dringlichkeit und auch Aktualität des Forschungsthemas.

Innovation: Die vorerwähnten Defizite sollen verschwinden und weitestgehend eliminiert werden. Der Katalog soll also umfassende standardisierte Massnahmen aufweisen und Bezug auf alle fünf Indizes gemäss Norm nehmen. Die Kostenstruktur soll transparent und nachvollziehbar sein. Damit können die einzelnen Preise auch besser der sich wechselnden Marktsituation angepasst werden. Selbstverständlich soll sich der gesamte Katalog nahtlos ins bestehende Normenwerk einfügen.

Einen wesentlichen Anteil an der Struktur und am Inhalt des Kataloges hatten auch die andern Forschungs-Teilprojekte beansprucht, sind sie doch für ihre Arbeit auf die Ergebnisse des Teilprojektes standardisierte Erhaltungsmassnahmen direkt angewiesen.

Der intensive Dialog mit den Fachleuten aus der begleitenden EK 7.01, der FK 7, den andern vier Forschungsstellen sowie der Projektleitung mit Prof. H.-P. Lindenmann und seinem Mitarbeiter F. Schiffmann stellten sicher, dass alle gestellten Anforderungen erfüllt werden konnten.

Mittels einer kleinen Vernehmlassung bei vier Personen aus drei Kantonen und einer Stadt, die nicht in das Projekt involviert waren, konnten weitere wertvolle Hinweise entgegen genommen werden.

### 2.2. Datenerfassung und –beschreibung

Die beiden Kataloge für bitumenhaltige Beläge und Betonbeläge aus dem Kanton Bern lieferten die Grundstruktur. Diese Kataloge enthielten Massnahmen, sinnvoll strukturiert nach der Art der Massnahme (z.B. Reparatur, Oberflächenbehandlung, Hocheinbau, usw.) und Aussagen in Bezug auf den Index  $I_1$ .

---

Als erstes haben wir die Massnahmen überarbeitet. Alle Massnahmen wurden den drei Bereichen Reparatur, Instandsetzung und Verstärkung sowie Erneuerung zugeordnet. Diese Aufteilung entspricht den gültigen Normen SN 640 730 bis 736 [3 – 8]. Nicht vorhandene Massnahmen wie Verstärkungen mit Asphaltarmierung oder Aufbauten mit Kaltmischfundationsschichten (Recycling) haben nun Eingang in den Katalog gefunden. Die Massnahmenerweiterung erfolgte ebenso in Abstimmung mit den andern vier Teilprojekten des Forschungspaketes.

Der Einbezug aller fünf Indizes und die Anforderungen der andern Teilprojekte des Forschungspaketes hatten zur Folge, dass die Kataloge in verschiedene Themenbereiche aufgeteilt werden mussten. Es ergaben sich also die fünf Themenbereiche Eignung, Einschränkung, Anwendungsbereich, Rücksetzwert und Wirkung sowie die Kosten. Damit konnte eine gute Übersichtlichkeit erreicht und gewährleistet werden. Eine hohe Benutzerfreundlichkeit war immer ein wichtiges Anliegen, um später auch eine breite Akzeptanz zu erreichen.

Verwertbare Inputs lieferten auch die (wenigen) vorhandenen Kataloge aus der Umfrage bei den Kantonen und grösseren Gemeinden. Die sehr unterschiedlichen Angaben lieferten jedoch nur gezielte Hinweise und Ergänzungen, eine systematische Auswertung konnte nicht erfolgen. Dasselbe gilt auch für vorhandenen Forschungsberichte, technischen Dokumentationen, usw.. Die gültigen und aktuellen Normen SN 640 730 bis 736 [3 – 8] haben entscheidend mitgeholfen, die Strukturierung und Terminologie so zu wählen, dass sie in das Bestehende hineinpassten.

Die fortwährenden und anregenden Diskussionen mit den beteiligten Forschungsstellen und der Expertenkommission EK 7.01 haben durch kritische Fragestellungen immer weitere Ergänzungen und Präzisierungen der Kataloge hervorgebracht. Schliesslich haben auch eigene Erfahrungen aus Beratungen und Gesprächen mit unterschiedlichsten Strasseneigentümern Eingang in die Gestaltung gefunden.

Wertvolle Mitarbeit hat auch Rolf Werner, Beratung und Expertisen für Verkehrsflächen in Beton BEVBE, Bonstetten, für die Erarbeitung des Kataloges für Betonstrassen geleistet.

Die Preise sind einerseits durch Angaben von Unternehmern und andererseits aus vorhandenen Offerten entstanden. Einen Vergleich mit den Angaben aus den vorhandenen Katalogen hat gezeigt, dass gewisse Unterschiede vorhanden waren. Dies kam einerseits davon, dass nicht überall dasselbe miteingerechnet wurde und andererseits durch regionale Unterschiede. Die Preise sind eigentlich ein sehr komplexes und schwieriges Thema, weil sie sehr stark von Angebot und Nachfrage, der Auslastung der Unternehmer, der Konkurrenzsituation bei den Zulieferern, der Grösse der Baustelle, usw. abhängig sind. Das Thema würde durchaus eine eigene Forschungsarbeit rechtfertigen. Damit könnte dann differenziert die verschiedenen Einflussfaktoren erfasst und quantifiziert werden. Die angegebenen Kosten werden demnach als Richtkosten Stand 2006 bezeichnet.

### 2.3. Auswertelgorithmen und Analyseverfahren

Auf Grund der sehr geringen und zudem heterogenen Datenlage sind keine eigentlichen Auswertelgorithmen und Analyseverfahren zur Anwendung gekommen. Die eingefügten Daten konnten aus bestehenden Katalogen, Literaturhinweisen und vorhandenen Erfahrungen hergeleitet werden. Gewisse Werte konnten auch auf Grund von Plausibilitätsüberlegungen festgelegt werden.

Die Rücksetzwerte besitzen zwei Ausprägungen, eine mit Vorzeichen und eine ohne Vorzeichen. Ein Wert ohne Vorzeichen, z.B. 0.0, ist der Zustandswert nach Ausführung der Massnahme unabhängig vom Ausgangswert. Das entspricht einem festgelegten Wert (Absolutwert). Der Zustand der Oberfläche präsentiert sich wieder schadenfrei. Ein Wert mit Vorzeichen, z.B. -1.0, bedeutet, dass eine Verbesserung des Zustandswertes um die angegebene Zahl abhängig vom Ausgangswert eintritt. Das entspricht einem relativen Wert. Die Oberfläche präsentiert sich schadenreduziert aber nicht unbedingt schadenfrei. Gewisse Massnahmen können bestimmte Schäden nicht beheben. Eine Oberflächenbehandlung kann z. B. Spurrinnen nicht beheben. Die Abb. 1 zeigt die Mechanik der Rücksetzwerte.

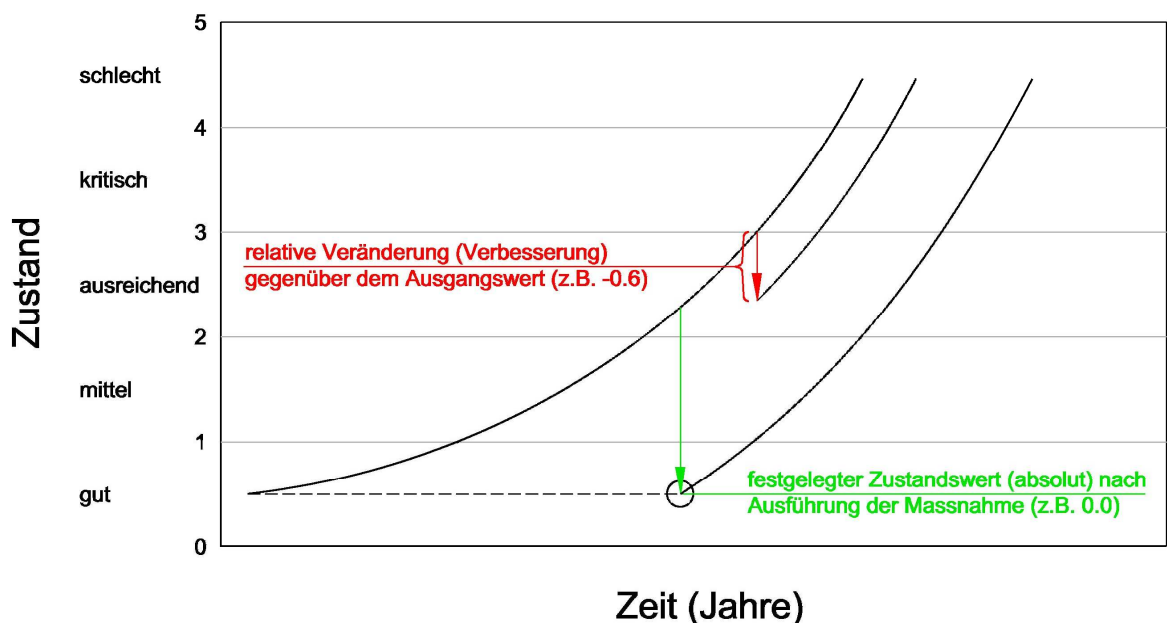


Abb. 1: Mechanismus der Rücksetzwerte

Die Wirkung zeigt den Einfluss auf die Verhaltensklasse. Das ist im Wesentlichen eine Aussage darüber, ob die Massnahme eine die Tragfähigkeit verbessernde Wirkung hat (z.B. ein Hocheinbau) oder nicht (z.B. eine Oberflächenverbesserung). Auch hier kommt das System des relativen und des festgelegten (absoluten) Wertes zur Anwendung.

Der relative Wert (Wert mit Vorzeichen, z.B. -1) bewirkt die Verbesserung um eine oder zwei Klassen abhängig vom Ausgangswert. Dies ist bei allen Massnahmen mit verstärkender Wirkung der Fall.

Der festgelegte (absolute) Wert (Wert ohne Vorzeichen, z.B. 1) kommt ausschliesslich bei Neubaumassnahmen zur Anwendung. Es darf davon ausgegangen werden, dass ein neuer Belagsaufbau den Anforderungen entsprechend nach Norm konzipiert und ausgeführt wird und damit der Strassenaufbau der Verhaltensklasse 1 (entspricht den Anforderungen) entspricht. Die Abb. 2 zeigt die Mechanik.

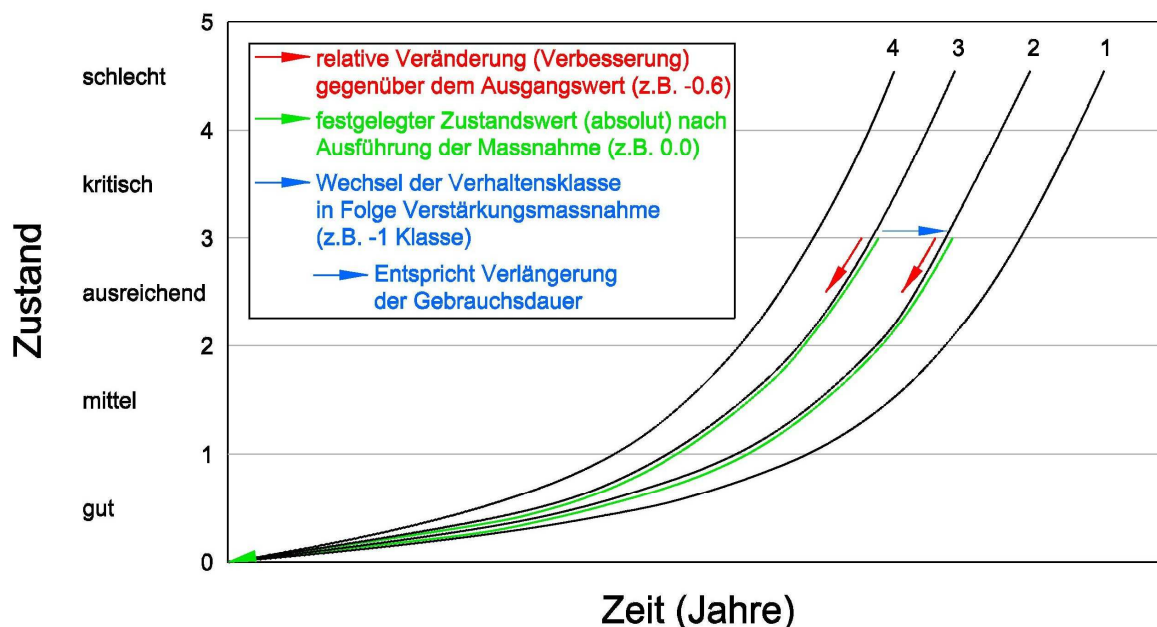


Abb. 2: Verhaltenskurven, Mechanik der Veränderung bei Verstärkung

Der Anwendungsbereich soll den oder die Bereiche in Bezug auf die Indizes bzw. Einzelindizes angeben, wo eine Massnahme sinnvoll ist (z.B.  $I_{A2}$  Belagsschäden 2.2 – 3.3). Ausserhalb dieser Bereiche ist die Massnahme u.U. nicht wirtschaftlich, weil sie eventuell zu früh oder zu spät ergriffen wurde oder sogar ungeeignet ist, den Schaden überhaupt zu beheben. In jedem Fall ist aber auch die örtliche Situation mit zu berücksichtigen. Als weitere Entscheidungshilfe haben wir ein hauptauslösendes Merkmal (es können auch mehrere sein) farblich (gelb) hervorgehoben. Damit kann die für das jeweilige Hauptschadenbild geeignete Massnahme besser gewählt werden und ungeeignete Massnahmen aussortiert werden.

In der Tabelle mit den Anwendungsbereichen ist die Spalte  $I_1$  *kursiv* gedruckt. Damit soll signalisiert werden, dass der visuell erhobene Index  $I_1$  allein für eine auf das Schadenbild abgestimmte Massnahmenwahl vollkommen ungenügend ist. Es sind zwingend weitere Informationen notwendig. Im Minimum sind die Gruppenwerte bzw. die Einzelindizes des  $I_1$  zu erheben. Besser wäre natürlich die Kenntnis der andern Indizes.

Ganz wichtige Feedbacks sind von I. Scazziga (Forschungsstelle Einzelprojekt 2) und A. Jacot (Forschungsstelle Einzelprojekt 3) eingeflossen. Sie betrafen vor allem die Tabellen mit den Zahlenwerten (Rücksetzwerte, Wirkung, Anwendungsbereich). Dank dieser Mitarbeit konnten die Katalogdaten validiert und auf die Ergebnisse der andern Teilprojekte abgestimmt werden.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Auswertungen und Analysen

##### 3.1.1. Allgemeiner Beschrieb

Die vertikale Gliederung beinhaltet die einzelnen Massnahmen, gruppiert nach Reparatur, Instandsetzung und Verstärkung sowie Erneuerung gemäss den gültigen Normen SN 640 730 bis 736 [3 – 8]. Der Anwender wird aus diesem umfangreichen Katalog, abgestimmt auf die Art seines zu unterhaltenden Strassennetzes, wenige, häufig verwendete Massnahmen auswählen.

Die horizontale Gliederung zeigt fünf Themenbereiche (Spezifikationen) Eignung, Einschränkung, Anwendungsbereich, Rücksetzwert und Wirkung sowie die Richtkosten mit jeweils den zugehörigen Bezugsgrössen.

Die fünf Themenbereiche werden zusätzlich durch zwei Hilfstabellen mit weiteren Aspekten der Beschreibung des Strassenkörpers und des Schadenbildes ergänzt (Abb. 3). Die Schadengruppierung erfolgt auf Grund des Oberflächenzustandes, während die Verhaltensklassierung auf dem Strassenaufbau (Substanz) beruht.

Die Kataloge für bitumenhaltige Oberbauten und Betondecken sind grundsätzlich gleichartig aufgebaut.

#### Struktur Massnahmenkatalog

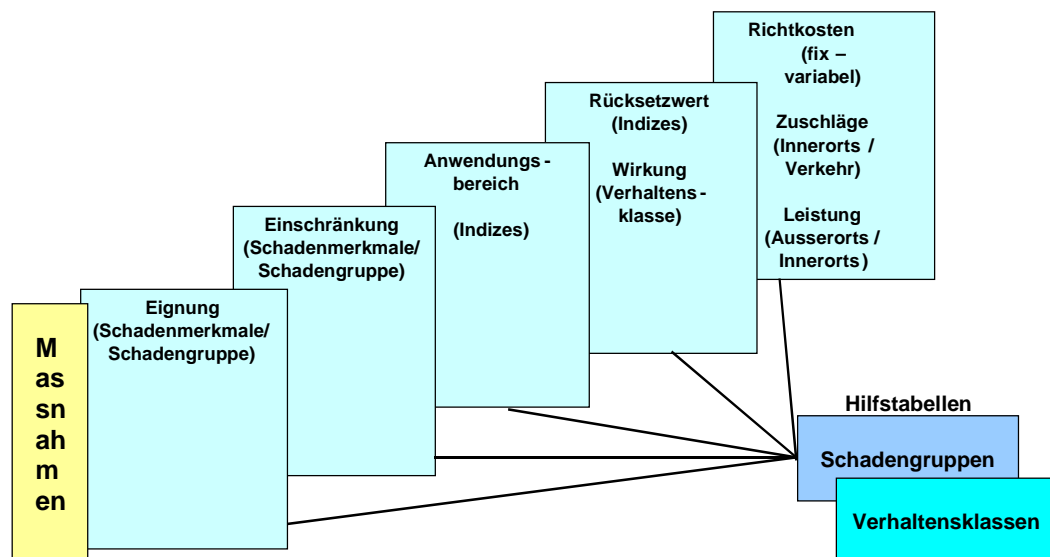


Abb. 3: Struktur Massnahmenkatalog

### 3.1.2. Beschrieb Einzelthemen

#### Eignung

Der Beschrieb der Eignung (Abb. 4) gliedert sich in einen verbalen Beschrieb von Schadenmerkmalen und in die Zuordnung von Schadengruppen, bei der die gewählte Massnahme geeignet ist. Diese Schadengruppen wiederum sind in einer Hilfstabelle (s. Kap. 3.1.3) näher beschrieben.

Die Begriffe der verbalen Beschreibung lehnen sich weitgehend an die SN 640 925b [9].

Spezifikationen Massnahmen	Eignung	
	Schadenmerkmal	Schadengruppe
Reparatur Instandsetzung und Verstärkung Erneuerung	Beschrieb verbal	Gruppe (Hilfstabelle)

Abb. 4: Eignung

Als Beispiel dient der nachfolgende Ausschnitt aus dem Katalog für bitumenhaltige Oberbauten zur Illustration:

Spezifikationen Massnahmen	Eignung	
	Geeignet für:	
	Schadenmerkmale	Schadengruppe
<b>1. Reparatur SN 640 731b</b>		
1.1 Riss - Instandsetzung	Einzelrisse, offene Naht	BES
1.2 Flächenflick, kleine Einzelflächen	Leichte Netzrisse, Belagsschäden, ev. Belagsrandrisse	BES, STS
1.3 Flächenflick, grosse Einzelflächen	Leichte Netzrisse, Belagsschäden, ev. Belagsrandrisse	BES, STS
1.4 Grabenflicke Instand stellen	Schadhafte Grabenflicke	BES, BVF, FLI
1.5 Fugen RA ausgiessen	Schadhafte Fugen Randabschlüsse	

Tab. 6: Ausschnitt aus Katalog für Eignung

Die Abkürzungen der Schadengruppe bedeuten BES für Belagsschäden, STS für Strukturelle Schäden, BVF für Belagsverformungen und FLI für Flicke und stammen aus der Hilfstabelle „Schadengruppen“ (s. Kap. 3.1.3).

### Einschränkung

Der Beschrieb der Einschränkung (Abb. 5) gliedert sich in einen verbalen Beschrieb von Schadenmerkmalen und in die Zuordnung von Schadengruppen, bei der die gewählte Massnahme nicht geeignet ist. Diese Schadengruppen wiederum sind in einer Hilfstabelle (s. Kap. 3.1.3) näher beschrieben.

Die Begriffe der verbalen Beschreibung lehnen sich weitgehend an die SN 640 925b [9].

Spezifikationen Massnahmen	Einschränkung	
	Schadenmerkmal	Schadengruppe
Reparatur Instandsetzung und Verstärkung Erneuerung	Beschrieb verbal	Gruppe (Hilfstabelle)

Abb. 5: Einschränkung

Als Beispiel dient der nachfolgende Ausschnitt aus dem Katalog für bitumenhaltige Oberbauten zur Illustration:

Spezifikationen Massnahmen	Einschränkung	
	Ungeeignet für:	
	Schadenmerkmale	Schadengruppe
<b>1. Reparatur SN 640 731b</b>		
1.1 Riss - Instandsetzung	Netzrisse	STS
1.2 Flächenflick, kleine Einzelflächen	Starke Netzrisse, Belagsverformungen, Belagsrandrisse	STS
1.3 Flächenflick, grosse Einzelflächen	Starke Netzrisse, Belagsverformungen, Belagsrandrisse	STS
1.4 Grabenflicke Instand stellen	Ungenügender Aufbau best. Belag	STS
1.5 Fugen RA ausgiessen	Ungenügende Foundation Randabschluss	

Tab. 7: Ausschnitt aus Katalog für Einschränkung

Die Abkürzungen der Schadengruppe bedeuten STS für Strukturelle Schäden und stammen aus der Hilfstabelle „Schadengruppen“ (s. Kap. 3.1.3).

### Anwendungsbereich

Der Anwendungsbereich (Abb. 6) gibt in Bezug zu die fünf Zustandsindizes und die fünf bzw. sechs Einzelindizes an, in welchem Bereich die gewählte Massnahme sinnvoll ist. Diese Angaben sollen dazu dienen, dem Schadenbild angepasste Massnahmen zu wählen und anzuwenden.

Die Spalte I<sub>1</sub> ist *kursiv* dargestellt. Damit soll hervorgehoben werden, dass das alleinige Vorhandensein des I<sub>1</sub>-Wertes für eine angepasste Massnahmenplanung absolut ungenügend ist. Es sind zwingend weitere Angaben nötig (Mindestens Gruppenwerte oder Einzelindizes I<sub>1</sub>), damit die Massnahme dem Schadenbild entsprechend geplant werden kann.

Spezifikationen Massnahmen	Anwendungsbereich Index Einzelindex
Reparatur	Bereich
Instandsetzung und Verstärkung	Hauptauslösende(s) Merkmal(e) (Hervorhebung)
Erneuerung	

Abb. 6: Anwendungsbereich

Die angegebenen Bereiche sind und/oder-Angaben, abhängig von den zur Verfügung stehenden Daten.

Als zusätzliche Hilfe ist ein hauptauslösendes Merkmal (oder mehrere) bezeichnet worden (gelb hinterlegt). Damit soll die Wahl von ungeeigneten Massnahmen weitgehend vermieden werden.

Bereiche ohne Angaben bedeuten, dass dieses Schadenbild oder Schadenmerkmal gar nicht auftreten darf. In diesem Fall ist die Massnahme ungeeignet und es muss eine andere, geeignete gewählt werden.

Als Beispiel dient der nachfolgende Ausschnitt aus dem Katalog für bitumenhaltige Oberbauten zur Illustration:

Spezifikationen Massnahmen		Anwendungsbereich									
		<i>I<sub>1</sub></i>							I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>
		I <sub>A1</sub>	I <sub>A2</sub>	I <sub>A3</sub>	I <sub>A4</sub>	I <sub>A5</sub>					
<b>1.</b>	<b>Reparatur SN 640 731b</b>										
1.1	Riss - Instandsetzung	0.4 - 0.8		1.1 - 2.2		1.1 - 2.2					
1.2	Flächenflick, kleine Einzelflächen	0.6 - 1.2		1.1 - 2.2		1.1 - 2.2					
1.3	Flächenflick, grosse Einzelflächen	0.5 - 1.5		1.1 - 3.3		1.1 - 3.3					

Tab. 8: Ausschnitt aus Katalog für Anwendungsbereich

Die angegebenen Werte sind als Richtgrösse zu betrachten. Ausgehend von der erwarteten Gebrauchsdauer und des Rücksetzwertes der Massnahmen sollten jedoch Reparaturmassnahmen in einem sehr frühen Stadium des Auftretens des Schaden ergriffen werden. Damit kann das Ausbreiten des Schadens und damit das Eindringen von Wasser, was zusätzliche Schäden anrichten kann, wirkungsvoll unterdrückt werden.

Die Oberflächenverbesserungen und die Dünnschichtbeläge sind den mittleren Stadien der Schäden zuzuordnen, damit die schon verbreitet vorhandenen Schäden repariert können und die Gebrauchsdauer der Strasse verlängert werden kann.

Die Hoch- und Tiefbau-Massnahmen finden dann schon bei ausgeprägteren Schäden Anwendung. Insbesondere die Hocheinbaumassnahmen eignen sich für eine Verstärkung des Oberbaus in Bezug auf die Tragfähigkeit.

Die Gesamterneuerungs-Massnahmen sind bei sehr schlechtem Oberbau unumgänglich. Damit erhält aber der Strasseneigentümer über einen längeren Zeitraum eine den Anforderungen gerechte Strasse.

Die Bankett- und Rand – Erneuerungen sind vor allem bei Strassen mit schlecht ausgebildetem Bankett-Bereich anzuwenden. Sie verhelfen zu einer akzeptablen Verlängerung der Gebrauchsdauer vor allem im Hinblick auf die Tragfähigkeit. Ob eine teilweise oder vollständige Belagserneuerung durch eine neue Deckschicht im Hocheinbau angeordnet werden muss, hängt von den weiteren vorhandenen Schäden ab.

Die angegebenen Anwendungsbereiche decken die häufig vorkommenden Schadenbilder ab. Beim Vorliegen von aussergewöhnlichen und extremen Spezialfällen, wie z.B. einer schadenfreien Strasse mit sehr schlechtem  $I_4$  (Griffigkeit), sind die Massnahmen situativ und sorgfältig auf den besonderen Fall abgestimmt zu wählen. Der Massnahmenkatalog kann dabei als Hilfsmittel beigezogen werden.

Als mögliches Interventionskriterium stand am Anfang die Festlegung einer von der Verkehrslast abhängigen Gebrauchsdauer. Im Laufe der Bearbeitung des Projektes und nach intensiven Diskussionen sind wir zur Auffassung gelangt, dass an Stelle einer Gebrauchsdauer einer Massnahme ein Schwellenwert als Interventionskriterium in Bezug zur Verkehrslastklasse und zum Strassentyp (Funktion der Strasse) dienlicher wäre. Die weiteren Diskussionen zeigten, dass dieser Schwellenwert als massgebender Index mit zugehörigem Wert formuliert werden kann. Zu guter Letzt sind wir dann zur Auffassung gelangt, dass das Thema Schwellenwert in dieser Form überflüssig ist, weil das Thema Anwendungsbereich genügend Hinweise liefert, in welchem Bereich, bezogen auf die Indizes und Einzelindizes, eine Massnahme geeignet ist. Der ursprüngliche Schwellenwert, eine Limite, die nicht überschritten werden darf, wird von den Strasseneigentümern sehr individuell festgelegt. Zusammen mit den Verhaltenskurven ergibt sich dann die Gebrauchsdauer.

### **Rücksetzwert und Wirkung**

Der **Rücksetzwert** (Abb. 7) beschreibt in Bezug auf die fünf Zustandsindizes und die fünf bzw. sechs Einzelindizes des Indexes  $I_1$  (Oberflächenschäden) den zu erwartenden Zustandswert nach der Ausführung der gewählten Massnahme.

Ein Wert mit einem negativen Vorzeichen bedeutet, dass sich der Zustandswert gegenüber dem Ausgangswert um einen bestimmten Wert, z.B.  $-0.9$ , verbessert. Es handelt sich also um eine relative Verbesserung.

Ein Wert ohne Vorzeichen bedeutet, dass sich der Zustandswert unabhängig vom Ausgangswert auf einen bestimmten Wert, z.B.  $0.0$  (gut, neuwertig, ohne Schaden), verbessert. Es handelt sich hierbei also um einen festgelegten Wert (absolute Verbesserung).

---

Kein Wert bedeutet, dass kein oder nur ein marginaler Einfluss besteht.

Die Berechnung bzw. die Bestimmung des Rücksetzwertes basiert auf der Annahme, dass i.d.R. das hauptauslösende Merkmal sowie allenfalls weitere wichtige Schadenmerkmale berücksichtigt wurde. Allenfalls weitere vorhandene Schäden wurden nicht berücksichtigt, sind aber erwähnt.

Die **Wirkung** (Abb. 7) beschreibt in Bezug auf die Verhaltensklasse, wie sich die gewählte Massnahme auswirkt. Die Beschreibung der Verhaltensklassen (Beschrieb des Strassenaufbaus, der Substanz) ist in den Hilfstabellen enthalten (s. Kap. 4.1.3). Ein Wert mit Vorzeichen zeigt, dass die Massnahme eine Verbesserung um eine, allenfalls zwei Klassen bringt (relative Veränderung). Das bedeutet, dass sich die Strasse in Zukunft „besser“ verhält und weniger schnell Schäden aufweist. Ein Wert ohne Vorzeichen zeigt, in welcher Schadenklasse sich die Strasse nach der Ausführung der Massnahme befindet (festgelegte Klasse, absolute Veränderung). Dies kommt eigentlich nur bei Neubau-Massnahmen vor.

Spezifikationen Massnahmen	Rücksetzwert Index Einzelindex	Wirkung Verhaltensklasse (Hilfstabelle)
Reparatur	Wert mit Vorzeichen = relative Veränderung	Wert mit Vorzeichen = relative Veränderung
Instandsetzung und Verstärkung		
Erneuerung	Wert ohne Vorzeichen = festgelegter Zustand  Kein Wert = Kein Einfluss	Wert ohne Vorzeichen = festgelegte Klasse (absolut)

Abb. 7: Rücksetzwert und Wirkung

Als Beispiel dient der nachfolgende Ausschnitt aus dem Katalog für bitumenhaltige Oberbauten zur Illustration:

Spezifikationen Massnahmen	Rücksetzwert (In Bezug auf Indizes)										Wirkung	
	I <sub>1</sub>						I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>	Verhaltensklasse	
		I <sub>A1</sub>	I <sub>A2</sub>	I <sub>A3</sub>	I <sub>A4</sub>	I <sub>A5</sub>					relativ	festgelegt
<b>1. Reparatur SN 640 731b</b>												
1.1 Riss - Instandsetzung	-0.2		-0.5		-0.5							+/- 0
1.2 Flächenflick, kleine Einzelflächen	-0.3		0.0		-0.5	0.6						+/- 0
1.3 Flächenflick, grosse Einzelflächen	-0.6		0.0		-1.1	1.7						+/- 0
1.4 Grabenflicke Instand stellen	-0.4						-2.2	-0.5	-0.5			+/- 0
1.5 Fugen RA ausgiessen												+/- 0

Zustand festgelegt (absolut)                      relative Veränderung

Tab. 9: Ausschnitt aus Katalog für Rücksetzwert und Wirkung

Beim Index  $I_1$  können Rücksetzwerte auf 0.0 (festgelegter, absoluter Wert) vorkommen, wenn bei der visuellen Beurteilung die Schadenschwere und das Ausmass je 0 sind.

Bei den Indizes  $I_2$  bis  $I_5$ , die allesamt messtechnisch erhoben werden, ist ein Rücksetzwert auf 0.0 (festgelegter, absoluter Wert) nur theoretisch erreichbar. In der Praxis werden immer minimalste Abweichungen gemessen werden können, sodass die zugehörigen Indizes immer einen Wert  $>0.0$  erreichen. Wir haben deshalb festgelegt, dass I-Werte bei den Indizes  $I_2$  bis  $I_5 < 1.0$  als schadenfrei gelten. Diese Werte entsprechen denn auch den in der Norm festgelegten Abnahmewerten ( $I_2$  und  $I_3$ ) bzw. Werten, die dem Index-Wert 1.0 entsprechen ( $I_4$  und  $I_5$ ). Die nachfolgende Darstellung erläutert diesen Sachverhalt:

#### Index $I_2$ (Ebenheit in Längsrichtung), SN 640 512c, SN 640 9252b

sw-Wert	HLS	1.4 ‰	$I_2 = 1.0$
sw-Wert	HVS	1.8 ‰	$I_2 = 1.0$
sw-Wert	VS/ES/SS	2.2 ‰	$I_2 = 1.0$

#### Index $I_3$ (Ebenheit in Querrichtung), SN 640 512c, SN 640 9252b

Spurrinnentiefe T	HLS	4 mm	$I_3 = 1.0$
Spurrinnentiefe T	HVS	5 mm	$I_3 = 1.0$
Spurrinnentiefe T	VS/ES/SS	6 mm	$I_3 = 1.0$

#### Index $I_4$ (Griffigkeit), SN 640 511b, SN 640 9252b

Reibungskoeffizient $\mu$	Messgeschwindigkeit 80 km/h	0.49	$I_4 = 1.0$
Reibungskoeffizient $\mu$	Messgeschwindigkeit 60 km/h	0.56	$I_4 = 1.0$
Reibungskoeffizient $\mu$	Messgeschwindigkeit 40 km/h	0.64	$I_4 = 1.0$

Die Werte in Tab. 2 der SN 640 511b markieren  $I_4 = 4.0$ , d.h. den Übergang von kritisch zu schlecht.

#### Index $I_5$ (Tragfähigkeit), SN 640 733b, SN 640 9252b

Der Index  $I_5$  wird in Funktion der massgebenden Deflektion Benkelman  $dv$  ermittelt:

Deflektion $dv$	Verkehrslastklasse T1	158 mm/100	$I_5 = 1.0$
Deflektion $dv$	Verkehrslastklasse T2	114 mm/100	$I_5 = 1.0$
Deflektion $dv$	Verkehrslastklasse T3	88 mm/100	$I_5 = 1.0$
Deflektion $dv$	Verkehrslastklasse T4	69 mm/100	$I_5 = 1.0$
Deflektion $dv$	Verkehrslastklasse T5	54 mm/100	$I_5 = 1.0$
Deflektion $dv$	Verkehrslastklasse T6	39 mm/100	$I_5 = 1.0$

Diese Deflektions-Werte entsprechen der zulässigen Deflektion Benkelman gemäss Abb. 3 der SN 640 733b.

## Kosten, Zuschläge und Leistung

Die **Kosten** (Abb. 9) setzen sich aus einem fixen und einem variablen Teil zusammen (Abb. 8). Die fixen Kosten beinhalten die gesamte Installation als festen Betrag in CHF. Die variablen Kosten sind mengenabhängig und setzen sich aus den Kosten für die Hauptarbeiten (Material, Transport, Verarbeitung), allfälligen Zusatzarbeiten (Fräsen, SAMI), einem Zuschlag für das Engineering (Projekt, Ausschreibung, Bauleitung) von 10%, dem Zuschlag für die Baustellen-Signalisation und der Markierung von je 2% zusammen. Die Mehrwertsteuer ist nicht enthalten.

Die angegebene Bandbreite erlaubt, ausgehend vom Mittelwert für mittlere Mengen, die Anpassung an grössere und kleinere Mengen:

- Fixkosten:	+% für grosse Mengen	-% für kleine Mengen
- Variable Kosten:	+% für kleine Mengen	-% für grosse Mengen

Noch eine kritische Bemerkung zu den Preisen und den Bandbreiten: Diese können in der Praxis teilweise weit grössere Abweichungen aufweisen, als dies hier aufgeführt ist. Sie sind sehr stark von Angebot und Nachfrage, der Region, der Auslastung der Unternehmer, der Konkurrenzsituation bei den Zulieferern, der Grösse der Baustelle und der allgemeinen Marktlage abhängig. Diese Situation allein würde Grund genug für eine eigene Forschungsarbeit liefern und auch rechtfertigen. Die Kosten sind deshalb als Richtkosten Stand 2006 bezeichnet.

Vor dem Hintergrund der sehr komplexen Preissituation haben wir die Bandbreiten in einem vernünftigen Rahmen festgelegt, nämlich  $\pm 10\%$  für die Fixkosten und  $\pm 20\%$  für die variablen Kosten.

Die Preise sind mit Positionen des NPK 223D/05 kalkuliert und können somit jederzeit den veränderten Bedingungen angepasst werden. Diese Kalkulationstabelle befinden sich im Anhang im Kapitel 8.

Die **Zuschläge** (Abb. 9) in Prozenten zu den Kosten sollen einerseits die höheren Aufwendungen für Arbeiten Innerorts (Randabschlüsse, Einbauten, kleine Mengen pro Etappe) und andererseits das Bauen unter Verkehr mit wechselseitiger Verkehrsführung gegenüber dem Bauen ohne Verkehr mittels Totalsperrung darstellen.

Falls die Arbeiten im 2-Schicht-Betrieb ausgeführt werden, ist zusätzlich mit einem Zuschlag von 10 % zu rechnen. Dieser Zuschlag ist im Katalog nicht aufgeführt.

(Zuschlag für 2-Schicht-Betrieb)
Zuschlag in % für Bauen innerorts
Zuschlag in % für Bauen unter Verkehr
Variable Kosten in CHF/m <sup>2</sup> (Material, Transport, Verarbeitung, Zusatzarbeiten Engineering, Signalisation, Markierung)
Fixe Kosten (Installation) in CHF

Abb. 8: Zusammensetzung des Preises

Die **Leistung** (Abb. 9) schliesslich soll aufzeigen, welche Menge in einer bestimmten Zeit vernünftigerweise verarbeitet werden kann, wieder aufgeteilt nach innerorts und ausserorts. Die Fläche bezieht sich auf die betroffenen Strassenfläche.

Spezifikationen Massnahmen	Kosten Fix Variabel	Zuschläge Innerorts Verkehr	Leistung Innerorts Ausserorts
Reparatur	Fix CHF	%	m <sup>2</sup> /Tag
Instandsetzung und Verstärkung	Variabel CHF/m <sup>2</sup>		
Erneuerung	Bandbreite		

Abb. 9: Kosten und Zuschläge

Die Preise stammen aus Offerten von ausgeführten Arbeiten in der Region Thun und Bern. Zusätzlich sind sie mit ausgewiesenen Bau- und Spezialunternehmungen verifiziert worden. Weitere Hinweise lieferte der Forschungsbericht Nr. 1108, Abschätzung des jährlichen Wertverlustes von kommunalen Strassen [14], die Schrift Werterhalt von Strassen, Leitfaden für Politiker und Praktiker, Schweizerischer Gemeindeverband und Schweizerischer Städteverband [15] und allenfalls die vorhandenen Massnahmenkataloge.

Die Vergleichbarkeit der Preise ist insofern schwierig, als wir hier eine Aufteilung in fix und variable Kosten vorgenommen haben, während die weitaus meisten vorhandenen Preisangaben immer einen durchschnittlichen Gesamtpreis, also fixe und variable Kosten zusammen pro Flächeneinheit, angeben.

Als Beispiel dient der nachfolgende Ausschnitt aus dem Katalog für bitumenhaltige Oberbauten zur Illustration:

Massnahmen	Spezifikationen	Kosten (CHF exkl. MWST, ohne Verkehr)				Zuschläge		Leistung	
		Fix		Variabel		Innerorts	Verkehr	Ausserorts	Innerorts
		CHF	+/- %	CHF/m2	+/- %	%	%	m2/Tag	m2/Tag
<b>1. Reparatur SN 640 731b</b>									
1.1	Riss - Instandsetzung	1'000.00	10	1.40	20	20	20	2'000	1'700
1.2	Flächenflick, kleine Einzelflächen	1'000.00	10	2.30	20	20	20	2'000	1'700
1.3	Flächenflick, grosse Einzelflächen	1'000.00	10	5.70	20	20	20	3'000	2'500
1.4	Grabenflicke Instand stellen	1'000.00	10	82.90	20	20	20	200	170
1.5	Fugen RA ausgiessen	1'000.00	10	13.70	20	20	20	200	170

Tab. 10: Ausschnitt aus Katalog für Kosten

### 3.1.3. Hilfstabellen

#### Schadengruppen

Diese Hilfstabelle (Abb. 10) ist eine Ergänzung des Massnahmenkataloges und dient der besseren Zuordnung der Schäden zur richtigen Schadengruppe (unterstützendes Hilfsmittel). Diese Zuordnung beeinflusst die Massnahmenwahl zur Behebung des Schadens ganz entscheidend und soll helfen, nicht geeignete Massnahmen auszuschliessen.

Die Angaben aus der Hilfstabelle „Schadengruppen“ finden Eingang im Katalog bei den Themen der Eignung und der Einschränkung.

Hilfstabelle Schadengruppen

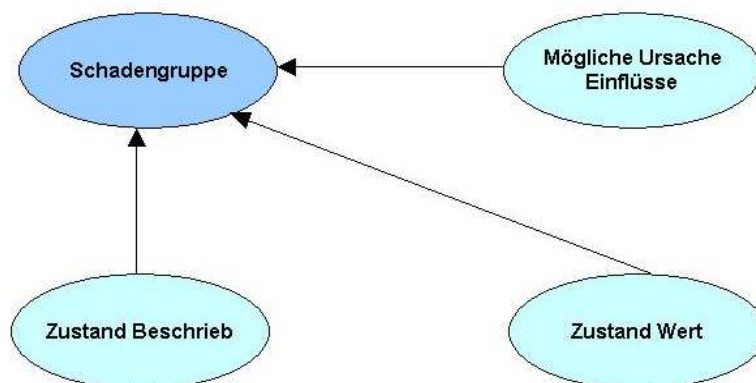


Abb. 10: Hilfstabelle Schadengruppe

Auf Grund des Beschriebes des Zustandes, angelehnt an die Begriffe aus der Norm SN 640 925b [9] und den Schadenmerkmalen für die visuelle Beurteilung der Oberflächenschäden,

ergeben sich die Schadengruppen. Die Abkürzungen wurden im Rahmen dieser Forschungsarbeit festgelegt.

Als weitere Hilfsgrösse dient ein vorhandener Zustands-Wert (und/oder-Kriterium). Der angegebene Wert ist ein Minimal-Wert, der bei der geringsten Feststellung eines Schadens ermittelt werden kann. Dies gibt dem Strasseneigentümer bereits erste Hinweise, in welche „Schaden-Richtung“ sich seine Strasse bewegen könnte.

Zusätzlich sind noch mögliche Ursachen und Einflüsse aufgelistet. Diese Kenntnisse oder Vermutungen sollen helfen, den Schaden der richtigen Gruppe zuzuordnen, um wiederum die geeigneten von den ungeeigneten Erhaltungsmassnahmen zu trennen.

Als Beispiel dient der nachfolgende Ausschnitt aus der Hilfstabelle „Schadengruppen“ für bitumenhaltige Oberbauten zur Illustration:

Schadengruppe	Zustands-Wert (und/oder-Kriterium)	Zustands-Beschrieb	Mögliche Ursachen und Einflüsse
<b>Oberflächenglätte OFG</b>	$I_1 > 0.2$	- Polieren	- Wenig polierresistente Mineralstoffe
	$I_{A1} > 0.6$	- Schwitzen, Bindemittelanreicherung	- Zu hoher Bindemittelgehalt
	$I_4 > 1.5$	- Geschlossene Oberfläche	- Unzureichende Mikro- /Makrostruktur

Tab. 11: Ausschnitt aus Hilfstabelle „Schadengruppen“

## Verhaltensklassen

Diese Hilfstabelle (Abb. 11) ist eine Ergänzung des Massnahmenkataloges und soll die Güte des Aufbaus der Strasse charakterisieren. Dies ist für die zukünftige Schadenentwicklung massgebend. Eine Strasse mit ungenügendem Aufbau wird nach einer Instandsetzungsmassnahme sehr viel schneller erneute Schäden aufweisen, als eine Strasse mit den Anforderungen genügendem Aufbau.

Die Angaben aus der Hilfstabelle „Verhaltensklasse“ finden im Kapitel Rücksetzwerte und Wirkung Eingang in den Katalog. Es kann damit gezeigt werden, ob sich eine Massnahme als Verstärkung, d.h. durch eine Erhöhung des Strukturwertes, eignet und wie sich das auswirken kann (Verbesserung um eine oder zwei Klassen).

Hilfstabelle Verhaltensklasse

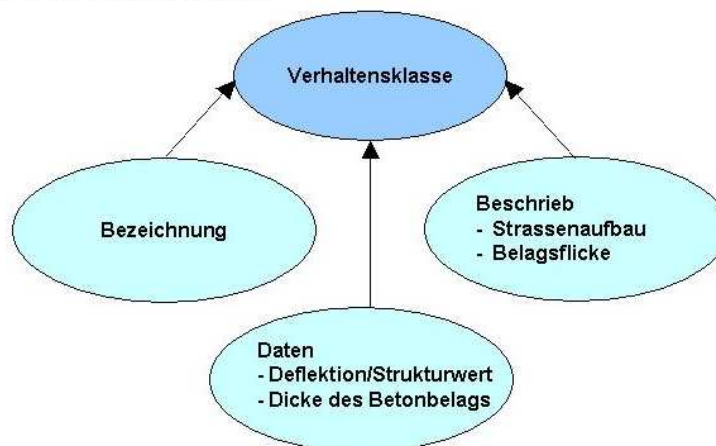


Abb. 11: Hilfstabelle Verhaltensklasse

Die Tabelle enthält eine Klassen-Nummer und die Bezeichnung der Schadenklasse. Die Abstufung erfolgt in Anlehnung an die Norm SN 640 925b [9]. Auf Grund eines verbalen Beschriebes und/oder vorhandener Messwerte kann die Klassierung vorgenommen werden.

Die Klassen 1 und 2 beschreiben Strassen mit Aufbauten, denen eine Dimensionierung nach Norm zu Grunde liegt. Bei der Klasse 2 haben aber veränderte Bedingungen, namentlich eine Zunahme der Verkehrsbelastung dazu geführt, dass der Aufbau nun unterdimensioniert ist und eigentlich verstärkt werden sollte. Die Klasse 3 entspricht Strassen, die einen ungenügenden oder nicht den Anforderungen entsprechenden Aufbau aufweisen, also stark unterdimensioniert sind. Schlussendlich gibt es noch die Klasse 4 für Strassen und Wege, die keinen wirklichen Aufbau mit einer tragfähiger Foundation aufweisen.

Die Zulassung von 40-t-Fahrzeugen verbunden mit einer Erhöhung der Anzahl Fahrten (Achsdurchgänge) kann dazu führen, dass eine Strasse dadurch unterdimensioniert und um eine Verhaltensklasse tiefer eingestuft werden muss. Hier muss dann eine Massnahme mit verstärkender Wirkung angeordnet werden. Dasselbe Phänomen können wir im Bereich des öffentlichen Busverkehrs bei neuen Buslinien, mehr Busfahrten oder einer neuen Busspur beobachten.

Als weitere Grössen für die Zuordnung der Verhaltensklasse sind eine Aussage über den Strukturwert für bitumenhaltige Oberbauten bzw. die Dicke des Betonbelages gemäss Norm SN 640 324a [2] formuliert. Der Strukturwert bzw. die Dicke des Betonbelages ist tabellarisch in Funktion der Verkehrslastklasse  $T_i$  und der Tragfähigkeitsklasse  $S_i$  festgelegt.

Die Abstufung auf die einzelnen Verhaltensklassen in 15%-Schritten ergibt sich aus folgenden Überlegungen:

- Klasse 1: Verkehrslastklasse und Tragfähigkeitsklasse entsprechen den effektiven Bedingungen.
- Klasse 2: Die Verkehrslastklasse oder die Tragfähigkeitsklasse (nicht kumuliert) sind um eine Klasse zu tief, als es die effektiven Bedingungen erfordern würden. Dies ergibt eine Reduktion um durchschnittlich 15%.
- Klasse 3: Die Verkehrslastklasse oder die Tragfähigkeitsklasse (nicht kumuliert) sind um zwei Klassen oder die Verkehrslastklasse und die Tragfähigkeitsklasse (kumuliert) sind um je eine Klasse zu tief, als es die effektiven Bedingungen erfordern würden. Dies ergibt eine Reduktion um durchschnittlich 30%.
- Klasse 4: Die Verkehrslastklasse oder die Tragfähigkeitsklasse (nicht kumuliert) sind um mehr als zwei Klassen oder die Verkehrslastklasse und die Tragfähigkeitsklasse (kumuliert) sind je um mehr als eine Klasse zu tief, als es die effektiven Bedingungen erfordern würden. Dies ergibt eine Reduktion um über 30%.
- Für die Betondecken gelten die erwähnten Überlegungen analog. Die konstruktiv bedingte Mindestdicke von 15 cm ist aber zu beachten. Dicken unter 15 cm können nur noch der Klasse 4 zugeteilt werden.

Für die bitumenhaltigen Oberbauten sind Bereichsangaben zur Deflektion und damit des Index  $I_5$  in Abhängigkeit der Verkehrslastklasse gemäss Norm SN 640 925b [9] formuliert. Die Werte stammen aus der Abb. 5 dieser Norm und sind dort herausgemessen.

Zusätzlich sind noch Aussagen über die Menge und die Güte der vorhandenen Flickstellen aus Grabenaufbrüchen und Instandsetzungen vorhanden.

---

Als Beispiel dient der nachfolgende Ausschnitt aus der Hilfstabelle „Verhaltensklassen“ für bitumenhaltige Oberbauten zur Illustration:

Klasse	Bezeichnung SN 640 925b [9]	Beschrieb	Strukturwert SN 640 324a [2]	Deflektion SN 640 925b [9]	Index $I_5$ SN 640 925b [9]	Belagsflicke
1	Strassenaufbau <b>gut</b>	Der Strassenaufbau entspricht den aktuellen Anforderungen (Verkehrsbelastung, Exposition, besonderen Einwirkungen)	$SN_{dim} \geq SN_{erf}$	T1 $d_v \leq 158$ T2 $d_v \leq 114$ T3 $d_v \leq 88$ T4 $d_v \leq 69$ T5 $d_v \leq 54$ T6 $d_v \leq 39$	$I_5 \leq 1$	Keine oder wenige, fachgerechte Belagsflicke

Tab. 12: Ausschnitt aus Hilfstabelle „Verhaltensklassen“

### 3.2. Ableitung von Werkzeugen für die Massnahmenplanung

#### 3.2.1. Bitumenhaltige Oberbauten

Der Beschrieb der Spezifikationen (horizontale Gliederung), gegliedert in fünf Themenbereiche, befindet sich im Kap. 3.1.2.

Die vertikale Gliederung des Kataloges für bitumenhaltige Oberbauten beschreibt die Massnahmen, gegliedert nach Reparatur, Instandsetzung und Verstärkung, Erneuerung. Nachfolgend sind die Massnahmen, deren Wirkung und Anwendung im Detail beschrieben.

Die Angaben zu den Rücksetzwerten und zum Anwendungsbereich in Bezug auf den Index  $I_1$  und seinen Einzelindizes bedeuten die Bewertung von Schadenausmass A und Schadensschwere S. Als Beispiel bedeutet 2/1 Ausmass A = 2 und Schwere S = 1. Der Matrixwert M ist das Produkt von Ausmass und Schwere, im erwähnten Beispiel also  $M = 2 [9 + 10]$ .

#### Reparatur

1.1	Riss - Instandsetzung
1.2	Flächenflick, kleine Einzelflächen
1.3	Flächenflick, grosse Einzelflächen
1.4	Grabenflicke Instand stellen
1.5	Fugen RA ausgiessen

Abb. 12: Reparaturmassnahmen

In dieser Gruppe (Abb. 12) sind Massnahmen enthalten, die dazu dienen, einen aufgetretenen und festgestellten Schaden im ersten Stadium sofort zu beheben und ein weiteres Fortschreiten zu verhindern. Denn jeder nicht behobene Schaden ist, etwas salopp und vereinfacht ausgedrückt, der Anfang vom Ende, denn das eindringende Wasser beschleunigt das Fortschreiten des Schadens. Dazu gehören also das fachgerechte Vergiessen von Einzelrissen, das Ausführen von kleineren und grösseren Flächenflicken bei feinen Netzzissen und das Ausgiessen von Fugen bei Randabschlüssen. Es handelt sich hierbei um weitgehende Handarbeiten mit wenig notwendigem Inventar.

In diese Gruppe gehört auch das in Stand stellen von Grabenflicken. Dazu einige Bemerkungen: Jeder Grabenflick ist eine Schwächung der Strasse. Daher ist es die Pflicht jedes Strasseneigentümers, aktiv darauf hinzuwirken, dass solche Arbeiten auch nach den anerkannten Regeln der Baukunst ausgeführt werden. Die Norm SN 640 535c gibt dazu erschöpfend Auskunft. Zusammengefasst heisst das, dass der Graben und der Grabenrand genügend verdichtet werden müssen (darum das Nachschneiden des Belages) und dass der Belagsübergang zum bestehenden Belag stufenförmig und mit Belagsfugenband ausgeführt werden muss. Der Belagseinbau soll wenn immer möglich maschinell erfolgen. Mit diesen Massnahmen ist sichergestellt, dass die Schwächung der Strasse nur minimal ausfällt.

Die Rücksetzwerte in Bezug auf den Index  $I_1$  und die weiteren Indizes basieren auf folgenden Annahmen:

	<b>1.1 Riss- Instandsetzung</b>	<b>1.2 Flächenflick kleine Einzelflächen</b>	<b>1.3 Flächenflick grosse Einzelflächen</b>	<b>1.4 Grabenflick Instand stellen</b>
<b>Ausgangszustand</b>				
- Schäden visuell	- Belagsschäden 2/1 oder 1/2, max. 2/2	- Strukturelle Schäden 2/1 oder 1/2, max. 2/2	- Strukturelle Schäden 2/1 oder 1/3, max. 2/3	- Flicke 2/3 oder 3/2, max. 3/3
- Anwendungsbereich	- $I_{A2} = 1.1 - 2.2$	- $I_{A4} = 1.1 - 2.2$	- $I_{A4} = 1.1 - 3.3$	- $I_{A5} = 3.3 - 5.0$
- $I_1$	- $I_1 = 0.4 - 0.8$	- $I_1 = 0.6 - 1.2$	- $I_1 = 0.6 - 1.8$	- $I_1 = 0.6 - 0.9$
- Schäden visuell	- Ev. Strukturelle Schäden 2/1 oder 1/2, max. 2/2	- Ev. Belagsschäden 2/1 oder 1/2, max. 2/2	- Ev. Belagsschäden 2/1 oder 1/3, max. 2/3	
- Anwendungsbereich	- $I_{A4} = 1.1 - 2.2$	- $I_{A2} = 1.1 - 2.2$	- $I_{A2} = 1.1 - 3.3$	
- $I_1$	- $I_1 = 0.6 - 1.2$	- $I_1 = 0.4 - 0.8$	- $I_1 = 0.4 - 1.2$	
- $I_1$ kumuliert	- $I_1 = 1.0 - 2.0$	- $I_1 = 1.0 - 2.0$	- $I_1 = 1.0 - 3.0$	
- $I_1$ durchschnittlich	- $I_1 = 0.5 - 1.0$	- $I_1 = 0.5 - 1.0$	- $I_1 = 0.5 - 1.5$	
- <b><math>I_1</math> berücksichtigt</b>	- <b><math>I_1 = 0.4 - 0.8</math></b> (Belagsschäden)	- <b><math>I_1 = 0.6 - 1.2</math></b> (Strukturelle Schäden)	- <b><math>I_1 = 0.6 - 1.8</math></b> (Strukturelle Schäden)	- <b><math>I_1 = 0.6 - 0.9</math></b> (Flicke)
<b>Rücksetzwert</b>				
- Schäden visuell	- Belagsschäden (ev. Strukturelle Schäden) von 2/1 oder 1/2 auf 1/1	- Strukturelle Schäden (ev. Belagsschäden) von 2/1 oder 1/2 auf 1/1 - Flicke neu 1/1	- Strukturelle Schäden (ev. Belagsschäden) von 2/1 oder 1/3 auf 1/1 - Flicke neu 3/1	- Flicke von 2/3 oder 3/2 auf 2/1
- Anwendungsbereich	- $I_{A2}$ (ev. $I_{A4}$ ) von 1.1 auf 0.6	- $I_{A4}$ (ev. $I_{A2}$ ) von 1.1 auf 0.6 - $I_{A5}$ neu 0.6	- $I_{A4}$ (ev. $I_{A2}$ ) von 1.7 auf 0.6 - $I_{A5}$ neu 1.7	- $I_{A5}$ von 3.3 auf 1.1
- <b><math>I_1</math> berechnet</b>	- <b><math>I_1 = -0.2</math></b>	- <b><math>I_1 = -0.3</math></b>	- <b><math>I_1 = -0.6</math></b>	- <b><math>I_1 = -0.4</math></b>
- <b>Weitere Indizes</b>	- <b>Keinen Einfluss</b>	- <b>Keinen Einfluss</b>	- <b>Keinen Einfluss</b>	- <b><math>I_2, I_3 + I_4</math> je <math>-0.5</math></b> - <b><math>I_5</math> keinen Einfluss</b>

Tab. 13: Rücksetzwerte Reparaturmassnahmen

Bemerkungen zu:

- 1.1, Riss-Instandsetzung: Auf höherem Schadenniveau ist die Verbesserung eventuell grösser, die Risse sollten aber in jedem Fall in einem möglichst frühen Stadium in Stand gesetzt werden.
- 1.2, Flächenflick, kleine Einzelflächen: Auf höherem Schadenniveau ist die Verbesserung eventuell grösser, die Schäden sollten aber in jedem Fall in einem möglichst frühen Stadium in Stand gesetzt werden.  
Der  $I_{A5}$  erfährt eine Verschlechterung auf 0.6 (neu Flicke 1/1), was wiederum eine grössere Verbesserung des gesamten  $I_1$  verhindert.

- 1.3, Flächenflick, grosse Einzelflächen: Auf höherem Schadenniveau ist die Verbesserung eventuell grösser, die Schäden sollten aber in jedem Fall in einem möglichst frühen Stadium in Stand gesetzt werden.  
Der  $I_{A5}$  erfährt eine Verschlechterung auf 1.7 (neu Flicke 3/1), was wiederum eine grössere Verbesserung des gesamten  $I_1$  verhindert.
- 1.4, Grabenflicke Instand stellen: Keine

## Instandsetzung und Verstärkung

2.1	<b>Oberflächenverbesserungen</b>
2.1.1	OB fein (Gehweg)
2.1.2	OB grob
2.1.3	OB doppelt
2.1.4	OB Kunststoff
2.2	<b>Dünnschichtbelag</b>
2.2.1	Kaltmicro (DASK), 15 mm, ohne Vorfräsen
2.2.2	Kaltmicro (DASK), 15 mm, mit Vorfräsen
2.2.3	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, ohne Vorfräsen
2.2.4	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, mit Vorfräsen

Abb. 13: Oberflächenverbesserungen und Dünnschichtbeläge

Diese Massnahmen (Abb. 13) dienen dazu, bei fortgeschritten Schäden eine längerfristige Instandsetzung oder auch eine Verbesserung in der Verhaltensklasse zu erreichen. Die Wahl der Massnahme hängt vom Schadenbild wie auch von den vorhandenen Randbedingungen wie Randabschlüsse, Anschlussflächen, Verkehrsbelastung, Geschwindigkeit und Funktion der Strasse ab. Nachfolgend werden einige Hauptanwendungen beschrieben und auch Hinweise für ungeeignete Anwendungen gegeben. Diese Arbeiten erfolgen in jedem Fall maschinell unter Einsatz des entsprechenden Inventars und Fachpersonals.

Oberflächenbehandlungen werden bei grossflächigen Oberflächenschäden (Materialverlusten, Ausmagerung, feinen Rissen) angewendet. Sie können auch zur Verbesserung der Griffigkeit (Schadenbild Polieren) eingesetzt werden. Keinen Beitrag leisten sie zur Verbesserung der Tragfähigkeit. Belagsverformungen werden in der Regel ebenso wenig dauerhaft eliminiert werden können. Starkes Schwitzen kann ebenfalls nicht eliminiert werden. Dies kann nur durch Ersatz der betroffenen Schicht beseitigt werden.

Die Dünnschichtbeläge kalt oder heiss eignen sich ebenso bei grossflächigen Oberflächenschäden. Sie leisten je nach Dicke bereits einen sehr kleinen Beitrag an die Verbesserung der Tragfähigkeit. Ebenso können sie Belagsverformungen überbrücken, vornehmlich auch bei vorgängig erfolgtem lokalem Abfräsen der Unebenheiten. Die Lebensdauer ist i.d.R. länger als bei den Oberflächenbehandlungen. Der Kaltmicrobelag ist zudem sofort wieder befahr- und begehbar und es bleibt an der Oberfläche kaum überzähliges und loses Material liegen. Bei starkem Schwitzen ist die Massnahme ungeeignet. Dazu müssen zuerst die betroffenen Schichten entfernt werden.

Die Rücksetzwerte in Bezug auf den Index  $I_1$  und die weiteren Indizes basieren auf folgenden Annahmen:

	<b>2.1.1 OB fein (Gehweg)</b>	<b>2.1.2 OB grob</b>	<b>2.1.3 OB doppelt</b>	<b>2.1.4 OB Kunststoff</b>
<b>Ausgangszustand</b>				
- Schäden visuell	- Belagsschäden 2/2 bis 3/2	- Belagsschäden 2/2 bis 3/2	- Belagsschäden 2/2 bis 3/2	- Belagsschäden 2/2 bis 2/3 oder 3/2
- Anwendungsbereich	- $I_{A2} = 2.2 - 3.3$	- $I_{A2} = 2.2 - 3.3$	- $I_{A2} = 2.2 - 3.3$	- $I_{A2} = 2.2 - 3.3$
- $I_1$	- $I_1 = 0.8 - 1.2$	- $I_1 = 0.8 - 1.2$	- $I_1 = 0.8 - 1.2$	- $I_1 = 0.8 - 1.2$
- Schäden visuell	- Ev. Oberflächenglätte (nur Polieren) 3/1 bis 3/2	- Ev. Oberflächenglätte (nur Polieren) 3/1 bis 3/2	- Strukturelle Schäden 2/1 oder 1/2, max. 2/2	- Ev. Oberflächenglätte (nur Polieren) 3/1 bis 3/2
- Anwendungsbereich	- $I_{A1} = 1.7 - 3.3$	- $I_{A1} = 1.7 - 3.3$	- $I_{A4} = 1.1 - 2.2$	- $I_{A1} = 1.7 - 3.3$
- $I_1$	- $I_1 = 0.6 - 1.2$	- $I_1 = 0.6 - 1.2$	- $I_1 = 0.6 - 1.2$	- $I_1 = 0.6 - 1.2$
- Schäden visuell	- Ev. Strukturelle Schäden 2/1 oder 1/2 max. 2/2	- Ev. Strukturelle Schäden 2/1 oder 1/2, max. 2/2	- Belagsverformungen 3/1 bis 2/2	
- Anwendungsbereich	- $I_{A4} = 1.1 - 2.2$	- $I_{A4} = 1.1 - 2.2$	- $I_{A3} = 1.7 - 2.2$	
- $I_1$	- $I_1 = 0.6 - 1.2$	- $I_1 = 0.6 - 1.2$	- $I_1 = 0.6 - 0.8$	
- Schäden visuell			- Ev. Oberflächenglätte (nur Polieren) 3/1 bis 3/2	
- Anwendungsbereich			- $I_{A1} = 1.7 - 3.3$	
- $I_1$			- $I_1 = 0.6 - 1.2$	
- $I_1$ kumuliert	- $I_1 = 2.0 - 3.6$	- $I_1 = 2.0 - 3.6$	- $I_1 = 2.6 - 4.4$	- $I_1 = 1.4 - 2.4$
- $I_1$ durchschnittlich	- $I_1 = 0.7 - 1.2$	- $I_1 = 0.7 - 1.2$	- $I_1 = 0.7 - 1.1$	- $I_1 = 0.7 - 1.2$
- <b><math>I_1</math> berücksichtigt</b>	- <b><math>I_1 = 0.8 - 1.2</math></b> (Belagsschäden)	- <b><math>I_1 = 0.8 - 1.2</math></b> (Belagsschäden)	- <b><math>I_1 = 1.4 - 2.4</math></b> (Belagsschäden und Strukturelle Schäden)	- <b><math>I_1 = 0.8 - 1.2</math></b> (Belagsschäden)
- <b>Weitere Indizes berücksichtigt</b>	- <b>Ev. <math>I_4 = 3.0 - 4.0</math></b>	- <b>Ev. <math>I_4 = 3.0 - 4.0</math></b>	- <b><math>I_4 = 3.0 - 4.0</math></b>	- <b><math>I_4 = 3.0 - 4.0</math></b>
<b>Rücksetzwert</b>				
- Schäden visuell	- Belagsschäden 0/0 - Ev. Oberflächenglätte 0/0 - Ev. Strukturelle Schäden und Flicke von 2/1 oder 1/2 auf 1/1	- Belagsschäden 0/0 - Ev. Oberflächenglätte 0/0 - Ev. Strukturelle Schäden und Flicke von 2/1 oder 1/2 auf 1/1	- Belagsschäden 0/0 - Strukturelle Schäden von 2/1 oder 1/2 auf 1/1 - Belagsverformungen von 3/1 auf 1/1 - Ev. Oberflächenglätte und Flicke 0/0	- Belagsschäden 0/0 - Ev. Oberflächenglätte 0/0
- Anwendungsbereich	- $I_{A2}$ (ev. $I_{A1}$ ) auf 0.0 (Schadenfrei) - Ev. $I_{A4}$ und $I_{A5}$ von 1.1 auf 0.6	- $I_{A2}$ (ev. $I_{A1}$ ) auf 0.0 (Schadenfrei) - Ev. $I_{A4}$ und $I_{A5}$ von 1.1 auf 0.6	- $I_{A2}$ (ev. $I_{A1}$ und $I_{A5}$ ) auf 0.0 (Schadenfrei) - $I_{A3}$ von 1.7 auf 0.6 - $I_{A4}$ von 1.1 auf 0.6	- $I_{A2}$ (ev. $I_{A1}$ ) auf 0.0 (Schadenfrei)
- $I_1$ berechnet	- <b><math>I_1 = -1.0</math></b>	- <b><math>I_1 = -1.0</math></b>	- <b><math>I_1 = -1.3</math></b>	- <b><math>I_1 = -1.0</math></b>
- <b>Weitere Indizes</b>	- <b><math>I_4 = 0.0</math></b> - <b><math>I_2, I_3 + I_5</math> keinen Einfluss</b>	- <b><math>I_4 = 0.0</math></b> - <b><math>I_2, I_3 + I_5</math> keinen Einfluss</b>	- <b><math>I_4 = 0.0</math></b> - <b><math>I_3 = -1.0</math></b> - <b><math>I_2 + I_5</math> keinen Einfluss</b>	- <b><math>I_4 = 0.0</math></b> - <b><math>I_2, I_3 + I_5</math> keinen Einfluss</b>

Tab. 14: Rücksetzwerte Oberflächenverbesserungen

	<b>2.2.1 Kaltmicro (DASK) 15 mm, ohne Vorfräsen</b>	<b>2.2.2 Kaltmicro (DASK) 15 mm, mit Vorfräsen</b>	<b>2.2.3 Heissmicro (ACVTL) 20 mm, ohne Vorfräsen</b>	<b>2.2.4 Heissmicro (ACVTL) 20 mm, mit Vorfräsen</b>
<b>Ausgangszustand</b>				
- Schäden visuell	- Belagsschäden 2/2 bis 3/2	- Belagsschäden 2/2 bis 3/2	- Belagsschäden 2/2 bis 3/2	- Belagsschäden 2/2 bis 3/2
- Anwendungsbereich	- $I_{A2} = 2.2 - 3.3$	- $I_{A2} = 2.2 - 3.3$	- $I_{A2} = 2.2 - 3.3$	- $I_{A2} = 2.2 - 3.3$
- $I_1$	- $I_1 = 0.8 - 1.2$	- $I_1 = 0.8 - 1.2$	- $I_1 = 0.8 - 1.2$	- $I_1 = 0.8 - 1.2$
- Schäden visuell	- Ev. Strukturelle Schäden 2/1 bis 2/2	- Belagsverformungen 3/1 bis 2/2	- Strukturelle Schäden 2/1 bis 2/2	- Belagsverformungen 3/1 bis 2/2
- Anwendungsbereich	- $I_{A4} = 1.1 - 2.2$	- $I_{A3} = 1.7 - 2.2$	- $I_{A4} = 1.1 - 2.2$	- $I_{A3} = 1.7 - 2.2$
- $I_1$	- $I_1 = 0.6 - 1.2$	- $I_1 = 0.6 - 0.8$	- $I_1 = 0.6 - 1.2$	- $I_1 = 0.6 - 0.8$
- Schäden visuell	- Ev. Oberflächenglätte (nur Polieren) 3/1 bis 3/2	- Ev. Strukturelle Schäden 3/1 bis 2/2	- Ev. Oberflächenglätte (nur Polieren) 3/1 bis 3/2	- Strukturelle Schäden 3/1 bis 2/2
- Anwendungsbereich	- $I_{A1} = 1.7 - 3.3$	- $I_{A4} = 1.7 - 2.2$	- $I_{A1} = 1.7 - 3.3$	- $I_{A4} = 1.7 - 2.2$
- $I_1$	- $I_1 = 0.6 - 1.2$	- $I_1 = 0.9 - 1.2$	- $I_1 = 0.6 - 1.2$	- $I_1 = 0.9 - 1.2$
- Schäden visuell		- Ev. Oberflächenglätte (nur Polieren) 3/1 bis 3/2		- Ev. Oberflächenglätte (nur Polieren) 3/1 bis 3/2
- Anwendungsbereich		- $I_{A1} = 1.7 - 3.3$		- $I_{A1} = 1.7 - 3.3$
- $I_1$		- $I_1 = 0.6 - 1.2$		- $I_1 = 0.6 - 1.2$
- $I_1$ kumuliert	- $I_1 = 2.0 - 3.6$	- $I_1 = 3.1 - 4.4$	- $I_1 = 2.0 - 3.6$	- $I_1 = 3.1 - 4.4$
- $I_1$ durchschnittlich	- $I_1 = 0.7 - 1.2$	- $I_1 = 0.8 - 1.1$	- $I_1 = 0.7 - 1.2$	- $I_1 = 0.8 - 1.1$
- <b><math>I_1</math> berücksichtigt</b>	- <b><math>I_1 = 0.8 - 1.2</math></b> (Belagsschäden)	- <b><math>I_1 = 1.4 - 2.0</math></b> (Belagsschäden und Belagsverformungen)	- <b><math>I_1 = 1.4 - 2.4</math></b> (Belagsschäden und Strukturelle Schäden)	- <b><math>I_1 = 2.3 - 3.2</math></b> (Belagsschäden, Belagsverformungen und Strukturelle Schäden)
- <b>Weitere Indizes berücksichtigt</b>		- <b><math>I_2 = 2.0 - 3.0</math></b> - <b><math>I_3 = 2.0 - 3.0</math></b>		- <b><math>I_2 = 2.0 - 3.0</math></b> - <b><math>I_3 = 2.0 - 3.0</math></b>
<b>Rücksetzwert</b>				
- Schäden visuell	- Belagsschäden 0/0 - Ev. Oberflächenglätte 0/0 - Ev. Strukturelle Schäden von 2/1 auf 1/1	- Belagsschäden und Belagsverformungen 0/0 - Ev. Oberflächenglätte und Flicke 0/0 - Ev. Strukturelle Schäden von 3/1 auf 1/1	- Belagsschäden 0/0 - Strukturelle Schäden von 2/2 auf 1/1 - Ev. Oberflächenglätte und Flicke 0/0	- Belagsschäden und Belagsverformungen 0/0 - Strukturelle Schäden von 3/1 auf 1/1 - Ev. Oberflächenglätte und Flicke 0/0
- Anwendungsbereich	- $I_{A2}$ (ev. $I_{A1}$ ) auf 0.0 (Schadenfrei) - Ev. $I_{A4}$ von 1.1 auf 0.6	- $I_{A2}$ und $I_{A3}$ (ev. $I_{A1}$ und $I_{A5}$ ) auf 0.0 (Schadenfrei) - Ev. $I_{A4}$ von 1.7 auf 0.6	- $I_{A2}$ (ev. $I_{A1}$ und $I_{A5}$ ) auf 0.0 (Schadenfrei) - $I_{A4}$ von 2.2 auf 0.6	- $I_{A2}$ und $I_{A3}$ (ev. $I_{A1}$ und $I_{A5}$ ) auf 0.0 (Schadenfrei) - $I_{A4}$ von 1.7 auf 0.6
- $I_1$ berechnet	- <b><math>I_1 = -1.0</math></b>	- <b><math>I_1 = -1.7</math></b>	- <b><math>I_1 = -1.3</math></b>	- <b><math>I_1 = -1.9</math></b>
- <b>Weitere Indizes</b>	- <b>Keinen Einfluss</b>	- <b><math>I_2 = 1.5</math></b> - <b><math>I_3 = 1.0</math></b> - <b><math>I_4 + I_5</math> keinen Einfluss</b>	- <b><math>I_2 = -1.0</math></b> - <b><math>I_3 = -1.0</math></b> - <b><math>I_4 + I_5</math> keinen Einfluss</b>	- <b><math>I_2 = 1.0</math></b> - <b><math>I_3 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_4 + I_5</math> keinen Einfluss</b>

Tab. 15: Rücksetzwerte Dünnenschichtbläge

2.3	<b>Hocheinbau</b> (Deckschicht)
2.3.1	40 mm, ohne Vorfräsen
2.3.2	40 mm, mit Vorfräsen
2.3.3	40 mm, mit Vorfräsen und Asphaltbewehrung
2.4	<b>Hocheinbau</b> (Deck- und Binderschicht)
2.4.1	100 mm, ohne Vorfräsen
2.4.2	100 mm, mit Vorfräsen
2.4.3	100 mm, mit Vorfräsen und Asphaltbewehrung
2.5	<b>Tiefereinbau</b> (Deckschicht)
2.5.1	20 mm (Gehweg)
2.5.2	40 mm
2.5.3	40 mm mit Asphaltbewehrung
2.6	<b>Tiefereinbau</b> (Deck- und Binderschicht)
2.6.1	100 mm
2.6.2	100 mm mit Asphaltbewehrung

Abb. 14: Hoch- und Tiefereinbau

Bei grösserem Schadenausmass oder bei grossem Ausmass an in Stand gestellten Einzel-schäden oder Grabenflücken kommt der Hoch- oder Tiefereinbau (Abb. 14) zur Anwendung. Der Tiefereinbau ist Ersatz einer oder mehrerer vorhandener Schichten auf einer intakten Trag-schicht. Er kommt auch dort zur Anwendung, wo auf Grund der seitlichen Anschlüsse oder des Lichtraumprofils keine Erhöhung der Nivellette möglich ist.

Der Hocheinbau kommt dort zur Anwendung, wo auch eine Erhöhung der Tragfähigkeit nötig ist und es die seitlichen Anschlüsse oder das Lichtraumprofil erlauben, eine Erhöhung der Nivellette in Kauf zu nehmen. Vielfach werden beim Hocheinbau vorgängig die vorhandenen Unebenheiten weggefräst, damit die neue Deckschicht in gleichmässiger Dicke eingebaut werden kann. Bei einem Hocheinbau erfolgt i.d.R. auch eine Verbesserung der Tragfähig-keitsklasse.

Zur Verbesserung der Tragfähigkeit oder auch zur flächigen Überbrückung von Netzfalten kommen in letzter Zeit auch Asphaltbewehrungen zum Einsatz. Die tatsächliche Wirkung sowie die problemlose Recyclierbarkeit der eingesetzten Produkte wird die weitere For-schung noch zeigen müssen.

Die Rücksetzwerte in Bezug auf den Index  $I_1$  und die weiteren Indizes basieren auf folgenden Annahmen:

	<b>2.3 Hocheinbau 40 mm (Deckschicht)</b>	<b>2.4 Hocheinbau 100 mm (Deck- und Binder- schicht)</b>	<b>2.5 Tiefereinbau 20/40 mm (Deckschicht)</b>	<b>2.6 Tiefereinbau 100 mm (Deck- und Binder- schicht)</b>
<b>Ausgangszustand</b>				
- Schäden allgemein	- Schäden im mittleren Bereich von Ausmass und Schwere ( $I_1$ ) und der andern Indizes	- Schäden im oberen Bereich von Ausmass und Schwere ( $I_1$ ) und der andern Indizes	- Schäden im mittleren bis oberen Bereich von Ausmass und Schwere ( $I_1$ ) und der andern Indizes	- Schäden im oberen Bereich von Ausmass und Schwere ( $I_1$ ) und der andern Indizes
- Schäden schwerwichtig	- Im Bereich strukturelle Schäden ( $I_{A4}$ ) und Tragfähigkeit ( $I_5$ )	- Im Bereich strukturelle Schäden ( $I_{A4}$ ) Tragfähigkeit ( $I_5$ )	- Im Bereich Belagschäden ( $I_{A2}$ ), Belagsverformungen ( $I_{A3}$ ) und Querebenheit ( $I_3$ )	- Im Bereich Belagschäden ( $I_{A2}$ ), Belagsverformungen ( $I_{A3}$ ) und Querebenheit ( $I_3$ ).
- Weitere Schäden	-	-	- Im Fall mit Asphaltbewehrung zusätzlich Flicke ( $I_{A5}$ )	- Im Fall mit Asphaltbewehrung zusätzlich Flicke ( $I_{A5}$ )
<b>Rücksetzwert</b>				
- Schäden visuell	- Oberflächenglätte, Belagsschäden, Belagsverformungen und Flicke 0/0 (Schadenfrei) - Strukturelle Schäden von 2/2 auf 1/1	- Oberflächenglätte, Belagsschäden, Belagsverformungen, Strukturelle Schäden und Flicke 0/0 (Schadenfrei)	- Oberflächenglätte, Belagsschäden, Belagsverformungen, Strukturelle Schäden und Flicke 0/0 (Schadenfrei)	- Oberflächenglätte, Belagsschäden, Belagsverformungen, Strukturelle Schäden und Flicke 0/0 (Schadenfrei)
- Anwendungsbereich	- $I_{A1}$ , $I_{A2}$ , $I_{A3}$ und $I_{A5}$ auf 0.0 - $I_{A4}$ von 2.2 auf 0.6	- $I_{A1}$ , $I_{A2}$ , $I_{A3}$ , $I_{A4}$ und $I_{A5}$ auf 0.0	- $I_{A1}$ , $I_{A2}$ , $I_{A3}$ , $I_{A4}$ und $I_{A5}$ auf 0.0	- $I_{A1}$ , $I_{A2}$ , $I_{A3}$ , $I_{A4}$ und $I_{A5}$ auf 0.0
- $I_1$ festgelegt	- $I_1 = 0.2$	- $I_1 = 0.0$	- $I_1 = 0.0$	- $I_1 = 0.0$
- Weitere Indizes	- $I_2 < 1.0$ - $I_3 < 1.0$ - $I_4 < 1.0$ - $I_5 = -1.0$	- $I_2 < 1.0$ - $I_3 < 1.0$ - $I_4 < 1.0$ - $I_5 = -2.0$	- $I_2 < 1.0$ - $I_3 < 1.0$ - $I_4 < 1.0$ - $I_5 < 1.0$	- $I_2 < 1.0$ - $I_3 < 1.0$ - $I_4 < 1.0$ - $I_5 < 1.0$

Tab. 16: Rücksetzwerte Hoch- und Tiefereinbau

<b>2.7</b>	<b>Spurrinnen - Instandsetzung (Fräsen, Belag)</b>
2.7.1	2 Radspuren (1 Fahrspur)
2.7.2	4 Radspuren (2 Fahrspuren)

Abb. 15: Spurrinnen-Instandsetzung

Spurrinnen können durchaus durch vorgängiges Ausfräsen mit Belag (heiss oder kalt) aufgefüllt werden, wenn der Ersatz der gesamten Deckschicht noch nicht erfolgen kann (Abb. 15).

Die Rücksetzwerte in Bezug auf den Index  $I_1$  und die weiteren Indizes basieren auf folgenden Annahmen:

	<b>2.7.1 Spurrinnen – Instandsetzung (2 Radspuren, 1 Fahrbahn)</b>	<b>2.7.2 Spurrinnen – Instandsetzung (4 Radspuren, 2 Fahrbahnen)</b>
<b>Ausgangszustand</b>		
- Schäden allgemein	- Schäden im mittleren bis oberen Bereich von Ausmass und Schwere im Bereich Belagsverformungen ( $I_{A3}$ ) und Querebenheit ( $I_3$ ) auf einer Fahrspur	- Schäden im mittleren bis oberen Bereich von Ausmass und Schwere im Bereich Belagsverformungen ( $I_{A3}$ ) und Querebenheit ( $I_3$ ) auf beiden Fahrspuren
<b>Rücksetzwert</b>		
- Schäden visuell	- Belagsverformungen von 3/3 auf 1/3 - Ev. Oberflächenglätte und Belagsschäden von 2/1 auf 1/1	- Belagsverformungen 0/0 - Ev. Oberflächenglätte und Belagsschäden von 3/1 auf 1/1
- Anwendungsbereich	- $I_{A3}$ von 5.0 auf 1.7 - Ev. $I_{A1}$ und $I_{A2}$ von 1.1 auf 0.6	- $I_{A3}$ auf 0.0 - Ev. $I_{A1}$ und $I_{A2}$ von 1.7 auf 0.6
- <b><math>I_1</math> festgelegt</b>	- <b><math>I_1 = -1.2</math></b>	- <b><math>I_1 = -1.8</math></b>
- <b>Weitere Indizes</b>	- <b><math>I_3 = 1.0</math></b> - <b><math>I_2, I_4</math> und <math>I_5</math> keinen Einfluss</b>	- <b><math>I_3 = 1.0</math></b> - <b><math>I_2, I_4</math> und <math>I_5</math> keinen Einfluss</b>

Tab. 17: Rücksetzwerte Spurrinnen-Instandsetzung

## Erneuerung

<b>3.1</b>	<b>Gesamt - Erneuerungen</b>
3.1.1	200 mm (Deck-, Binder- und Tragschicht)
3.1.2	250 mm (Foundation AC F, Deck- und Tragschicht)
3.1.3	400 mm (300 mm Foundation Kiessand)
3.1.4	600 mm (400 mm Foundation Kiessand)

Abb. 16: Gesamt-Erneuerung

Bei sehr grossen Schäden oder bei ungenügendem Aufbau der Strasse drängt sich eine Erneuerung in grösserem Ausmass auf (Abb. 16). Bei vorhandener und genügender, intakter Foundation werden die vorhandenen Trag- und Deckschichten vollständig durch einen Neuaufbau ersetzt. Ist die Foundation ungenügend oder fehlt sie gar, so muss auch diese ersetzt bzw. neu gebaut werden, damit der Strassenaufbau den vorhandenen Randbedingungen entspricht. Eine Erneuerung wird immer einen Aufstieg in die höchste Verhaltensklasse mit sich bringen.

Die Gesamterneuerungs-Massnahmen sind in Abhängigkeit der vorhandenen Randbedingungen wie Untergrund und Verkehrsbelastung zu wählen [2].

Die Rücksetzwerte in Bezug auf den Index  $I_1$  und die weiteren Indizes basieren auf folgenden Annahmen:

	<b>3.1 Gesamt - Erneuerungen</b>
<b>Ausgangszustand</b>	
- Schäden allgemein	- Schäden im oberen Bereich von Ausmass und Schwere ( $I_1$ , schwere Schäden)
- Schäden schwergewichtig	- Im Bereich Tragfähigkeit ( $I_5$ )
<b>Rücksetzwert</b>	
- Schäden visuell	- Oberflächenglätte, Belagsschäden, Belagsverformungen, Strukturelle Schäden und Flicke 0/0 (Schadenfrei)
- Anwendungsbereich	- $I_{A1}$ , $I_{A2}$ , $I_{A3}$ , $I_{A4}$ und $I_{A5}$ auf 0.0
- <b><math>I_1</math> festgelegt</b>	- <b><math>I_1 = 0.0</math></b>
- <b>Weitere Indizes</b>	- $I_2 < 1.0$ - $I_3 < 1.0$ - $I_4 < 1.0$ - $I_5 < 1.0$

Tab. 18: Rücksetzwerte Gesamt-Erneuerung

<b>3.2</b>	<b>Bankett- und Rand - Erneuerungen</b>
3.2.1	Einseitig, ohne Belagserneuerung
3.2.2	Einseitig, mit Belagserneuerung (Hocheinbau)
3.2.3	Beidseitig, ohne Belagserneuerung
3.2.4	Beidseitig, mit Belagserneuerung (Hocheinbau)

Abb. 17: Bankett- und Rand-Erneuerung

Bei ungenügend ausgebildeten Strassenrändern kann oft eine Bankett- und Rand-Erneuerung (ein- oder beidseitig) die Strasse in einen akzeptablen Zustand versetzen (Abb. 17). Dies ist vor allem bei Verbindungsstrassen mit nicht allzu grossem Verkehrsaufkommen eine den Verhältnissen sehr gut angepasste und kostengünstige Instandsetzungs-Variante. Mittels eines Deckbelagsersatzes im Hoch- oder ev. Tiefeinbauverfahren kann sogar eine nahezu neuwertige Strasse hergestellt werden.

Die Rücksetzwerte in Bezug auf den Index  $I_1$  (Bezugsfläche ganze Strasse) und die weiteren Indizes basieren auf folgenden Annahmen:

	<b>3.2.1 Bankett-Erneuerung, einseitig ohne Be- lagserneuerung</b>	<b>3.2.2 Bankett-Erneuerung, einseitig mit Be- lagserneuerung im Hocheinbau</b>	<b>3.2.3 Bankett-Erneuerung, beidseitig ohne Belagserneuerung</b>	<b>3.2.4 Bankett-Erneuerung, beidseitig mit Be- lagserneuerung im Hocheinbau</b>
<b>Ausgangszustand</b>				
- Schäden allgemein	- Schäden im mittleren Bereich von Ausmass und Schwere auf einer Strassenseite im Bereich Strukturelle Schäden	- Schäden im mittleren Bereich von Ausmass und Schwere auf einer Strassenseite im Bereich Strukturelle Schäden	- Schäden im mittleren Bereich von Ausmass und Schwere auf beiden Strassenseiten im Bereich Strukturelle Schäden	- Schäden im mittleren Bereich von Ausmass und Schwere auf einer Strassenseite im Bereich Strukturelle Schäden
- Schäden schwerwichtig	- $I_{A4}$ (v.a. abgedrückte Ränder)	- $I_{A4}$ (v.a. abgedrückte Ränder)	- $I_{A4}$ (v.a. abgedrückte Ränder)	- $I_{A4}$ (v.a. abgedrückte Ränder)
- Weitere Schäden	- Tragfähigkeit ( $I_5$ ) und Querebenheit ( $I_3$ )	- Tragfähigkeit ( $I_5$ ) - Querebenheit ( $I_3$ ) - Einseitig oberflächliche Belagsschäden ( $I_{A1}, I_{A2}, I_{A3}$ )	- Tragfähigkeit ( $I_5$ ) - Querebenheit ( $I_3$ )	- Tragfähigkeit ( $I_5$ ) - Querebenheit ( $I_3$ ) - Einseitig oberflächliche Belagsschäden ( $I_{A1}, I_{A2}, I_{A3}$ )
<b>Rücksetzwert</b>				
- Schäden visuell	- Strukturelle Schäden (v.a. abgedrückte Ränder) 0/0	- Oberflächenglätte, Belagsschäden, Belagsverformungen, Strukturelle Schäden und Flicke 0/0 (Schadenfrei)	- Strukturelle Schäden (v.a. abgedrückte Ränder) 0/0	- Oberflächenglätte, Belagsschäden, Belagsverformungen, Strukturelle Schäden und Flicke 0/0 (Schadenfrei)
- Anwendungsbereich	- $I_{A4} = 0.0$	- $I_{A1}, I_{A2}, I_{A3}, I_{A4}$ und $I_{A5}$ auf 0.0	- $I_{A4} = 0.0$	- $I_{A1}, I_{A2}, I_{A3}, I_{A4}$ und $I_{A5}$ auf 0.0
- $I_1$ festgelegt	- $I_1 = - 1.2$	- $I_1 = 0.0$	- $I_1 = - 1.8$	- $I_1 = 0.0$
- Weitere Indizes	- $I_2 = - 0.5$ - $I_3 = - 1.0$ - $I_5 = - 1.0$ - $I_4$ keinen Einfluss	- $I_2 < 1.0$ - $I_3 < 1.0$ - $I_4 < 1.0$ - $I_5 < 1.0$	- $I_2 = - 0.5$ - $I_3 = - 1.0$ - $I_5 = - 1.0$ - $I_4$ keinen Einfluss	- $I_2 < 1.0$ - $I_3 < 1.0$ - $I_4 < 1.0$ - $I_5 < 1.0$

Tab. 19 Rücksetzwerte Bankett- und Rand-Erneuerung

<b>3.3</b>	<b>Recyclingverfahren</b>
3.3.1	200 mm KMF, 15 mm Kaltmicrobelag
3.3.2	250 mm KMF, 40 mm Deckschicht
3.3.3	300 mm (KMF, 100 mm Deck- und Tragschicht)

Abb. 18: Recyclingverfahren

Die Recyclingverfahren beschränken sich auf die Herstellung einer Kaltmisch-Fundations-Schicht KMF (Abb. 18). Dabei kommt das In Place- (an Ort) Verfahren zur Anwendung. Das In Plant- (Im Werk) Verfahren wird hier nicht weiter verfolgt, weil es, bedingt durch die wesentlich höheren Transportkosten in Folge des Aushubes und des Wiedereinbringens der kalten Fundationsschicht, sehr teuer ist.

Kalt-Recycling-Verfahren erlaubt unter Verwendung von an Ort vorhanden Baustoffen und der Zuführung von sehr wenig Prozess-Energie die Herstellung von hochwertigen Fundations- und sogar Tragschichten. Vorhandene teerhaltige Belagsschichten können so wiederverwendet werden und müssen nicht einer Deponie zugeführt werden. Das spart nicht nur Kosten, sondern auch wertvollen Deponieplatz. Eine KMF muss in jeden Fall mit einer Deckschicht (Kaltmicrobelag, Asphalt) überdeckt werden. Wirtschaftlich angewendet kann das Verfahren erst bei grösseren Mengen werden, weil die Kosten für die Installation recht beträchtlich sind. Entsprechende technische Beschriebe finden sich in der einschlägigen Literatur [17].

Weitere Recyclingverfahren sind nicht in den Katalog aufgenommen worden. Bekannt sind das Remix-Verfahren. Dieses ist aber seit längerer Zeit verboten, weil dabei sehr grosse Mengen an gesundheits- und umweltgefährdenden Dämpfen entstehen und der Verbrauch an Prozessenergie sehr hoch ist. Weiter bekannt sind das Reshape- (Rückformen ohne Materialzugabe) und das Repave- (mit Zugabe von Mischgut) Verfahren. Diese Verfahren haben sich aber in der Schweiz nicht etablieren können und werden daher kaum oder gar nicht angewendet.

Die Recyclingverfahren (Gesamterneuerungs-Massnahmen) sind in Abhängigkeit der vorhandenen Randbedingungen wie Untergrund und Verkehrsbelastung und namentlich zur Menge des auszubauenden Asphaltes (PAK-Gehalt, Deponiemöglichkeit, usw.) zu wählen.

Die Rücksetzwerte in Bezug auf den Index  $I_1$  und die weiteren Indizes basieren auf folgenden Annahmen:

<b>3.3 Recyclingverfahren</b>	
<b>Ausgangszustand</b>	
- Schäden allgemein	- Schäden im oberen Bereich von Ausmass und Schwere ( $I_1$ , schwere Schäden)
- Schäden schwergewichtig	- Im Bereich Tragfähigkeit ( $I_5$ )
<b>Rücksetzwert</b>	
- Schäden visuell	- Oberflächenglätte, Belagsschäden, Belagsverformungen, Strukturelle Schäden und Flicke 0/0 (Schadenfrei)
- Anwendungsbereich	- $I_{A1}$ , $I_{A2}$ , $I_{A3}$ , $I_{A4}$ und $I_{A5}$ auf 0.0
- $I_1$ festgelegt	- $I_1 = 0.0$
- Weitere Indizes	- $I_2 < 1.0$ - $I_3 < 1.0$ - $I_4 < 1.0$ - $I_5 < 1.0$

Tab. 20 Rücksetzwerte Recyclingverfahren

### 3.2.2. Betondecken

Der Beschrieb der Spezifikationen (horizontale Gliederung), gegliedert in sechs Themenbereiche, befindet sich im Kap. 3.1.2.

Die vertikale Gliederung des Kataloges für Betondecken beschreibt die Massnahmen, gegliedert nach Reparatur, Instandsetzung und Verstärkung sowie Erneuerung. Nachfolgend sind die Massnahmen im Detail beschrieben. Dabei wird auf die SN 640 735a [7] und die SN 640 736a [8] sowie auf die SN 640 324a [2] Bezug genommen. Weitere wertvolle Hinweise liefert die Betonstrassenpraxis, Leitfaden für den Betonbelagsbau [16].

## Reparatur

In dieser Gruppe sind Massnahmen enthalten, die dazu dienen, einen aufgetretenen und festgestellten Schaden im ersten Stadium sofort zu beheben und ein weiteres Fortschreiten zu verhindern. Dazu gehören die Erneuerung des Fugenvergusses, die Reparatur von Kantenschäden und Abplatzungen, Oberflächenverbesserungen sowie der Plattenersatz.

1.1	<b>Erneuerung Fugenverguss</b> (Unterhalt)
-----	--

Abb. 19: Erneuerung Fugenverguss

Die alte Fugenmasse, die im Laufe der Gebrauchsdauer durch den Einfluss der UV-Strahlung und durch die Alterung sowie durch die Einflüsse des Verkehrs und der Schneeräumungsmassnahmen, spröde geworden ist, wird entfernt und vollständig erneuert (Abb. 19).

Die Rücksetzwerte in Bezug auf den Index  $I_1$  und die weiteren Indizes basieren auf folgenden Annahmen:

<b>1.1</b>	
<b>Erneuerung Fugenverguss</b> (Unterhalt)	
<b>Ausgangszustand</b>	
- Schäden visuell	- Fugen- und Kantenschäden 1/3 bis 2/3
- Anwendungsbereich	- $I_{B3} = 1.7 - 3.3$
- $I_1$ berücksichtigt	- $I_1 = 0.2 - 0.6$ (Fugen- und Kantenschäden)
<b>Rücksetzwert</b>	
- Schäden visuell	- Fugen- und Kantenschäden auf 0/0
- Anwendungsbereich	- $I_{B3}$ auf 0.0
- $I_1$ festgelegt	- $I_1 = -0.4$
- Weitere Indizes	- Keinen Einfluss

Tab. 21: Rücksetzwerte Erneuerung Fugenverguss

<b>1.2</b>	<b>Kantenschäden</b>
1.2.1	Reparatur auf Zementbasis, 5 St/100m
1.2.2	Reparatur auf Zementbasis, 20 St/100m
1.2.3	Reparatur auf Zementbasis, 50 St/100m
1.2.4	Reparatur auf Bitumenbasis, 5 St/100 m
1.2.5	Reparatur auf Bitumenbasis, 20 St/100 m
1.2.6	Reparatur auf Bitumenbasis, 50 St/100 m
<b>1.3</b>	<b>Abplatzungen</b>
1.3.1	Reparatur auf Zementbasis, 5 St/100m
1.3.2	Reparatur auf Zementbasis, 20 St/100m
1.3.3	Reparatur auf Zementbasis, 50 St/100m
1.3.4	Reparatur auf Bitumenbasis, 5 St/100 m
1.3.5	Reparatur auf Bitumenbasis, 20 St/100 m
1.3.6	Reparatur auf Bitumenbasis, 50 St/100 m

Abb. 20: Kantenschäden und Abplatzungen

Die Reparatur von Kantenschäden und Abplatzungen erfolgt entweder auf Zement- oder Bitumenbasis (Abb. 20). Reparaturen in Zement erfordern meist eine längere Sperrung der Verkehrsfläche, damit der Mörtel genügend aushärten kann. Dafür dürfte die Reparatur bei fachgerechter Ausführung eine längere Gebrauchsdauer aufweisen, weil sie nicht materialfremd ist. Die Reparatur auf Bitumenbasis kann beinahe unter Verkehr ausgeführt werden, weil das Asphalt-Mischgut schneller wieder befahren werden kann. Die Gebrauchsdauer dürfte aber deutlich kürzer ausfallen und vor allem für Not-Reparaturen in Frage kommen.

Falls die Reparatur von Kantenschäden und Abplatzungen auf Zementbasis und unter gleichzeitig minimaler Reparaturzeit ausgeführt werden muss, so kommen Spezialmörtel zum Einsatz, die ein Mehrfaches des für den Katalog eingesetzten Preises ausmachen können.

Die Rücksetzwerte in Bezug auf den Index  $I_1$  und die weiteren Indizes basieren auf folgenden Annahmen:

	<b>1.2.1 / 1.2.4 Kantenschäden Rep. auf Zementbasis / Bitumenbasis 5 St/100 m</b>	<b>1.2.2 / 1.2.5 Kantenschäden Rep. auf Zementbasis / Bitumenbasis 20 St/100 m</b>	<b>1.2.3 / 1.2.6 Kantenschäden Rep. auf Zementbasis / Bitumenbasis 50 St/100 m</b>
<b>Ausgangszustand</b>			
- Schäden visuell	- Fugen- und Kantenschäden 1/1 bis 1/3	- Fugen- und Kantenschäden 1/3 bis 2/3	- Fugen- und Kantenschäden 2/2 bis 3/3
- Anwendungsbereich	- $I_{B3} = 0.6 - 1.7$	- $I_{B3} = 1.7 - 3.3$	- $I_{B3} = 2.2 - 5.0$
- $I_1$ berücksichtigt	- $I_1 = 0.2 - 0.4$ (Fugen- und Kantenschäden)	- $I_1 = 0.2 - 0.6$ (Fugen- und Kantenschäden)	- $I_1 = 0.4 - 0.8$ (Fugen- und Kantenschäden)

<b>Rücksetzwert</b>			
- Schäden visuell	- Fugen- und Kantenschäden auf 0/0 - Flicke neu 1/1	- Fugen- und Kantenschäden auf 0/0 - Flicke neu 2/1	- Fugen- und Kantenschäden auf 0/0 - Flicke neu 3/1
- Anwendungsbereich	- I <sub>B3</sub> auf 0.0 - I <sub>B6</sub> neu 0.6	- I <sub>B3</sub> auf 0.0 - I <sub>B6</sub> neu 1.1	- I <sub>B3</sub> auf 0.0 - I <sub>B6</sub> neu 1.7
- I <sub>1</sub> festgelegt	- I <sub>1</sub> = -0.1	- I <sub>1</sub> = -0.2	- I <sub>1</sub> = -0.3
- Weitere Indizes	- Keinen Einfluss	- Keinen Einfluss	- Keinen Einfluss

Tab. 23: Rücksetzwerte Kantenschäden

	<b>1.3.1 / 1.3.4 Abplatzungen Rep. auf Zementbasis / Bitumenbasis 5 St/100 m</b>	<b>1.3.2 / 1.3.5 Abplatzungen Rep. auf Zementbasis / Bitumenbasis 20 St/100 m</b>	<b>1.3.3 / 1.3.6 Abplatzungen Rep. auf Zementbasis / Bitumenbasis 50 St/100 m</b>
<b>Ausgangszustand</b>			
- Schäden visuell	- Materialverluste 1/1 bis 1/3	- Materialverluste 1/3 bis 2/3	- Materialverluste 2/2 bis 3/3
- Anwendungsbereich	- I <sub>B2</sub> = 0.6 – 1.7	- I <sub>B2</sub> = 1.7 – 3.3	- I <sub>B2</sub> = 2.2 – 5.0
- I <sub>1</sub> berücksichtigt	- I <sub>1</sub> = 0.2 – 0.8 (Materialverluste)	- I <sub>1</sub> = 0.6 – 1.2 (Materialverluste)	- I <sub>1</sub> = 0.8 – 1.8 (Materialverluste)
<b>Rücksetzwert</b>			
- Schäden visuell	- Materialverluste auf 0/0 - Flicke neu 1/1	- Materialverluste auf 0/0 - Flicke neu 2/1	- Materialverluste auf 0/0 - Flicke neu 3/1
- Anwendungsbereich	- I <sub>B2</sub> auf 0.0 - I <sub>B6</sub> neu 0.6	- I <sub>B2</sub> auf 0.0 - I <sub>B6</sub> neu 1.1	- I <sub>B2</sub> auf 0.0 - I <sub>B6</sub> neu 1.7
- I <sub>1</sub> festgelegt	- I <sub>1</sub> = -0.3	- I <sub>1</sub> = -0.6	- I <sub>1</sub> = -0.9
- Weitere Indizes	- Keinen Einfluss	- Keinen Einfluss	- Keinen Einfluss

Tab. 24: Rücksetzwerte Abplatzungen

1.4	<b>Oberflächenverbesserungen</b>
1.4.1	Eliminierung Stufenbildung (Fräsen)
1.4.2	Unterpressen und Heben Platten mit Zement
1.4.3	Unterpressen und Heben Platten mit Kunstharz
1.4.4	Hydrophobierung
1.4.5	Verbesserung Griffigkeit Wasserhöchstdruck
1.4.6	Verbesserung Griffigkeit Kugelstrahlen
1.4.7	Verbesserung Griffigkeit Mikrofräsen
1.5	<b>Plattenersatz</b>
1.5.1	Auf Zementbasis (Beton)
1.5.2	Auf Bitumenbasis (Asphalt, Notreparatur)

Abb. 21: Oberflächenverbesserungen und Plattenersatz

Unter dem Begriff Oberflächenverbesserungen verbergen sich verschiedene, recht unterschiedliche Massnahmen (Abb. 21). Als erstes kennen wir die Eliminierung der Stufenbildung durch Abfräsen eines Keiles von ungefähr einem Meter Länge im Bereich der Querruge auf die gesamte Plattenbreite. Damit kann das unangenehme Schlagen beim Überfahren der

Querfugen zumindest vorübergehend eliminiert werden. Diese Massnahme kommt bei geringer Stufenbildung zu Anwendung.

Bei grösserer Stufenbildung sind bereits sehr viele Feianteile in der Foundationsschicht umgelagert worden, sodass sich ein Unterpressen und Heben der Platte aufdrängt. Das Heben der Platte erfolgt dabei durch Unterpressen mit Zementmörtel oder Kunstharz.

Bei feinen Schwindrissen oder bei fehlender Frosttaumittelbeständigkeit kann die Oberfläche durch eine Hydrophobierung verbessert und die Gebrauchsdauer der Betonfahrbahn verlängert werden.

Bei Problemen mit der Griffigkeit kommen die Bearbeitung der Betonoberfläche mittels Wasserhöchstdruck, Kugelstrahlen oder Mikrofräsen zur Anwendung. Dies sind kurz- bis mittelfristige Massnahmen. Eine dauerhafte Verbesserung der Griffigkeit wird nur mit einem Belagsüberzug zu erreichen sein.

Bei ganz oder teilweise zerstörten Platten muss eine Plattenersatz vorgenommen werden (Abb. 21). Dieses Bild zeigt sich entweder nach einem Blow Up oder bei örtlich hohl liegenden Platten. Die Reparatur erfolgt entweder in Beton oder mit Asphalt. Die Anwendung von Asphalt ist eine Notreparaturmassnahme vornehmlich nach einem Blow Up. Der Verkehr kann nach kurzer Zeit wieder darüber rollen. Dabei muss aber beachtet werden, dass in aller Regel die unmittelbar daneben liegende Platte bei der nächsten Wärmeperiode wegen des umgeleiteten Kraftflusses ebenfalls durch Blow Up zerstört werden wird. Es ist daher unabdingbar, dass eine solche Notreparaturmassnahmen sobald wie möglich durch eine definitive Massnahmen in Beton ersetzt werden kann. Der Plattenersatz in Beton erfordert natürlich einen längeren Zeitraum ohne Verkehrsbelastung, damit der Beton genügend Festigkeit entwickeln kann. Bei der Verwendung von frühestem Beton ist der Gefahr von grösseren Schwindrissen entsprechende Beachtung zu schenken.

Die Rücksetzwerte in Bezug auf den Index  $I_1$  und die weiteren Indizes basieren auf folgenden Annahmen:

	<b>1.4.1 Eliminierung Stufen- bildung (Fräsen)</b>	<b>1.4.2 / 1.4.3 Unterpressen und Heben von Platten (Zement oder Kunst- harz)</b>	<b>1.4.5 / 1.4.6 Verbesserung Griff- igkeit (Wasserhöchstdruck oder Kugelstrahlen)</b>	<b>1.4.7 Verbesserung Griff- igkeit (Mikrofräsen)</b>
<b>Ausgangszustand</b>				
- Schäden visuell	- Vertikalverschiebung 3/1 bis 3/2	- Vertikalverschiebung 2/2 bis 3/3	- Oberflächenglätte 3/1 bis 3/2	- Oberflächenglätte 3/1 bis 3/2
- Anwendungsbereich	- $I_{B4} = 1.7 - 3.3$	- $I_{B4} = 2.2 - 5.0$	- $I_{B1} = 1.7 - 3.3$	- $I_{B1} = 1.7 - 3.3$
- <b><math>I_1</math> berücksichtigt</b>	- <b><math>I_1 = 0.6 - 1.8</math></b> (Vertikalverschiebung)	- <b><math>I_1 = 1.2 - 2.7</math></b> (Vertikalverschiebung)	- <b><math>I_1 = 0.2 - 0.6</math></b> (Oberflächenglätte)	- <b><math>I_1 = 0.2 - 0.6</math></b> (Oberflächenglätte)
- <b>Weitere Indizes berücksichtigt</b>	- <b><math>I_2 = 2.5 - 3.5</math></b>	- <b><math>I_2 = 3.0 - 4.0</math></b>	- <b><math>I_4 = 2.5 - 3.5</math></b>	- <b><math>I_4 = 2.5 - 3.5</math></b>
<b>Rücksetzwert</b>				
- Schäden visuell	- Vertikalverschiebung auf 0/0	- Vertikalverschiebung auf 0/0	- Oberflächenglätte auf 0/0	- Oberflächenglätte auf 0/0 - Ev. Fugen- und Kantenschäden auf 1/1
- Anwendungsbereich	- $I_{B4}$ auf 0.0	- $I_{B4}$ auf 0.0	- $I_{B2}$ auf 0.0	- $I_{B2}$ auf 0.0 - Ev. $I_{B3}$ auf 0.6
- <b><math>I_1</math> festgelegt</b>	- <b><math>I_1 = -1.2</math></b>	- <b><math>I_1 = -1.8</math></b>	- <b><math>I_1 = -0.4</math></b>	- <b><math>I_1 = -0.2</math></b>
- <b>Weitere Indizes</b>	- <b><math>I_2 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_3, I_4 + I_5</math> keinen Ein- fluss</b>	- <b><math>I_2 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_3, I_4 + I_5</math> keinen Ein- fluss</b>	- <b><math>I_4 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_2, I_3, + I_5</math> keinen Einfluss</b>	- <b><math>I_4 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_2, I_3, + I_5</math> keinen Einfluss</b>

Tab. 25: Rücksetzwerte Oberflächenverbesserungen

Bemerkungen zu:

- 1.4.4, Hydrophobierung:
  - Eine Hydrophobierung wird unabhängig vom Zustand eingesetzt;
  - Eine Hydrophobierung hat keinen Einfluss auf die Zustands-Indizes;

	<b>1.5 Plattenersatz</b> (Beton oder Asphalt)
<b>Ausgangszustand</b>	
- Schäden visuell	- Vertikalverschiebung 2/3 bis 3/3
- Anwendungsbereich	- $I_{B4} = 3.3 - 5.0$
- Schäden visuell	- Risse, Brüche 2/3 bis 3/3
- Anwendungsbereich	- $I_{B5} = 3.3 - 5.0$
- <b><math>I_1</math> berücksichtigt</b>	- <b><math>I_1 = 3.0 - 4.0</math></b> (Vertikalverschiebung, Risse, Brüche)
- <b>Weitere Indizes berücksichtigt</b>	- <b><math>I_5 = 3.0 - 4.0</math></b>
<b>Rücksetzwert</b>	
- Schäden visuell	- Alle Teilindizes auf 0/0 (Schadenfrei)
- Anwendungsbereich	- Alle Teilindizes auf 0.0 (Schadenfrei)
- <b><math>I_1</math> festgelegt</b>	- <b><math>I_1 = 0.0</math></b>
- <b>Weitere Indizes</b>	- <b><math>I_2 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_3 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_4 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_5 &lt; 1.0</math></b>

Tab. 26: Rücksetzwerte Plattenersatz

### Instandsetzung und Verstärkung

In dieser Gruppe sind Massnahmen enthalten, die bei ausgedehnteren Schäden zur Anwendung gelangen. Ebenso sind hier Massnahmen im Falle einer Verstärkung im Sinne einer Erhöhung der Tragfähigkeit der Betondecke zu finden.

2.1	<b>Dünnschichtbelag</b>
2.1.1	OB Kunststoff
2.1.2	Kaltmicro (DASK), 15 mm
2.1.3	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, inkl. Fugenverguss

Abb. 22: Dünnschichtbeläge

Die Dünnschichtbeläge (Abb. 22) eignen sich bei leichten Schäden an der Oberflächen wie feinen Schwindrissen, leichtem Abrieb, eventuell bei Griffigkeitsproblemen. Die OB Kunststoff kommt vor allem bei Griffigkeitsproblemen zum Einsatz.

Die Rücksetzwerte in Bezug auf den Index  $I_1$  und die weiteren Indizes basieren auf folgenden Annahmen:

	<b>2.1.1 OB Kunststoff</b>	<b>2.1.2 Kaltmicro (DASK) 15 mm</b>	<b>2.1.3 Heissmicro (ACVTL) 20 mm, inkl. Fugenverguss</b>
<b>Ausgangszustand</b>			
- Schäden visuell	- Oberflächenglätte 2/2 bis 3/3	- Oberflächenglätte 2/2 bis 3/3	- Oberflächenglätte 2/2 bis 3/3
- Anwendungsbereich	- $I_{B1} = 2.2 - 5.0$	- $I_{B1} = 2.2 - 5.0$	- $I_{B1} = 2.2 - 5.0$
- Schäden visuell	- Materialverluste 1/1 bis 3/1	- Materialverluste 2/1 bis 2/2	- Materialverluste 2/1 bis 2/2
- Anwendungsbereich	- $I_{B2} = 0.6 - 1.7$	- $I_{B2} = 1.1 - 2.2$	- $I_{B2} = 1.1 - 2.2$
- <b><math>I_1</math> berücksichtigt</b>	- <b><math>I_1 = 0.4 - 0.8</math></b> (Oberflächenglätte, Materialverluste)	- <b><math>I_1 = 0.8 - 1.2</math></b> (Oberflächenglätte, Materialverluste)	- <b><math>I_1 = 1.0 - 1.4</math></b> (Oberflächenglätte, Materialverluste)
- Weitere Indizes berücksichtigt	- <b><math>I_4 = 3.0 - 4.0</math></b>	- <b><math>I_4 = 3.0 - 4.0</math></b>	- <b><math>I_4 = 3.0 - 4.0</math></b>
<b>Rücksetzwert</b>			
- Schäden visuell	- Oberflächenglätte auf 0/0 - Materialverluste auf 0/0 - Flicke auf 0/0	- Oberflächenglätte auf 0/0 - Materialverluste auf 0/0 - Flicke auf 0/0	- Oberflächenglätte auf 0/0 - Materialverluste auf 0/0 - Flicke auf 0/0
- Anwendungsbereich	- $I_{B1}$ auf 0.0 - $I_{B2}$ auf 0.0 - $I_{B6}$ auf 0.0	- $I_{B1}$ auf 0.0 - $I_{B2}$ auf 0.0 - $I_{B6}$ auf 0.0	- $I_{B1}$ auf 0.0 - $I_{B2}$ auf 0.0 - $I_{B6}$ auf 0.0
- <b><math>I_1</math> festgelegt</b>	- <b><math>I_1 = 0.0</math></b>	- <b><math>I_1 = 0.0</math></b>	- <b><math>I_1 = 0.0</math></b>
- Weitere Indizes	- <b><math>I_4 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_2, I_3 + I_5</math> keinen Einfluss</b>	- <b>Keinen Einfluss</b>	- <b>Keinen Einfluss</b>

Tab. 27: Rücksetzwerte Dünnschichtbeläge

2.2	<b>Belagsüberzug ohne SAMI (Deckschicht)</b>
2.2.1	40 mm, mit Fugenverguss
2.3	<b>Belagsüberzug mit SAMI (Deckschicht)</b>
2.3.1	40 mm und OB, ohne Fugenverguss
2.3.2	40 mm und OB, mit Fugenverguss
2.3.3	40 mm und Geovlies, ohne Fugenverguss
2.3.4	40 mm und Geovlies, mit Fugenverguss

Abb. 23: Belagsüberzüge

Ein einschichtiger Belagsüberzug eignet sich beim Vorliegen von mittleren bis schweren Belagsschäden (Abb. 23). Strukturelle Schäden wie Stufenbildung, Risse, usw. lassen sich nur in ganz geringem Ausmass beheben. Es ist jedoch unabdingbar, dass die Betonplatten stabil liegen, keine Hohlstellen aufweisen und nicht Pumpen, sonst werden diese Schäden in Kürze wieder sichtbar sein. Die Frage, ob mit oder ohne SAMI, Fugen schneiden oder nicht, hängt vom Schadenausmass, von der Plattenlänge und von den vorhandenen Vertikalbewegungen ab. Tendenziell ist eine SAMI mit mindestens teilweise geschnittenen Fugen die beste Lösung.

Die Rücksetzwerte in Bezug auf den Index  $I_1$  und die weiteren Indizes basieren auf folgenden Annahmen:

	<b>2.2.1 Belagsüberzug ohne SAMI mit Fugenverguss</b>	<b>2.3.1 / 2.3.3 Belagsüberzug mit SAMI ohne Fugenverguss</b>	<b>2.3.2 / 2.3.4 Belagsüberzug mit SAMI mit Fugenverguss</b>
<b>Ausgangszustand</b>			
- Schäden visuell	- Oberflächenglätte 2/2 bis 3/3	- Oberflächenglätte 3/1 bis 3/2	- Oberflächenglätte 3/1 bis 3/2
- Anwendungsbereich	- $I_{B1} = 2.2 - 5.0$	- $I_{B1} = 1.7 - 3.3$	- $I_{B1} = 1.7 - 3.3$
- Schäden visuell	- Materialverluste 2/2 bis 3/3	- Materialverluste 3/1 bis 3/2	- Materialverluste 3/1 bis 3/2
- Anwendungsbereich	- $I_{B2} = 2.2 - 5.0$	- $I_{B2} = 1.7 - 3.3$	- $I_{B2} = 1.7 - 3.3$
- Schäden visuell		- Vertikalverschiebung 1/1 bis 3/1	- Vertikalverschiebung 1/2 oder 2/1 bis 2/2
- Anwendungsbereich		- $I_{B4} = 0.6 - 1.7$	- $I_{B4} = 1.1 - 2.2$
- Schäden visuell		- Risse, Brüche 1/1 bis 3/1	- Risse, Brüche 1/2 oder 2/1 bis 2/2
- Anwendungsbereich		- $I_{B5} = 0.6 - 1.7$	- $I_{B5} = 1.1 - 2.2$
- <b><math>I_1</math> berücksichtigt</b>	- <b><math>I_1 = 3.0 - 4.0</math></b> (Oberflächenglätte, Materialverluste)	- <b><math>I_1 = 2.0 - 3.0</math></b> (Oberflächenglätte, Materialverluste, Vertikalverschiebung, Risse, Brüche )	- <b><math>I_1 = 3.0 - 4.0</math></b> (Oberflächenglätte, Materialverluste, Vertikalverschiebung, Risse, Brüche )
- <b>Weitere Indizes berücksichtigt</b>	- <b><math>I_4 = 3.0 - 4.0</math></b>	- <b><math>I_4 = 3.0 - 4.0</math></b>	- <b><math>I_4 = 3.0 - 4.0</math></b>
<b>Rücksetzwert</b>			
- Schäden visuell	- Alle Teilindizes auf 0/0 (Schadenfrei)	- Alle Teilindizes auf 0/0 (Schadenfrei)	- Alle Teilindizes auf 0/0 (Schadenfrei)
- Anwendungsbereich	- Alle Teilindizes auf 0.0 (Schadenfrei)	- Alle Teilindizes auf 0.0 (Schadenfrei)	- Alle Teilindizes auf 0.0 (Schadenfrei)
- <b><math>I_1</math> festgelegt</b>	- <b><math>I_1 = 0.0</math></b>	- <b><math>I_1 = 0.0</math></b>	- <b><math>I_1 = 0.0</math></b>
- <b>Weitere Indizes</b>	- <b><math>I_2 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_3 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_4 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_5 &lt; 1.0</math></b>	- <b><math>I_2 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_3 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_4 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_5 &lt; 1.0</math></b>	- <b><math>I_2 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_3 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_4 &lt; 1.0</math></b> - <b><math>I_5 &lt; 1.0</math></b>

Tab. 28 Rücksetzwerte Belagsüberzüge

2.4	Fahrbahnverstärkung
2.4.1	100 mm (Ohne Entspannen, Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)
2.4.2	180 mm (Ohne Entspannen, Deck-, Binder- und Tragschicht bitumenhaltig)
2.4.3	100 mm (Mit Entspannen, Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)
2.4.4	180 mm (Mit Entspannen, Deck-, Binder- und Tragschicht bitumenhaltig)
2.4.5	Teilweise Erneuerung (Nur 3. Generation, 40 mm Fräsen, 100 mm Beton)
2.4.6	Teilweise Erneuerung (Nur 3. Generation, 40 mm Fräsen, 100 mm Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)

Abb. 24: Fahrbahnverstärkung

Die Fahrbahnverstärkung (Abb. 24) kommt bei ungenügender Tragfähigkeit zum Einsatz. Dabei ist zuerst zu beachten, dass keine höhenbeschränkenden Elemente (Überführungen o.ä.) vorhanden sind. Die Dicke der Verstärkung bemisst sich auf Grund von Tragfähigkeitsmessungen mit dem FWD-Gerät oder dem Deflektographen. Dabei gibt es den zweischichtigen Aufbau mit Binder- und Deckschicht und auch den dreischichtigen mit zusätzlicher Tragschicht. Im Falle von grossen differentiellen Deformationen bei den Plattenfugen oder instabil liegenden Platten ist das vorgängige Entspannen mit dem Fallschwert sehr zu empfehlen, damit sich die Bewegungen nicht durch die Asphalttschicht hindurch als Risse bemerkbar machen können.

Bei Betondecken der 3. Generation kann eine Fahrbahnverstärkung durch Abfräsen der obersten 40 mm Beton und einem neuen Schichtaufbau in Beton oder Asphalt erzielt werden.

Die Rücksetzwerte in Bezug auf den Index  $I_1$  und die weiteren Indizes basieren auf folgenden Annahmen:

	<b>2.4.1 Verstärkung 100 mm ohne Entspannen</b>	<b>2.4.2 Verstärkung 180 mm ohne Entspannen</b>	<b>2.4.3 Verstärkung 100 mm mit Entspannen</b>	<b>2.4.4 Verstärkung 180 mm mit Entspannen</b>
<b>Ausgangszustand</b>				
- Schäden visuell	- Vertikalverschiebung 1/1 bis 2/1 oder 1/2	- Vertikalverschiebung 1/2 oder 1/2 bis 3/1 oder 1/3	- Vertikalverschiebung 2/2 bis 3/3	- Vertikalverschiebung 2/3 oder 3/2 bis 3/3
- Anwendungsbereich	- $I_{B4} = 0.6 - 1.1$	- $I_{B4} = 1.1 - 1.7$	- $I_{B4} = 2.2 - 5.0$	- $I_{B4} = 3.3 - 5.0$
- Schäden visuell	- Risse, Brüche 1/1 bis 2/1 oder 1/2	- Risse, Brüche 1/2 oder 1/2 bis 3/1 oder 1/3	- Risse, Brüche 2/2 bis 3/3	- Risse, Brüche 2/3 oder 3/2 bis 3/3
- Anwendungsbereich	- $I_{B5} = 0.6 - 1.1$	- $I_{B5} = 1.1 - 1.7$	- $I_{B5} = 2.2 - 5.0$	- $I_{B5} = 3.3 - 5.0$
- $I_1$ berücksichtigt	- $I_1 = 3.0 - 4.0$ (Vertikalverschiebung, Risse, Brüche)	- $I_1 = 3.0 - 4.0$ (Vertikalverschiebung, Risse, Brüche)	- $I_1 = 3.0 - 4.0$ (Vertikalverschiebung, Risse, Brüche)	- $I_1 = 3.0 - 4.0$ (Vertikalverschiebung, Risse, Brüche)
- Weitere Indizes berücksichtigt	- $I_5 = 3.0 - 4.0$	- $I_5 = 4.0 - 5.0$	- $I_5 = 3.0 - 4.0$	- $I_5 = 4.0 - 5.0$
<b>Rücksetzwert</b>				
- Schäden visuell	- Alle Teilindizes auf 0/0 (Schadenfrei)	- Alle Teilindizes auf 0/0 (Schadenfrei)	- Alle Teilindizes auf 0/0 (Schadenfrei)	- Alle Teilindizes auf 0/0 (Schadenfrei)
- Anwendungsbereich	- Alle Teilindizes auf 0.0 (Schadenfrei)	- Alle Teilindizes auf 0.0 (Schadenfrei)	- Alle Teilindizes auf 0.0 (Schadenfrei)	- Alle Teilindizes auf 0.0 (Schadenfrei)
- $I_1$ festgelegt	- $I_1 = 0.0$	- $I_1 = 0.0$	- $I_1 = 0.0$	- $I_1 = 0.0$
- Weitere Indizes	- $I_2 < 1.0$ - $I_3 < 1.0$ - $I_4 < 1.0$ - $I_5 < 1.0$	- $I_2 < 1.0$ - $I_3 < 1.0$ - $I_4 < 1.0$ - $I_5 < 1.0$	- $I_2 < 1.0$ - $I_3 < 1.0$ - $I_4 < 1.0$ - $I_5 < 1.0$	- $I_2 < 1.0$ - $I_3 < 1.0$ - $I_4 < 1.0$ - $I_5 < 1.0$

Tab. 29 Rücksetzwerte Fahrbahnverstärkung

	<b>2.4.5 / 2.4.6 Teilweise Erneuerung in Beton oder Asphalt</b> (Nur 3. Generation, 40 mm Fräsen, 100 mm Beton oder 100 mm Deck- und Binderschicht)
<b>Ausgangszustand</b>	
- Schäden visuell	- Oberflächenglätte 2/2 bis 3/3
- Anwendungsbereich	- $I_{B1} = 2.2 - 5.0$
- Schäden visuell	- Materialverluste 2/2 bis 3/3
- Anwendungsbereich	- $I_{B2} = 2.2 - 5.0$
- $I_1$ berücksichtigt	- $I_1 = 3.0 - 4.0$ (Vertikalverschiebung, Risse, Brüche)
- Weitere Indizes berücksichtigt	- $I_5 = 3.0 - 4.0$
<b>Rücksetzwert</b>	
- Schäden visuell	- Alle Teilindizes auf 0/0 (Schadenfrei)
- Anwendungsbereich	- Alle Teilindizes auf 0.0 (Schadenfrei)
- $I_1$ festgelegt	- $I_1 = 0.0$
- Weitere Indizes	- $I_2 < 1.0$ - $I_3 < 1.0$ - $I_4 < 1.0$ - $I_5 < 1.0$

Tab. 30: Rücksetzwerte teilweise Erneuerung

## Erneuerung

3.1	200 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)
3.2	240 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)
3.3	260 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)

Abb. 25: Erneuerung

Bei der Erneuerung (Tab. 25) wird der vorhandene Belag vollständig abgetragen und durch einen neuen normgerechten Aufbau mit einer gebundenen Unterlage (Oberbau Typ 12) ersetzt. Die Schichtstärke richtet sich gemäss Norm nach dem Untergrund und der Verkehrsbelastung [2].

Die Rücksetzwerte in Bezug auf den Index  $I_1$  und die weiteren Indizes basieren auf folgenden Annahmen:

	<b>3.1 / 3.2 / 3.3</b> <b>Erneuerung</b> (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)
<b>Ausgangszustand</b>	
- Schäden visuell	- Schäden im oberen Bereich von Ausmass und Schwere ( $I_1$ , schwere Schäden)
- $I_1$ berücksichtigt	- $I_1 = 3.0 - 4.0$ (Vertikalverschiebung, Risse, Brüche)
- Weitere Indizes berücksichtigt	- $I_2 = 4.0 - 5.0$ - $I_3 = 4.0 - 5.0$ - $I_4 = 4.0 - 5.0$ - $I_5 = 4.0 - 5.0$
<b>Rücksetzwert</b>	
- Schäden visuell	- Alle Teilindizes auf 0/0 (Schadenfrei)
- Anwendungsbereich	- Alle Teilindizes auf 0.0 (Schadenfrei)
- $I_1$ festgelegt	- $I_1 = 0.0$
- Weitere Indizes	- $I_2 < 1.0$ - $I_3 < 1.0$ - $I_4 < 1.0$ - $I_5 < 1.0$

Tab. 31 Rücksetzwerte Erneuerung

## **4. Erkenntnisse, Folgerungen**

### **4.1. Bewertung und Beurteilung**

Die Anforderungen gemäss der Ausschreibung in Strasse und Verkehr 9/2004 konnten erfüllt werden. Es konnten Standardmassnahmen sowohl für bitumenhaltige Oberbauten wie auch für Betondecken strukturiert nach Reparatur, Instandsetzung und Verstärkung sowie Erneuerung festgelegt werden. Die Spezifikationen zu den Massnahmen sind in enger Zusammenarbeit mit den vier andern Teilprojekten des Forschungspaketes und auch aus den Anforderungen der Praxis festgelegt worden.

Der Forschungsbericht mit den Katalogen und den Hilfstabellen kann als weitgehende Grundlage zur Erarbeitung einer VSS-Norm herangezogen werden. Die Kataloge sind zudem derart aufgebaut, dass sie in entsprechenden EDV-Programmen integriert werden können.

### **4.2. Formulierung allgemein gültiger Grundlagen**

Die erarbeiteten Kataloge sind ein praxisperechtes Instrument für den fachkundigen Anwender. Sie richten sich an Fachpersonen im Bereich der Erhaltungsplanung auf Netzebene. Die Basis für eine nachhaltige Erhaltungsplanung bildet in jedem Fall eine Zustandserhebung gemäss den aktuellen Normen SN 640 925b und SN 640 926 [9 + 10].

Die bei den befragten Kantonen und Gemeinden vorhandenen sehr unterschiedlichen Kataloge sowie die vielfach angewendete situative Entscheidungsfindung kann nun durch ein einheitliches Instrumentarium, die standardisierten Erhaltungsmassnahmen, ersetzt werden. Der Einsatz dieser Massnahmenkataloge erlaubt die netzweite mittel- bis langfristige Massnahmen- und Finanzplanung von Fahrbahnen auf Basis von visuellen und allenfalls messtechnischen Zustandsbewertungen. Bei der visuellen Zustandsbewertung (Index I<sub>v</sub>) sind in jedem Fall die Gruppenwerte und daraus abgeleitet die Einzelindizes zu ermitteln, damit eine auf das Schadenbild abgestimmte Massnahmenplanung vorgenommen werden kann.

Der Strasseneigentümer wird dabei aus den umfangreichen Massnahmen der Kataloge eine Auswahl treffen. Nur wenige, häufig verwendete Massnahmen, abgestimmt auf die Art des zu betreuenden Netzes, erlauben eine langfristige Planung mit standardisierten Massnahmen.

Zu jeder gewählten Massnahme gehört auch ein Ausführungszeitraum. Diese Aussage ist abhängig vom Verhalten des betroffenen Strassenabschnittes. Diese Verhaltenskurven, abhängig von diversen Parametern, liefert das Teilprojekt 2, Schadensprozesse und Verhaltenskurven.

Aufbauend auf der Planung mit standardisierten Massnahmen auf Netzebene (strategische Planung) wird der Strasseneigentümer die effektive Planung und Ausführung abgestimmt auf die jeweils am konkreten Objekt herrschenden Randbedingungen durchführen (Objekt-Planung). Dabei können durchaus noch weitere Untersuchungen (Aufschlüsse, Deflektionsmessungen, usw.) angeordnet werden, um vertieftere Kenntnisse des Objektes zu erlangen.

## 5. Empfehlungen

### 5.1. Empfehlungen für die systematische Massnahmenplanung

Eine systematische und damit auch eine nachhaltige Massnahmenplanung mit standardisierten Massnahmen auf Netzebene ist die Grundlage für eine bedarfsgerechte und zeitabhängige Finanzplanung. Das ist auch die unabdingbare Grundlage für die politischen Verantwortungsträger. Nur so kann die Erhaltung und damit auch die Werterhaltung der Infrastrukturanlage „Strasse“ längerfristig gesichert werden.

Damit überhaupt eine systematische Massnahmenplanung erfolgen kann, muss der Strasseneigentümer Kenntnisse über den Zustand seines Netzes haben. Das ist im einfachsten Fall der Index  $I_1$  (visuelle Zustandserhebung nach Norm SN 640 925b und SN 640 926 [9 + 10]). Dabei ist es aber zwingend notwendig, dass die Gruppenwerte bzw. die Einzelindizes bestimmt werden (detaillierte Aufnahmen), ansonsten eine auf das Schadenbild abgestimmte Massnahmenplanung nicht durchgeführt werden kann. Weiter besteht die Möglichkeit der weiterführenden messtechnischen Zustandserhebung (Indizes  $I_2$  bis  $I_4$ ), abhängig von den Bedürfnissen des Strasseneigentümers.

Die erarbeiteten Massnahmenkataloge als Teil einer systematischen Durchführung einer Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement sind noch theoretisch und sollten daher einem Praxis-Tauglichkeits-Test unterzogen werden. Das sollte einerseits im Zusammenhang mit einer Beispielrechnung unter Einbezug der Ergebnisse des gesamten Forschungspaketes Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen erfolgen. Andererseits sollten die Zahlenwerte auch im Gebrauch mit entsprechenden EDV-Werkzeugen (PMS) validiert und allenfalls verfeinert oder angepasst werden. Die erarbeiteten Grundlagen sind also nicht abschliessend. Beim Vorliegen von neuen Erkenntnissen sollten die Ergebnisse entsprechend ergänzt und erweitert werden.

Die Bezugseinheit für die Erhebung des Index  $I_1$  (visuelle Zustandserhebung) ist bei Nationalstrassen ein Fahrstreifen (100-m-Abschnitte) und bei allen andern Strassen die ganze Fahrbahn (50-m-Abschnitte). In Einzelfällen, bei stark unterschiedlichem Schadenbild, kann auch beim übrigen Strassennetz ein fahrstreifenweises Beurteilen angezeigt sein, damit auch die Massnahmenplanung entsprechend differenziert gestaltet werden kann.

Die messtechnisch erfassten Indizes  $I_2$  bis  $I_5$  gelten grundsätzlich für einen Fahrstreifen. Sie können aber auch auf die gesamte Fahrbahn extrapoliert werden, was aber eine Reduktion der Genauigkeit des Zustandes mit sich bringt.

## 5.2. Leitfaden

Als Leitfaden kann der nachstehend formulierte Ablauf in Stichworten dienen:

### **Netz-Ebene (Strategische Ebene), PMS-Planung**

- Zustandsaufnahme ( $I_1$  visuell,  $I_2 - I_5$  messtechnisch);
- Massnahmenplanung (standardisierte Massnahmen) mit Ausführungszeitraum (Verhaltenskurve);
- Finanzplanung (Zeitraum)

### **Objekt-Ebene, konkrete Planung**

- Vertiefte Aufnahmen, falls nötig (Aufschlüsse, Deflektions-Messungen)
  - Planung, Projektierung
  - Ausschreibung
  - Realisation
  - Mutation Zustandsplan und Massnahmenplanung  $\Rightarrow$  Netzebene (strategische Ebene)
-

## **6. Normentwurf**

### **6.1. Einleitung**

Eine ergänzende Norm zu den bestehenden Normen SN 640 730 bis 736 [3 – 8] wäre sehr wünschenswert. Darin wären die wichtigsten Erläuterungen aus dem Forschungsbericht aufzuführen. Als Hilfe für die Nutzer ist eine Art Wegleitung zum Gebrauch der doch recht umfangreichen Kataloge sicher angebracht. Ein wesentlicher Teil der Norm wären natürlich die Kataloge mit den zugehörigen Hilfstabellen.

### **6.2. Inhaltsverzeichnis**

Ein mögliches Inhaltsverzeichnis würde sich folgendermassen präsentieren:

#### **A Allgemeines**

1. Anwendungsbereich
2. Gegenstand
3. Zweck

#### **B Begriffe**

4. Rücksetzwert
5. Wirkung
6. Verhaltensklasse
7. Schadengruppe

#### **C Struktur und Aufbau**

8. Allgemein
9. Einzelthemen
10. Hilfstabellen

#### **D Massnahmen für bitumenhaltige Oberbauten**

11. Reparatur
12. Instandsetzung und Verstärkung
13. Erneuerung

#### **E Massnahmen für Betondecken**

14. Reparatur
15. Instandsetzung und Verstärkung
16. Erneuerung

#### **F Literaturverzeichnis**

#### **G Kataloge und Hilfstabellen**

17. Bitumenhaltige Oberbauten
  - 17.1 Katalog
  - 17.2 Verhaltensklasse
  - 17.3 Schadengruppe
18. Betondecken
  - 18.1 Katalog
  - 18.2 Verhaltensklasse
  - 18.3 Schadengruppe

## **7. Literaturverzeichnis**

### **7.1. SN Normen**

- [1] SN 640 302b, Strasse und Gleiskörper, Terminologie
- [2] SN 640 324a, Dimensionierung Strassenoberbau
- [3] SN 640 730b, Erhaltung von Fahrbahnen, Kopfnorm, Massnahmenkonzept
- [4] SN 640 731b, Erhaltung bituminöser Oberbauten, Reparatur
- [5] SN 640 732a, Erhaltung bituminöser Oberbauten, Instandsetzung
- [6] SN 640 733b, Erhaltung von Fahrbahnen, Oberbauverstärkung von Fahrbahnen in bituminöser Bauweise aufgrund von Deflektionsmessungen
- [7] SN 640 735a, Erhaltung von Betonbelägen, Reparatur
- [8] SN 640 736a, Erhaltung von Betonbelägen, Instandsetzung und Verstärkung
- [9] SN 640 925b, Erhaltungsmanagement der Fahrbahnen (EMF), Anleitung zur visuellen Zustandserhebung und Indexbewertung mit dem Schadenkatalog
- [10] SN 640 926, Erhaltungsmanagement der Fahrbahnen EMF, Visuelle Zustandserhebung: Einzelindizes

### **7.2. FGSV Normen**

- [11] RPE-Stra 01, Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmassnahmen an Strassenbefestigungen
- [12] 9/R, Arbeitspapier zur Erhaltungsplanung
- [13] RStO 01, Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen

### **7.3. VSS Forschungsberichte**

- [14] 1108, Abschätzung des durchschnittlichen jährlichen Wertverlustes von kommunalen Strassennetzen

### **7.4. Übrige Literatur**

- [15] Werterhalt von Strassen, Leitfaden für Politiker und Praktiker, Schweizerischer Gemeindeverband und Schweizerischer Städteverband
  - [16] Betonstrassenpraxis, Der Leitfaden für den Betonbelagsbau, Holcim (Schweiz) AG
  - [17] Diverse technische Firmen-Dokumentationen über Kalt-Recycling-Verfahren
-

## **8. Anhänge**

### **8.1. Bitumenhaltige Oberbauten**

**Massnahmenkatalog**

**Hilfstabelle Verhaltensklasse**

**Hilfstabelle Schadengruppe**

### **8.2. Betondecken**

**Massnahmenkatalog**

**Hilfstabelle Verhaltensklasse**

**Hilfstabelle Schadengruppe**

---

Spezifikationen		Eignung	
Massnahmen		Geeignet für:	
		Schadenmerkmale	Schadengruppe
<b>1.</b>	<b>Reparatur SN 640 731b</b>		
1.1	Riss - Instandsetzung	Einzelrisse, offene Naht	BES
1.2	Flächenflick, kleine Einzelflächen	Leichte Netzrisse, Belagsschäden, ev. Belagsrandrisse	BES, STS
1.3	Flächenflick, grosse Einzelflächen	Leichte Netzrisse, Belagsschäden, ev. Belagsrandrisse	BES, STS
1.4	Grabenflicke Instand stellen	Schadhafte Grabenflicke	BES, BVF, FLI
1.5	Fugen RA ausgiessen	Schadhafte Fugen Randabschlüsse	
<b>2.</b>	<b>Instandsetzung und Verstärkung SN 640 732a, 640 733b</b>		
2.1	<b>Oberflächenverbesserungen</b>		
2.1.1	OB fein (Gehweg)	Leichte Belagsschäden, leichte Netzrisse	BES, STS
2.1.2	OB grob	Leichte Belagsschäden, leichte Netzrisse, ungenügende Griffigkeit	BES, STS, OFG
2.1.3	OB doppelt	Leichte Belagsschäden, leichte Netzrisse, leichte Belagsverformungen	BES, STS, OFG, BVF
2.1.4	OB Kunststoff	Leichte Belagsschäden, ungenügende Griffigkeit	BES, OFG
2.2	<b>Dünnschichtbelag</b>		
2.2.1	Kaltmicro (DASK), 15 mm, ohne Vorfräsen	Leichte Belagsschäden, leichte Netzrisse	BES, STS
2.2.2	Kaltmicro (DASK), 15 mm, mit Vorfräsen	Leichte Belagsschäden, leichte Netzrisse, leichte Belagsverformungen	BES, STS, BVF
2.2.3	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, ohne Vorfräsen	Leichte Belagsschäden, leichte Netzrisse	BES, STS
2.2.4	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, mit Vorfräsen	Leichte Belagsschäden, leichte Netzrisse, leichte Belagsverformungen	BES, STS, BVF
2.3	<b>Hocheinbau (Deckschicht)</b>		
2.3.1	40 mm, ohne Vorfräsen	Mittlere Belags- und Strukturschäden, Tragfähigkeit knapp ungenügend	BES, STS, OFG
2.3.2	40 mm, mit Vorfräsen	Mittlere Belags- und Strukturschäden, mittlere Belagsverformungen	BES, STS, BVF
2.3.3	40 mm, mit Vorfräsen und Asphaltbewehrung	Wie vor, zusätzlich Risse und ev. Belagsflicke	BES, STS, BVF, FLI
2.4	<b>Hocheinbau (Deck- und Binderschicht)</b>		
2.4.1	100 mm, ohne Vorfräsen	Stark Ungenügende Tragfähigkeit, starke Belags- und Strukturschäden	BES, STS
2.4.2	100 mm, mit Vorfräsen	Wie vor, zusätzlich Belagsverformungen	BES, STS, BVF
2.4.3	100 mm, mit Vorfräsen und Asphaltbewehrung	Wie vor, zusätzlich Risse und ev. Belagsflicke	BES, STS, BVF, FLI
2.5	<b>Tiefeinbau (Deckschicht)</b>		
2.5.1	20 mm (Gehweg)	Starke Belagsschäden, weiteren Schäden, intakte Tragschicht	BES, STS, BVF
2.5.2	40 mm	Wie vor, zusätzlich Belagsverformungen	BES, STS, BVF
2.5.3	40 mm mit Asphaltbewehrung	Wie vor, zusätzlich Risse und ev. Belagsflicke	BES, STS, BVF, FLI
2.6	<b>Tiefeinbau (Deck- und Binderschicht)</b>		
2.6.1	100 mm	Sehr starke Belagsschäden und Belagsverformungen	BES, STS, BVF
2.6.2	100 mm mit Asphaltbewehrung	Wie vor, zusätzlich Risse und ev. Belagsflicke	BES, STS, BVF, FLI
2.7	<b>Spurrinnen - Instandsetzung (Fräsen, Belag)</b>		
2.7.1	2 Radspuren (1 Fahrspur)	Spurrinnen einseitig, sonst keine wesentlichen Schäden	BVF
2.7.2	4 Radspuren (2 Fahrspuren)	Spurrinnen beidseitig, sonst keine wesentlichen Schäden	BVF
<b>3.</b>	<b>Erneuerung SN 640 324a</b>		
3.1	<b>Gesamt - Erneuerungen</b>		
3.1.1	200 mm (Deck-, Binder- und Tragschicht)	Starke Schäden an allen Belagsschichten, intakte Fundation	OFG, BES, BVF, STS
3.1.2	250 mm (Fundation AC F, Deck- und Tragschicht)	Starke Belagsschäden und ungenügende Tragfähigkeit	OFG, BES, BVF, STS
3.1.3	400 mm (300 mm Fundation Kiessand)	Starke Belagsschäden und ungenügende Tragfähigkeit	OFG, BES, BVF, STS
3.1.4	600 mm (400 mm Fundation Kiessand)	Starke Belagsschäden und ungenügende Tragfähigkeit	OFG, BES, BVF, STS
3.2	<b>Bankett- und Rand - Erneuerungen</b>		
3.2.1	Einseitig, ohne Belagserneuerung	Einseitig abgedrückte Ränder	STS
3.2.2	Einseitig, mit Belagserneuerung (Hocheinbau)	Einseitig abgedrückte Ränder und weitere Belagsschäden	STS, OFG, BES, BVF
3.2.3	Beidseitig, ohne Belagserneuerung	Beidseitig abgedrückte Ränder	STS
3.2.4	Beidseitig, mit Belagserneuerung (Hocheinbau)	Beidseitig abgedrückte Ränder und weitere Belagsschäden	STS, OFG, BES, BVF
3.3	<b>Recyclingverfahren</b>		
3.3.1	200 mm KMF, 15 mm Kaltmicrobelag	Starke Belagsschäden und ungenügende Tragfähigkeit	OFG, BES, BVF, STS
3.3.2	250 mm KMF, 40 mm Deckschicht	Starke Belagsschäden und ungenügende Tragfähigkeit	OFG, BES, BVF, STS
3.3.3	300 mm KMF, 100 mm Deck- und Tragschicht	Starke Belagsschäden und ungenügende Tragfähigkeit	OFG, BES, BVF, STS

OFG = Oberflächenglätte  
 BES = Belagsschäden  
 BVF = Belagsverformungen  
 STS = Strukturelle Schäden  
 FLI = Flicke

Spezifikationen		Einschränkung	
		Ungeeignet für:	
Massnahmen		Schadenmerkmale	Schadengruppe
<b>1.</b>	<b>Reparatur SN 640 731b</b>		
1.1	Riss - Instandsetzung	Netzrisse	STS
1.2	Flächenflick, kleine Einzelflächen	Starke Netzrisse, Belagsverformungen, Belagsrandrisse	STS
1.3	Flächenflick, grosse Einzelflächen	Starke Netzrisse, Belagsverformungen, Belagsrandrisse	STS
1.4	Grabenflicke Instand stellen	Ungenügender Aufbau best. Belag	STS
1.5	Fugen RA ausgiessen	Ungenügende Fundation Randabschluss	
<b>2.</b>	<b>Instandsetzung und Verstärkung SN 640 732a, 640 733b</b>		
<b>2.1 Oberflächenverbesserungen</b>			
2.1.1	OB fein (Gehweg)	Starke Belagsschäden, Belagsverformungen, Strukturelle Schäden	BES, BVF, STS
2.1.2	OB grob	Starke Belagsschäden, Belagsverformungen, Strukturelle Schäden	BES, BVF, STS
2.1.3	OB doppelt	Starke Belagsschäden und Belagsverformungen, Strukturelle Schäden	BES, BVF, STS
2.1.4	OB Kunststoff	Starke Belagsschäden und Belagsverformungen, Strukturelle Schäden	BES, BVF, STS
<b>2.2 Dünnschichtbelag</b>			
2.2.1	Kaltmicro (DASK), 15 mm, ohne Vorfräsen	Starke Belagsschäden, Belagsverformungen, Strukturelle Schäden	BES, BVF, STS
2.2.2	Kaltmicro (DASK), 15 mm, mit Vorfräsen	Starke Belagsschäden und Belagsverformungen, Strukturelle Schäden	BES, BVF, STS
2.2.3	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, ohne Vorfräsen	Starke Belagsschäden, Belagsverformungen, Strukturelle Schäden	BES, BVF, STS
2.2.4	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, mit Vorfräsen	Starke Belagsschäden und Belagsverformungen, Strukturelle Schäden	BES, BVF, STS
<b>2.3 Hocheinbau (Deckschicht)</b>			
2.3.1	40 mm, ohne Vorfräsen	Stark ungenügende Tragfähigkeit, Randabschlüsse	STS
2.3.2	40 mm, mit Vorfräsen	Stark ungenügende Tragfähigkeit	STS
2.3.3	40 mm, mit Vorfräsen und Asphaltbewehrung	Stark ungenügende Tragfähigkeit	STS
<b>2.4 Hocheinbau (Deck- und Binderschicht)</b>			
2.4.1	100 mm, ohne Vorfräsen	Höheneinschränkungen (Lichtraumprofil), Randabschlüsse	
2.4.2	100 mm, mit Vorfräsen	Höheneinschränkungen (Lichtraumprofil), Randabschlüsse	
2.4.3	100 mm, mit Vorfräsen und Asphaltbewehrung	Höheneinschränkungen (Lichtraumprofil), Randabschlüsse	
<b>2.5 Tiefeinbau (Deckschicht)</b>			
2.5.1	20 mm (Gehweg)	Stark ausgeprägte Schäden, ungenügende Tragschicht	BES, STS, BVF
2.5.2	40 mm	Stark ausgeprägte Schäden, ungenügende Tragschicht	BES, STS, BVF
2.5.3	40 mm mit Asphaltbewehrung	Stark ausgeprägte Schäden, ungenügende Tragschicht	BES, STS, BVF
<b>2.6 Tiefeinbau (Deck- und Binderschicht)</b>			
2.6.1	100 mm	Ungenügende Tragschicht	STS
2.6.2	100 mm mit Asphaltbewehrung	Ungenügende Tragschicht	STS
<b>2.7 Spurrinnen - Instandsetzung (Fräsen, Belag)</b>			
2.7.1	2 Radspuren (1 Fahrspur)	Strukturelle Schäden	STS
2.7.2	4 Radspuren (2 Fahrspuren)	Strukturelle Schäden	STS
<b>3.</b>	<b>Erneuerung SN 640 324a</b>		
<b>3.1 Gesamt - Erneuerungen</b>			
3.1.1	200 mm (Deck-, Binder- und Tragschicht)	Leichte Belagsschäden	BES
3.1.2	250 mm (Fundation AC F, Deck- und Tragschicht)	Leichte Belagsschäden, intakte Fundation	BES
3.1.3	400 mm (300 mm Fundation Kiessand)	Leichte Belagsschäden, intakte Fundation	BES
3.1.4	600 mm (400 mm Fundation Kiessand)	Leichte Belagsschäden, intakte Fundation	BES
<b>3.2 Bankett- und Rand - Erneuerungen</b>			
3.2.1	Einseitig, ohne Belagserneuerung	Allgemein ungenügende Tragfähigkeit	STS
3.2.2	Einseitig, mit Belagserneuerung (Hocheinbau)	Stark undgenügender Tragfähigkeit	STS
3.2.3	Beidseitig, ohne Belagserneuerung	Allgemein ungenügende Tragfähigkeit	STS
3.2.4	Beidseitig, mit Belagserneuerung (Hocheinbau)	Stark undgenügender Tragfähigkeit	STS
<b>3.3 Recyclingverfahren</b>			
3.3.1	200 mm KMF, 15 mm Kaltmicrobelag	Leichte Belagsschäden, intakte Fundation	BES
3.3.2	250 mm KMF, 40 mm Deckschicht	Leichte Belagsschäden, intakte Fundation	BES
3.3.3	300 mm KMF, 100 mm Deck- und Tragschicht	Leichte Belagsschäden, intakte Fundation	BES

OFG = Oberflächenglätte  
 BES = Belagsschäden  
 BVF = Belagsverformungen  
 STS = Strukturelle Schäden  
 FLI = Flicke

Spezifikationen		Anwendungsbereich									
		I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>
Massnahmen		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>
<b>1.</b>	<b>Reparatur SN 640 731b</b>										
1.1	Riss - Instandsetzung	0.4 - 0.8	1.1 - 2.2		1.1 - 2.2						
1.2	Flächenflick, kleine Einzelflächen	0.6 - 1.2	1.1 - 2.2		1.1 - 2.2						
1.3	Flächenflick, grosse Einzelflächen	0.5 - 1.5	1.1 - 3.3		1.1 - 3.3						
1.4	Grabenflicke Instand stellen	0.6 - 0.9				3.3 - 5.0					
1.5	Fugen RA ausgiessen										
<b>2.</b>	<b>Instandsetzung und Verstärkung SN 640 732a, 640 733b</b>										
2.1	<b>Oberflächenverbesserungen</b>		1)								
2.1.1	OB fein (Gehweg)	0.8 - 1.2	1.7 - 3.3	2.2 - 3.3		1.1 - 2.2				3.0 - 4.0	
2.1.2	OB grob	0.8 - 1.2	1.7 - 3.3	2.2 - 3.3		1.1 - 2.2				3.0 - 4.0	
2.1.3	OB doppelt	1.4 - 2.4	1.7 - 3.3	2.2 - 3.3	1.7 - 2.2	1.1 - 2.2				3.0 - 4.0	
2.1.4	OB Kunststoff	0.8 - 1.2	1.7 - 3.3	2.2 - 3.3						3.0 - 4.0	
2.2	<b>Dünnschichtbelag</b>		1)								
2.2.1	Kaltmicro (DASK), 15 mm, ohne Vorfräsen	0.8 - 1.2	1.7 - 3.3	2.2 - 3.3		1.1 - 2.2					
2.2.2	Kaltmicro (DASK), 15 mm, mit Vorfräsen	1.4 - 2.0	1.7 - 3.3	2.2 - 3.3	1.7 - 2.2	1.7 - 2.2		2.0 - 3.0	2.0 - 3.0		
2.2.3	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, ohne Vorfräsen	1.4 - 2.4	1.7 - 3.3	2.2 - 3.3		1.1 - 2.2					
2.2.4	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, mit Vorfräsen	2.3 - 3.2	1.7 - 3.3	2.2 - 3.3	1.7 - 2.2	1.7 - 2.2		2.0 - 3.0	2.0 - 3.0		
2.3	<b>Hocheinbau (Deckschicht)</b>										
2.3.1	40 mm, ohne Vorfräsen	2.5 - 3.5	1.7 - 2.2	2.2 - 5.0	1.7 - 2.2	1.7 - 2.2	1.7 - 3.3	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	3.0 - 4.0
2.3.2	40 mm, mit Vorfräsen	2.5 - 3.5	1.7 - 2.2	2.2 - 5.0	1.7 - 5.0	1.7 - 2.2	1.7 - 3.3	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	3.0 - 4.0	3.0 - 4.0
2.3.3	40 mm, mit Vorfräsen und Asphaltbewehrung	2.5 - 3.5	1.7 - 2.2	2.2 - 5.0	1.7 - 5.0	1.7 - 3.3	2.2 - 5.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	3.0 - 4.0	3.0 - 4.0
2.4	<b>Hocheinbau (Deck- und Binderschicht)</b>										
2.4.1	100 mm, ohne Vorfräsen	3.0 - 4.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	1.7 - 3.3	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	2.5 - 3.5	2.5 - 3.5	> 3.5	> 3.5
2.4.2	100 mm, mit Vorfräsen	3.0 - 4.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	1.7 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	2.5 - 3.5	> 3.5	> 3.5	> 3.5
2.4.3	100 mm, mit Vorfräsen und Asphaltbewehrung	3.0 - 4.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	1.7 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	2.5 - 3.5	> 3.5	> 3.5	> 3.5
2.5	<b>Tiefeinbau (Deckschicht)</b>										
2.5.1	20 mm (Gehweg)	3.0 - 4.0	1.7 - 2.2	2.2 - 3.3	0.6 - 1.7	1.7 - 3.3	1.1 - 3.3				
2.5.2	40 mm	3.0 - 4.0	1.7 - 3.3	2.2 - 3.3	2.2 - 3.3	1.7 - 3.3	1.1 - 3.3	2.5 - 3.5	> 3.5	3.0 - 4.0	
2.5.3	40 mm mit Asphaltbewehrung	3.0 - 4.0	1.7 - 3.3	2.2 - 3.3	2.2 - 3.3	1.7 - 5.0	1.7 - 3.3	2.5 - 3.5	> 3.5	3.0 - 4.0	2.0 - 3.0
2.6	<b>Tiefeinbau (Deck- und Binderschicht)</b>										
2.6.1	100 mm	3.5 - 4.5	2.2 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	2.2 - 5.0	2.2 - 5.0	3.0 - 4.0	> 3.5	3.0 - 4.0	2.0 - 3.0
2.6.2	100 mm mit Asphaltbewehrung	3.5 - 4.5	2.2 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.0 - 4.0	> 3.5	3.0 - 4.0	2.5 - 3.5
2.7	<b>Spurrinnen - Instandsetzung (Fräsen, Belag)</b>										
2.7.1	2 Radspuren (1 Fahrspur)	0.8 - 1.8			2.2 - 3.3					3.0 - 4.0	
2.7.2	4 Radspuren (2 Fahrspuren)	1.2 - 2.4			3.3 - 5.0					3.0 - 4.0	
<b>3.</b>	<b>Erneuerung SN 640 324a</b>										
3.1	<b>Gesamt - Erneuerungen</b>										
3.1.1	200 mm (Deck-, Binder- und Tragschicht)	4.0 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	> 3.5	> 3.5		
3.1.2	250 mm (Fundation AC F, Deck- und Tragschicht)	4.0 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	> 3.5	> 3.5		4.0 - 5.0
3.1.3	400 mm (300 mm Fundation Kiessand)	4.0 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	> 3.5	> 3.5		4.0 - 5.0
3.1.4	600 mm (400 mm Fundation Kiessand)	4.0 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	> 3.5	> 3.5		4.0 - 5.0
3.2	<b>Bankett- und Rand - Erneuerungen</b>										
3.2.1	Einseitig, ohne Belagserneuerung	0.8 - 1.8				1.7 - 3.3			2.0 - 3.0		3.0 - 4.0
3.2.2	Einseitig, mit Belagserneuerung (Hocheinbau)	2.0 - 3.0	1.1 - 3.3	1.1 - 3.3	1.1 - 3.3	1.7 - 3.3			2.5 - 3.5		3.0 - 4.0
3.2.3	Beidseitig, ohne Belagserneuerung	1.2 - 2.4				2.2 - 5.0			2.5 - 3.5		3.0 - 4.0
3.2.4	Beidseitig, mit Belagserneuerung (Hocheinbau)	3.0 - 4.0	1.7 - 5.0	1.7 - 5.0	1.7 - 5.0	2.2 - 5.0			3.0 - 4.0		3.0 - 4.0
3.3	<b>Recyclingverfahren</b>										
3.3.1	200 mm KMF, 15 mm Kaltmicrobelag	4.0 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	> 3.5	> 3.5		4.0 - 5.0
3.3.2	250 mm KMF, 40 mm Deckschicht	4.0 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	> 3.5	> 3.5		4.0 - 5.0
3.3.3	300 mm KMF, 100 mm Deck- und Tragschicht	4.0 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	> 3.5	> 3.5		4.0 - 5.0

= Hauptauslösende(s) Merkmal(e)

*kursiv* = Der I1 als alleinige Grundlage für eine Massnahmenplanung ist ungenügend!  
Es sind mindestens noch die Gruppenwerte, bzw. die Teilindizes,  
oder weitere Angaben / Indizes notwendig

1) = Oberflächenbehandlungen und Dünnschichtbeläge sind bei starkem Schwitzen  
ungeeignet (Massnahme mit Fräsen und Walzassphalt wählen)

Feld leer = Dieses Schadenmerkmal darf nicht vorkommen (Massnahme ungeeignet)

Spezifikationen		Rücksetzwert (In Bezug auf Indizes)										Wirkung			
		I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>	Verhaltensklasse				
		I <sub>A1</sub>	I <sub>A2</sub>	I <sub>A3</sub>	I <sub>A4</sub>	I <sub>A5</sub>					relativ	festgelegt			
<b>1.</b>	<b>Reparatur SN 640 731b</b>														
1.1	Riss - Instandsetzung	-0.2		-0.5		-0.5									+/- 0
1.2	Flächenflick, kleine Einzelflächen	-0.3	0.0			-0.5	0.6								+/- 0
1.3	Flächenflick, grosse Einzelflächen	-0.6	0.0			-1.1	1.7								+/- 0
1.4	Grabenflicke Instand stellen	-0.4					-2.2	-0.5	-0.5				-0.5		+/- 0
1.5	Fugen RA ausgiessen														+/- 0
<b>2.</b>	<b>Instandsetzung und Verstärkung SN 640 732a, 640 733b</b>														
<b>2.1</b>	<b>Oberflächenverbesserungen</b>														
2.1.1	OB fein (Gehweg)	-1.0	0.0	0.0		-0.5	-0.5						<1.0		+/- 0
2.1.2	OB grob	-1.0	0.0	0.0		-0.5	-0.5						<1.0		+/- 0
2.1.3	OB doppelt	-1.3	0.0	0.0	-1.1	-0.5	0.0			-1.0			<1.0		+/- 0
2.1.4	OB Kunststoff	-1.0	0.0	0.0									<1.0		+/- 0
<b>2.2</b>	<b>Dünnschichtbelag</b>														
2.2.1	Kaltmicro (DASK), 15 mm, ohne Vorfräsen	-1.0	0.0	0.0		-0.5									+/- 0
2.2.2	Kaltmicro (DASK), 15 mm, mit Vorfräsen	-1.7	0.0	0.0	0.0	-1.1	0.0	1.5	1.0						+/- 0
2.2.3	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, ohne Vorfräsen	-1.3	0.0	0.0		-1.6	0.0	-1.0	-1.0						+/- 0
2.2.4	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, mit Vorfräsen	-1.9	0.0	0.0	0.0	-1.1	0.0	1.0	<1.0						+/- 0
<b>2.3</b>	<b>Hocheinbau (Deckschicht)</b>														
2.3.1	40 mm, ohne Vorfräsen	0.2	0.0	0.0	0.0	-1.6	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	-1.0				- 1
2.3.2	40 mm, mit Vorfräsen	0.2	0.0	0.0	0.0	-1.6	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	-1.0				- 1
2.3.3	40 mm, mit Vorfräsen und Asphaltbewehrung	0.2	0.0	0.0	0.0	-1.6	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	-1.0				- 1
<b>2.4</b>	<b>Hocheinbau (Deck- und Binderschicht)</b>														
2.4.1	100 mm, ohne Vorfräsen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	-2.0				- 2
2.4.2	100 mm, mit Vorfräsen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	-2.0				- 2
2.4.3	100 mm, mit Vorfräsen und Asphaltbewehrung	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	-2.0				- 2
<b>2.5</b>	<b>Tiefeinbau (Deckschicht)</b>														
2.5.1	20 mm (Gehweg)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				+/- 0
2.5.2	40 mm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				+/- 0
2.5.3	40 mm mit Asphaltbewehrung	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				+/- 0
<b>2.6</b>	<b>Tiefeinbau (Deck- und Binderschicht)</b>														
2.6.1	100 mm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				-1
2.6.2	100 mm mit Asphaltbewehrung	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				-1
<b>2.7</b>	<b>Spurrinnen - Instandsetzung (Fräsen, Belag)</b>														
2.7.1	2 Radspuren (1 Fahrspur)	-1.2	-0.5	-0.5	-3.3					1.0					+/- 0
2.7.2	4 Radspuren (2 Fahrspuren)	-1.8	-1.1	-1.1	0.0					1.0					+/- 0
<b>3.</b>	<b>Erneuerung SN 640 324a</b>														
<b>3.1</b>	<b>Gesamt - Erneuerungen</b>														
3.1.1	200 mm (Deck-, Binder- und Tragschicht)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1
3.1.2	250 mm (Fundation AC F, Deck- und Tragschicht)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1
3.1.3	400 mm (300 mm Fundation Kiessand)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1
3.1.4	600 mm (400 mm Fundation Kiessand)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1
<b>3.2</b>	<b>Bankett- und Rand - Erneuerungen</b>														
3.2.1	Einseitig, ohne Belagserneuerung	-1.2				0.0		-0.5	-1.0		-1.0				+/- 0
3.2.2	Einseitig, mit Belagserneuerung (Hocheinbau)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				- 1
3.2.3	Beidseitig, ohne Belagserneuerung	-1.8				0.0		-0.5	-1.0		-1.0				+/- 0
3.2.4	Beidseitig, mit Belagserneuerung (Hocheinbau)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				- 1
<b>3.3</b>	<b>Recyclingverfahren</b>														
3.3.1	200 mm KMF, 15 mm Kaltmicrobelag	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1
3.3.2	250 mm KMF, 40 mm Deckschicht	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1
3.3.3	300 mm KMF, 100 mm Deck- und Tragschicht	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1

**Wert mit Vorzeichen:**

Relative Veränderung des Zustandes gegenüber dem Ausgangswert

**Wert ohne Vorzeichen:**

Festgelegter Zustandswert nach Ausführung der Massnahme (absolut)

**Kein Wert:**

Keinen oder nur sehr geringen Einfluss

# Massnahmenkatalog für bitumenhaltige Oberbauten

Spezifikationen Massnahmen		Richtkosten (CHF exkl. MWST, ohne Verkehr)				Zuschläge		Leistung
		Fix		Variabel		Innerorts	Verkehr	Ausserorts
		CHF	+/- %	CHF/m2	+/- %	%	%	m2/Tag
<b>1.</b>	<b>Reparatur SN 640 731b</b>							
1.1	Riss - Instandsetzung	1'000.00	10	1.40	20	20	20	2'000
1.2	Flächenflick, kleine Einzelflächen	1'000.00	10	2.30	20	20	20	2'000
1.3	Flächenflick, grosse Einzelflächen	1'000.00	10	5.70	20	20	20	3'000
1.4	Grabenflicke Instand stellen	1'000.00	10	82.90	20	20	20	200
1.5	Fugen RA ausgiessen	1'000.00	10	13.70	20	20	20	200
<b>2.</b>	<b>Instandsetzung und Verstärkung SN 640 732a, 640 733b</b>							
2.1	<b>Oberflächenverbesserungen</b>							
2.1.1	OB fein (Gehweg)	3'500.00	10	9.10	20	20	20	500
2.1.2	OB grob	3'500.00	10	8.00	20	20	20	3'000
2.1.3	OB doppelt	3'500.00	10	13.70	20	20	20	3'000
2.1.4	OB Kunststoff	3'500.00	10	57.00	20	20	20	3'000
2.2	<b>Dünnschichtbelag</b>							
2.2.1	Kaltmicro (DASK), 15 mm, ohne Vorfräsen	3'500.00	10	6.20	20	20	20	4'000
2.2.2	Kaltmicro (DASK), 15 mm, mit Vorfräsen	4'100.00	10	10.80	20	20	20	3'000
2.2.3	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, ohne Vorfräsen	3'500.00	10	11.00	20	20	20	4'000
2.2.4	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, mit Vorfräsen	4'100.00	10	15.60	20	20	20	3'000
2.3	<b>Hocheinbau (Deckschicht)</b>							
2.3.1	40 mm, ohne Vorfräsen	3'500.00	10	17.60	20	20	20	10'000
2.3.2	40 mm, mit Vorfräsen	4'100.00	10	25.60	20	20	20	8'000
2.3.3	40 mm, mit Vorfräsen und Asphaltbewehrung	4'100.00	10	42.70	20	20	20	6'000
2.4	<b>Hocheinbau (Deck- und Binderschicht)</b>							
2.4.1	100 mm, ohne Vorfräsen	3'500.00	10	44.00	20	20	20	8'000
2.4.2	100 mm, mit Vorfräsen	4'100.00	10	52.00	20	20	20	6'000
2.4.3	100 mm, mit Vorfräsen und Asphaltbewehrung	4'100.00	10	69.10	20	20	20	4'000
2.5	<b>Tiefeinbau (Deckschicht)</b>							
2.5.1	20 mm (Gehweg)	5'100.00	10	24.70	20	20	20	1'000
2.5.2	40 mm	5'100.00	10	30.30	20	20	20	4'000
2.5.3	40 mm mit Asphaltbewehrung	5'100.00	10	47.40	20	20	20	3'000
2.6	<b>Tiefeinbau (Deck- und Binderschicht)</b>							
2.6.1	100 mm	5'100.00	10	69.50	20	20	20	4'000
2.6.2	100 mm mit Asphaltbewehrung	5'100.00	10	86.60	20	20	20	3'000
2.7	<b>Spurrinnen - Instandsetzung (Fräsen, Belag)</b>							
2.7.1	2 Radspuren (1 Fahrspur)	4'100.00	10	11.70	20	20	20	5'000
2.7.2	4 Radspuren (2 Fahrspuren)	4'100.00	10	23.50	20	20	20	2'500
<b>3.</b>	<b>Erneuerung SN 640 324a</b>							
3.1	<b>Gesamt - Erneuerungen</b>							
3.1.1	200 mm (Deck-, Binder- und Tragschicht)	9'600.00	10	108.80	20	20	20	1'000
3.1.2	250 mm (Fundation AC F, Deck- und Tragschicht)	8'000.00	10	100.10	20	20	20	800
3.1.3	400 mm (300 mm Fundation Kiessand)	8'000.00	10	92.20	20	20	20	500
3.1.4	600 mm (400 mm Fundation Kiessand)	8'000.00	10	143.60	20	20	20	400
3.2	<b>Bankett- und Rand - Erneuerungen</b>							
3.2.1	Einseitig, ohne Belagserneuerung	3'500.00	10	28.00	20	20	20	800
3.2.2	Einseitig, mit Belagserneuerung (Hocheinbau)	4'100.00	10	41.70	20	20	20	600
3.2.3	Beidseitig, ohne Belagserneuerung	3'500.00	10	56.10	20	20	20	600
3.2.4	Beidseitig, mit Belagserneuerung (Hocheinbau)	4'100.00	10	67.10	20	20	20	400
3.3	<b>Recyclingverfahren</b>							
3.3.1	200 mm KMF, 15 mm Kaltmicrobelag	20'000.00	10	24.60	20	20	20	1'000
3.3.2	250 mm KMF, 40 mm Deckschicht	20'000.00	10	36.40	20	20	20	800
3.3.3	300 mm KMF, 100 mm Deck- und Tragschicht	20'000.00	10	56.00	20	20	20	500

**Fix:** - Betrag für mittlere Menge  
 - +% für grosse Menge  
 - -% für kleine Menge

**Variabel:** - Betrag für mittlere Menge  
 - +% für kleine Menge  
 - -% für grosse Menge

Spezifikationen		Innerorts
		m2/Tag
<b>1.</b>	<b>Reparatur SN 640 731b</b>	
1.1	Riss - Instandsetzung	1'700
1.2	Flächenflick, kleine Einzelflächen	1'700
1.3	Flächenflick, grosse Einzelflächen	2'500
1.4	Grabenflicke Instand stellen	170
1.5	Fugen RA ausgiessen	170
<b>2.</b>	<b>Instandsetzung und Verstärkung SN 640 732a, 640 733b</b>	
<b>2.1 Oberflächenverbesserungen</b>		
2.1.1	OB fein (Gehweg)	400
2.1.2	OB grob	2'500
2.1.3	OB doppelt	2'500
2.1.4	OB Kunststoff	2'500
<b>2.2 Dünnschichtbelag</b>		
2.2.1	Kaltmicro (DASK), 15 mm, ohne Vorfräsen	3'500
2.2.2	Kaltmicro (DASK), 15 mm, mit Vorfräsen	2'500
2.2.3	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, ohne Vorfräsen	3'500
2.2.4	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, mit Vorfräsen	2'500
<b>2.3 Hocheinbau (Deckschicht)</b>		
2.3.1	40 mm, ohne Vorfräsen	8'000
2.3.2	40 mm, mit Vorfräsen	6'500
2.3.3	40 mm, mit Vorfräsen und Asphaltbewehrung	5'000
<b>2.4 Hocheinbau (Deck- und Binderschicht)</b>		
2.4.1	100 mm, ohne Vorfräsen	6'500
2.4.2	100 mm, mit Vorfräsen	5'000
2.4.3	100 mm, mit Vorfräsen und Asphaltbewehrung	3'500
<b>2.5 Tiefeinbau (Deckschicht)</b>		
2.5.1	20 mm (Gehweg)	800
2.5.2	40 mm	3'500
2.5.3	40 mm mit Asphaltbewehrung	2'500
<b>2.6 Tiefeinbau (Deck- und Binderschicht)</b>		
2.6.1	100 mm	3'500
2.6.2	100 mm mit Asphaltbewehrung	2'500
<b>2.7 Spurrinnen - Instandsetzung (Fräsen, Belag)</b>		
2.7.1	2 Radspuren (1 Fahrspur)	4'000
2.7.2	4 Radspuren (2 Fahrspuren)	2'000
<b>3.</b>	<b>Erneuerung SN 640 324a</b>	
<b>3.1 Gesamt - Erneuerungen</b>		
3.1.1	200 mm (Deck-, Binder- und Tragschicht)	800
3.1.2	250 mm (Fundation AC F, Deck- und Tragschicht)	600
3.1.3	400 mm (300 mm Fundation Kiessand)	400
3.1.4	600 mm (400 mm Fundation Kiessand)	300
<b>3.2 Bankett- und Rand - Erneuerungen</b>		
3.2.1	Einseitig, ohne Belagserneuerung	600
3.2.2	Einseitig, mit Belagserneuerung (Hocheinbau)	400
3.2.3	Beidseitig, ohne Belagserneuerung	400
3.2.4	Beidseitig, mit Belagserneuerung (Hocheinbau)	300
<b>3.3 Recyclingverfahren</b>		
3.3.1	200 mm KMF, 15 mm Kaltmicrobelag	800
3.3.2	250 mm KMF, 40 mm Deckschicht	650
3.3.3	300 mm KMF, 100 mm Deck- und Tragschicht	400



## Verhaltensklassen für bitumenhaltige Oberbauten

Die Verhaltensklasse für bitumenhaltige Oberbauten beschreibt das wahrscheinliche Zustands- und Schadenverhalten im strukturellen Bereich auf Grund des Strassenaufbaus, des Strukturwertes und der Deflektion. Zusätzlich ist eine Aussage über die Qualität und die Quantität der Belagsflicke vorhanden.

Die Zuteilung zur Verhaltensklasse erfolgt je nach vorhandener Datenlage.

Die Terminologie richtet sich nach den Normen SN 640 302b [1], SN 640 324a [2], SN 640 925b [9] und SN 640 925b [9].

Klasse	Bezeichnung SN 640 925b [9]	Beschrieb	Strukturwert SN 640 324a [2]	Deflektion SN 640 925b [9]	Index I <sub>5</sub> SN 640 925b [9]	Belagsflicke
1	Strassenaufbau <b>gut</b>	Der Strassenaufbau entspricht den aktuellen Anforderungen (Verkehrsbelastung, Exposition, besonderen Einwirkungen)	$SN_{dim} \geq SN_{erf}$	T1 $d_v \leq 158$ T2 $d_v \leq 114$ T3 $d_v \leq 88$ T4 $d_v \leq 69$ T5 $d_v \leq 54$ T6 $d_v \leq 39$	$I_5 \leq 1$	Keine oder wenige, fachgerechte Belagsflicke
2	Strassenaufbau <b>mittel bis ausreichend</b>	Der Strassenaufbau ist mit dimensioniertem Oberbau vorhanden, aber entspricht nicht mehr den aktuellen Anforderungen	$SN_{erf} > SN_{dim} \geq 0.85 SN_{erf}$	T1 $158 < d_v \leq 268$ T2 $119 < d_v \leq 188$ T3 $88 < d_v \leq 144$ T4 $69 < d_v \leq 99$ T5 $54 < d_v \leq 74$ T6 $39 < d_v \leq 52$	$1 < I_5 < 3$	Belagsflicke mit leichten Schäden
3	Strassenaufbau <b>kritisch bis schlecht</b>	Der Oberbau ist ungenügend und entspricht nicht den aktuellen Anforderungen	$0.85 SN_{erf} > SN_{dim} \geq 0.7 SN_{erf}$	T1 $268 < d_v \leq 500$ T2 $188 < d_v \leq 380$ T3 $144 < d_v \leq 280$ T4 $99 < d_v \leq 185$ T5 $74 < d_v \leq 128$ T6 $52 < d_v \leq 82$	$3 < I_5 < 5$	Viele und/oder schadhafte Belagsflicke
4	Strassenaufbau <b>ungenügend</b>	Es ist kein wirklicher Oberbau vorhanden	$SN_{dim} < 0.7 SN_{erf}$	T1 $d_v > 500$ T2 $d_v > 380$ T3 $d_v > 280$ T4 $d_v > 185$ T5 $d_v > 128$ T6 $d_v > 82$	$I_5 = 5$	Sehr viele und/oder ungenügende, nicht fachgerechte Belagsflicke

## Schadengruppen für bitumenhaltige Oberbauten

Beschrieb des Schadens und mögliche Ursachen

Schadengruppe	Zustands-Wert (und/oder-Kriterium)	Zustands-Beschrieb	Mögliche Ursachen und Einflüsse
<b>Oberflächenglätte OFG</b>	$I_1 > 0.2$ $I_{A1} > 0.6$ $I_4 > 1.5$	- Polieren	- Wenig polierresistente Mineralstoffe
		- Schwitzen, Bindemittelanreicherung	- Zu hoher Bindemittelgehalt
		- Geschlossene Oberfläche	- Unzureichende Mikro-/Makrostruktur
<b>Belagsschäden BES</b>	$I_1 > 0.2$ $I_{A2} > 0.6$	- Kornausbrüche	- Hohes Belagsalter
		- Absanden - Ausmagern	- Wenig Befahren
		- Ablösungen - Abplatzungen - Ausbrüche - Schlaglöcher	- Ungenügende Schichtstärke - Zu hartes Bindemittel - Ungenügender Schichtverbund
		- Querrisse - Wilde Risse	- Zu hartes Bindemittel
		- Risse im Belagsflick	- Ungenügende Verdichtung des Grabens
		- Offene Nähte - Risse im Anschluss Belagsflick – best. Belag	- Fehlendes Belagsfugenband - Zu hartes Bindemittel
<b>Belagsverformungen BVF</b>	$I_1 > 0.2$ $I_{A3} > 0.6$ $I_2 > 1.5$ $I_3 > 1.5$	- Spurrinnen - Aufwölbungen	- Hoher Anteil Schwerverkehr - Buslinie (ÖV)
		- Spurrinnen - Schubverformungen - Wellblechverformungen	- Zu weiches Bindemittel
		- Schubverformungen - Wellblechverformungen	- Ungenügender Schichtverbund
		- Allgemeine Unebenheiten („Buckelpiste“)	- Ungenügender Aufbau
		- Einsenkungen im Bereich Belagsflick – best. Belag	- Ungenügende Verdichtung im Anschluss an best. Belag
<b>Strukturelle Schäden STS</b>	$I_1 > 0.3$ $I_{A4} > 0.6$ $I_2 > 1.5$ $I_3 > 1.5$ $I_5 > 1.5$	- Setzungen - Einsenkungen - Abgedrückte Ränder	- Ungenügende Tragfähigkeit - Zu schmale Fahrbahn - Ungenügende Verdichtung um ES
		- Frosthebungen zwischen den Rollspuren	- Ungenügende Frostsicherheit
		- Längsrisse in der Rollspur - Netzrisse	- Mangelnde Tragfähigkeit - Überbelastung
		- Belagrandrisse	- Ungenügende Foundation Randabschluss
<b>Flicke FLI</b>	$I_1 > 0.1$ $I_{A5} > 0.6$	- Unterschiedlicher Belag Belagsflick – best. Belag - Offene Nähte - Risse (wilde und Netz) - Setzungen - Ablösungen, Ausbrüche	- Ungeeigneter Belag - Kein Belagsfugenband - Ungenügende Verdichtung Graben und Ränder - Ungenügende Verdichtung Belag (Handeinbau)

Spezifikationen		Eignung	
Massnahmen		Geeignet für:	
		Schadenmerkmale	Schadengruppe
<b>1.</b>	<b>Reparatur SN 640 735a</b>		
1.1	Erneuerung Fugenverguss (Unterhalt)	Fehlender oder spröder Fugenverguss	FKS
1.2	<b>Kantenschäden</b>		
1.2.1	Reparatur auf Zementbasis, 5 St/100m	Leichte Kantenschäden	FKS
1.2.2	Reparatur auf Zementbasis, 20 St/100m	Mittlere Kantenschäden	FKS
1.2.3	Reparatur auf Zementbasis, 50 St/100m	Schwere Kantenschäden	FKS
1.2.4	Reparatur auf Bitumenbasis, 5 St/100 m	Leichte Kantenschäden, Zeitdruck	FKS
1.2.5	Reparatur auf Bitumenbasis, 20 St/100 m	Mittlere Kantenschäden, Zeitdruck	FKS
1.2.6	Reparatur auf Bitumenbasis, 50 St/100 m	Schwere Kantenschäden, Zeitdruck	FKS
1.3	<b>Abplatzungen</b>		
1.3.1	Reparatur auf Zementbasis, 5 St/100m	Leichte Abplatzungen	MVL
1.3.2	Reparatur auf Zementbasis, 20 St/100m	Mittlere Abplatzungen	MVL
1.3.3	Reparatur auf Zementbasis, 50 St/100m	Schwere Abplatzungen	MVL
1.3.4	Reparatur auf Bitumenbasis, 5 St/100 m	Leichte Abplatzungen	MVL
1.3.5	Reparatur auf Bitumenbasis, 20 St/100 m	Mittlere Abplatzungen	MVL
1.3.6	Reparatur auf Bitumenbasis, 50 St/100 m	Schwere Abplatzungen	MVL
1.4	<b>Oberflächenverbesserungen</b>		
1.4.1	Eliminierung Stufenbildung (Fräsen)	Stufenbildung	VVS
1.4.2	Unterpressen und Heben Platten mit Zement	Stufenbildung, Pumpen, Setzungen	VVS
1.4.3	Unterpressen und Heben Platten mit Kunstharz	Stufenbildung, Pumpen, Setzungen	VVS
1.4.4	Hydrophobierung	Schutz intakte Oberfläche	
1.4.5	Verbesserung Griffigkeit Wasserhöchstdruck	Mangelnde Griffigkeit	OFG, MVL
1.4.6	Verbesserung Griffigkeit Kugelstrahlen	Mangelnde Griffigkeit	OFG, MVL
1.4.7	Verbesserung Griffigkeit Mikrofräsen	Mangelnde Griffigkeit	OFG, MVL
1.5	<b>Plattenersatz</b>		
1.5.1	Auf Zementbasis (Beton)	Blow Up, zerstörte Platten, starke Risse	VVS, RBR
1.5.2	Auf Bitumenbasis (Asphalt, Notreparatur)	Blow Up, zerstörte Platten, starke Risse	VVS, RBR
<b>2.</b>	<b>Instandsetzung und Verstärkung SN 640 736a</b>		
2.1	<b>Dünnschichtbelag</b>		
2.1.1	OB Kunststoff	Mangelnde Griffigkeit	OFG
2.1.2	Kaltmicro (DASK), 15 mm	Mangelnde Griffigkeit, leichte Materialverluste	OFG, MVL
2.1.3	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, inkl. Fugenverguss	Mangelnde Griffigkeit, leichte Materialverluste	OFG, MVL
2.2	<b>Belagsüberzug ohne SAMI (Deckschicht)</b>		
2.2.1	40 mm, mit Fugenverguss	Polieren, Abrieb, Abblätterung	OFG, MVL
2.3	<b>Belagsüberzug mit SAMI (Deckschicht)</b>		
2.3.1	40 mm und OB, ohne Fugenverguss	Oberflächliche Belagsschäden, leichte Risse	OFG, MVL
2.3.2	40 mm und OB, mit Fugenverguss	Oberflächliche Belagsschäden, leichte Risse, lange Platten	OFG, MVL
2.3.3	40 mm und Geovlies, ohne Fugenverguss	Oberflächliche Belagsschäden, leichte Risse	OFG, MVL
2.3.4	40 mm und Geovlies, mit Fugenverguss	Oberflächliche Belagsschäden, leichte Risse, lange Platten	OFG, MVL
2.4	<b>Fahrbahnverstärkung</b>		
2.4.1	100 mm (Ohne Entspannen, Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)	Schwere Oberflächenschäden, ungenügende Tragfähigkeit, gut liegende Platten	OFG, MVL
2.4.2	180 mm (Ohne Entspannen, Deck-, Binder- und Tragschicht bitumenhaltig)	Schwere Oberflächenschäden, stark ungenügende Tragfähigkeit, gut liegende Platten	OFG, MVL
2.4.3	100 mm (Mit Entspannen, Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)	Schwere Oberflächenschäden, stark ungenügende Tragfähigkeit, schlecht liegende Platten	OFG, MVL
2.4.4	180 mm (Mit Entspannen, Deck-, Binder- und Tragschicht bitumenhaltig)	Schwere Oberflächenschäden, stark ungenügende Tragfähigkeit, schlecht liegende Platten	OFG, MVL
2.4.5	Teilweise Erneuerung (Nur 3. Generation, 40 mm Fräsen, 100 mm Beton)	Schwere Oberflächenschäden, ungenügende Tragfähigkeit, nur 3. Generation	OFG, MVL
2.4.6	Teilweise Erneuerung (Nur 3. Generation, 40 mm Fräsen, 100 mm Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)	Schwere Oberflächenschäden, ungenügende Tragfähigkeit, nur 3. Generation	OFG, MVL
<b>3.</b>	<b>Erneuerung SN 640 324a</b>		
3.1	200 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)	Schwere Oberflächen- und Strukturschäden	MVL, FKS, VVS, RBR
3.2	240 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)	Schwere Oberflächen- und Strukturschäden	MVL, FKS, VVS, RBR
3.3	260 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)	Schwere Oberflächen- und Strukturschäden	MVL, FKS, VVS, RBR

OFG = Oberflächenglätte  
 MVL = Materialverluste  
 FKS = Fugen- und Kantenschäden  
 VVS = Vertikalverschiebung  
 RBR = Risse, Brüche  
 FLI = Flicke

Spezifikationen		Einschränkung	
Massnahmen		Ungeeignet für:	
		Schadenmerkmale	Schadengruppe
<b>1.</b>	<b>Reparatur SN 640 735a</b>		
1.1	Erneuerung Fugenverguss (Unterhalt)	Kantenschäden, Absplitterung	FKS
1.2	<b>Kantenschäden</b>		
1.2.1	Reparatur auf Zementbasis, 5 St/100m	Fehlender oder spröder Fugenverguss	FKS
1.2.2	Reparatur auf Zementbasis, 20 St/100m	Fehlender oder spröder Fugenverguss	FKS
1.2.3	Reparatur auf Zementbasis, 50 St/100m	Fehlender oder spröder Fugenverguss	FKS
1.2.4	Reparatur auf Bitumenbasis, 5 St/100 m	Fehlender oder spröder Fugenverguss	FKS
1.2.5	Reparatur auf Bitumenbasis, 20 St/100 m	Fehlender oder spröder Fugenverguss	FKS
1.2.6	Reparatur auf Bitumenbasis, 50 St/100 m	Fehlender oder spröder Fugenverguss	FKS
1.3	<b>Abplatzungen</b>		
1.3.1	Reparatur auf Zementbasis, 5 St/100m	Kantenschäden, Abrieb, Polieren, Blow Up, Risse	FKS, MVL, OFG, VVS
1.3.2	Reparatur auf Zementbasis, 20 St/100m	Kantenschäden, Abrieb, Polieren, Blow Up, Risse	FKS, MVL, OFG, VVS
1.3.3	Reparatur auf Zementbasis, 50 St/100m	Kantenschäden, Abrieb, Polieren, Blow Up, Risse	FKS, MVL, OFG, VVS
1.3.4	Reparatur auf Bitumenbasis, 5 St/100 m	Kantenschäden, Abrieb, Polieren, Blow Up, Risse	FKS, MVL, OFG, VVS
1.3.5	Reparatur auf Bitumenbasis, 20 St/100 m	Kantenschäden, Abrieb, Polieren, Blow Up, Risse	FKS, MVL, OFG, VVS
1.3.6	Reparatur auf Bitumenbasis, 50 St/100 m	Kantenschäden, Abrieb, Polieren, Blow Up, Risse	FKS, MVL, OFG, VVS
1.4	<b>Oberflächenverbesserungen</b>		
1.4.1	Eliminierung Stufenbildung (Fräsen)	Pumpen, Blow Up	VVS
1.4.2	Unterpressen und Heben Platten mit Zement	Frosthebungen	VVS
1.4.3	Unterpressen und Heben Platten mit Kunstharz	Frosthebungen	VVS
1.4.4	Hydrophobierung	Schadhafte Oberfläche	
1.4.5	Verbesserung Griffigkeit Wasserhöchstdruck	Abrieb, Abblätterung	MVL
1.4.6	Verbesserung Griffigkeit Kugelstrahlen	Abrieb, Abblätterung	MVL
1.4.7	Verbesserung Griffigkeit Mikrofräsen	Abrieb, Abblätterung	MVL
1.5	<b>Plattensatz</b>		
1.5.1	Auf Zementbasis (Beton)	Oberflächenschäden	OFG, MVL, FKS
1.5.2	Auf Bitumenbasis (Asphalt, Notreparatur)	Oberflächenschäden	OFG, MVL, FKS
<b>2.</b>	<b>Instandsetzung und Verstärkung SN 640 736a</b>		
2.1	<b>Dünnschichtbelag</b>		
2.1.1	OB Kunststoff	Materialverluste, Kantenschäden, Risse	MVL, FKS, RBR
2.1.2	Kaltmicro (DASK), 15 mm	Kantenschäden, Risse, zerstörte Platten	FKS, RBR
2.1.3	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, inkl. Fugenverguss	Kantenschäden, Risse, zerstörte Platten	FKS, RBR
2.2	<b>Belagsüberzug ohne SAMI (Deckschicht)</b>		
2.2.1	40 mm, mit Fugenverguss	Gerissene Platten	RBR
2.3	<b>Belagsüberzug mit SAMI (Deckschicht)</b>		
2.3.1	40 mm und OB, ohne Fugenverguss	Strukturelle Schäden, Fugenbewegung	VVS, RBR
2.3.2	40 mm und OB, mit Fugenverguss	Strukturelle Schäden, grossen Fugenbewegung	VVS, RBR
2.3.3	40 mm und Geovlies, ohne Fugenverguss	Strukturelle Schäden, Fugenbewegung	VVS, RBR
2.3.4	40 mm und Geovlies, mit Fugenverguss	Strukturelle Schäden, grosse Fugenbewegung	VVS, RBR
2.4	<b>Fahrbahnverstärkung</b>		
2.4.1	100 mm (Ohne Entspannen, Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)	Schlecht liegende Platten, Einschränkung in Höhe (Lichtraumprofil)	VVS
2.4.2	180 mm (Ohne Entspannen, Deck-, Binder- und Tragschicht bitumenhaltig)	Schlecht liegende Platten, Einschränkung in Höhe (Lichtraumprofil)	VVS
2.4.3	100 mm (Mit Entspannen, Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)	Einschränkung in Höhe (Lichtraumprofil)	OFG, MVL
2.4.4	180 mm (Mit Entspannen, Deck-, Binder- und Tragschicht bitumenhaltig)	Einschränkung in Höhe (Lichtraumprofil)	OFG, MVL
2.4.5	Teilweise Erneuerung (Nur 3. Generation, 40 mm Fräsen, 100 mm Beton)	Einschränkung in Höhe (Lichtraumprofil)	OFG, MVL
2.4.6	Teilweise Erneuerung (Nur 3. Generation, 40 mm Fräsen, 100 mm Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)	Einschränkung in Höhe (Lichtraumprofil)	OFG, MVL
<b>3.</b>	<b>Erneuerung SN 640 324a</b>		
3.1	200 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)	Leichte Schäden	OFG, MVL
3.2	240 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)	Leichte Schäden	OFG, MVL
3.3	260 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)	Leichte Schäden	OFG, MVL

OFG = Oberflächenglätte  
 MVL = Materialverluste  
 FKS = Fugen- und Kantenschäden  
 VVS = Vertikalverschiebung  
 RBR = Risse, Brüche  
 FLI = Flicke

Spezifikationen		Anwendungsbereich												
		I <sub>1</sub>	I <sub>B1</sub>	I <sub>B2</sub>	I <sub>B3</sub>	I <sub>B4</sub>	I <sub>B5</sub>	I <sub>B6</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>		
Massnahmen														
<b>1.</b>	<b>Reparatur SN 640 735a</b>													
1.1	Erneuerung Fugenverguss (Unterhalt)	0.2 - 0.6			1.7 - 3.3									
1.2	<b>Kantenschäden</b>													
1.2.1	Reparatur auf Zementbasis, 5 St/100m	0.2 - 0.4			0.6 - 1.7									
1.2.2	Reparatur auf Zementbasis, 20 St/100m	0.2 - 0.6			1.7 - 3.3									
1.2.3	Reparatur auf Zementbasis, 50 St/100m	0.4 - 0.8			2.2 - 5.0									
1.2.4	Reparatur auf Bitumenbasis, 5 St/100 m	0.2 - 0.4			0.6 - 1.7									
1.2.5	Reparatur auf Bitumenbasis, 20 St/100 m	0.2 - 0.6			1.7 - 3.3									
1.2.6	Reparatur auf Bitumenbasis, 50 St/100 m	0.4 - 0.8			2.2 - 5.0									
1.3	<b>Abplatzungen</b>													
1.3.1	Reparatur auf Zementbasis, 5 St/100m	0.2 - 0.8		0.6 - 1.7										
1.3.2	Reparatur auf Zementbasis, 20 St/100m	0.6 - 1.2		1.7 - 3.3										
1.3.3	Reparatur auf Zementbasis, 50 St/100m	0.8 - 1.8		2.2 - 5.0										
1.3.4	Reparatur auf Bitumenbasis, 5 St/100 m	0.2 - 0.8		0.6 - 1.7										
1.3.5	Reparatur auf Bitumenbasis, 20 St/100 m	0.6 - 1.2		1.7 - 3.3										
1.3.6	Reparatur auf Bitumenbasis, 50 St/100 m	0.8 - 1.8		2.2 - 5.0										
1.4	<b>Oberflächenverbesserungen</b>													
1.4.1	Eliminierung Stufenbildung (Fräsen)	0.6 - 1.8				1.7 - 3.3			2.5 - 3.5					
1.4.2	Unterpresen und Heben Platten mit Zement	1.2 - 2.7				2.2 - 5.0			3.0 - 4.0					
1.4.3	Unterpresen und Heben Platten mit Kunstharz	1.2 - 2.7				2.2 - 5.0			3.0 - 4.0					
1.4.4	Hydrophobierung													
1.4.5	Verbesserung Griffigkeit Wasserhöchstdruck	0.2 - 0.6	1.7 - 3.3								2.5 - 3.5			
1.4.6	Verbesserung Griffigkeit Kugelstrahlen	0.2 - 0.6	1.7 - 3.3								2.5 - 3.5			
1.4.7	Verbesserung Griffigkeit Mikrofräsen	0.2 - 0.6	1.7 - 3.3								2.5 - 3.5			
1.5	<b>Plattenersatz</b>													
1.5.1	Auf Zementbasis (Beton)	3.0 - 4.0				3.3 - 5.0	3.3 - 5.0						3.0 - 4.0	
1.5.2	Auf Bitumenbasis (Asphalt, Notreparatur)	3.0 - 4.0				3.3 - 5.0	3.3 - 5.0						3.0 - 4.0	
<b>2.</b>	<b>Instandsetzung und Verstärkung SN 640 736a</b>													
2.1	<b>Dünnschichtbelag</b>													
2.1.1	OB Kunststoff	0.4 - 0.8	2.2 - 5.0	0.6 - 1.7									3.0 - 4.0	
2.1.2	Kaltmicro (DASK), 15 mm	0.8 - 1.2	2.2 - 5.0	1.1 - 2.2									3.0 - 4.0	
2.1.3	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, inkl. Fugenverguss	1.0 - 1.4	2.2 - 5.0	1.1 - 2.2									3.0 - 4.0	
2.2	<b>Belagsüberzug ohne SAMI (Deckschicht)</b>													
2.2.1	40 mm, mit Fugenverguss	3.0 - 4.0	2.2 - 5.0	2.2 - 5.0									3.0 - 4.0	
2.3	<b>Belagsüberzug mit SAMI (Deckschicht)</b>													
2.3.1	40 mm und OB, ohne Fugenverguss	2.0 - 3.0	1.7 - 3.3	1.7 - 3.3	0.6 - 1.7	0.6 - 1.7							3.0 - 4.0	
2.3.2	40 mm und OB, mit Fugenverguss	3.0 - 4.0	1.7 - 3.3	1.7 - 3.3	1.1 - 2.2	1.1 - 2.2							3.0 - 4.0	
2.3.3	40 mm und Geovlies, ohne Fugenverguss	2.0 - 3.0	1.7 - 3.3	1.7 - 3.3	0.6 - 1.7	0.6 - 1.7							3.0 - 4.0	
2.3.4	40 mm und Geovlies, mit Fugenverguss	3.0 - 4.0	1.7 - 3.3	1.7 - 3.3	1.1 - 2.2	1.1 - 2.2							3.0 - 4.0	
2.4	<b>Fahrbahnverstärkung</b>													
2.4.1	100 mm (Ohne Entspannen, Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)	3.0 - 4.0				0.6 - 1.1	0.6 - 1.1							3.0 - 4.0
2.4.2	180 mm (Ohne Entspannen, Deck-, Binder- und Tragschicht bitumenhaltig)	3.0 - 4.0				1.1 - 1.7	1.1 - 1.7							4.0 - 5.0
2.4.3	100 mm (Mit Entspannen, Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)	3.0 - 4.0				2.2 - 5.0	2.2 - 5.0							3.0 - 4.0
2.4.4	180 mm (Mit Entspannen, Deck-, Binder- und Tragschicht bitumenhaltig)	3.0 - 4.0				3.3 - 5.0	3.3 - 5.0							4.0 - 5.0
2.4.5	Teilweise Erneuerung (Nur 3. Generation, 40 mm Fräsen, 100 mm Beton)	3.0 - 4.0	2.2 - 5.0	2.2 - 5.0										3.0 - 4.0
2.4.6	Teilweise Erneuerung (Nur 3. Generation, 40 mm Fräsen, 100 mm Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)	3.0 - 4.0	2.2 - 5.0	2.2 - 5.0										3.0 - 4.0
<b>3.</b>	<b>Erneuerung SN 640 324a</b>													
3.1	200 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)	4.0 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	4.0 - 5.0	4.0 - 5.0	4.0 - 5.0	4.0 - 5.0	4.0 - 5.0	4.0 - 5.0
3.2	240 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)	4.0 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	4.0 - 5.0	4.0 - 5.0	4.0 - 5.0	4.0 - 5.0	4.0 - 5.0	4.0 - 5.0
3.3	260 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)	4.0 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	3.3 - 5.0	4.0 - 5.0	4.0 - 5.0	4.0 - 5.0	4.0 - 5.0	4.0 - 5.0	4.0 - 5.0

= Hauptauslösende(s) Merkmal(e)

*kursiv* = Der I1 als alleinige Grundlage für eine Massnahmenplanung ist ungenügend!  
Es sind mindestens noch die Gruppenwerte, bzw. die Teilindizes, oder weitere Angaben / Indizes notwendig

Feld leer = Dieses Schadenmerkmal darf nicht vorkommen (Massnahme ungeeignet)

Massnahmen	Spezifikationen	Rücksetzwert (In Bezug auf Indizes)										Wirkung					
		I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>6</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>8</sub>	I <sub>9</sub>	I <sub>10</sub>	relativ	festgelegt				
		I <sub>B1</sub>	I <sub>B2</sub>	I <sub>B3</sub>	I <sub>B4</sub>	I <sub>B5</sub>	I <sub>B6</sub>	I <sub>B7</sub>	I <sub>B8</sub>	I <sub>B9</sub>	I <sub>B10</sub>						
<b>1. Reparatur SN 640 735a</b>																	
1.1	Erneuerung Fugenverguss (Unterhalt)	-0.4			0.0											+/- 0	
1.2	<b>Kantenschäden</b>																
1.2.1	Reparatur auf Zementbasis, 5 St/100m	-0.1			0.0			0.6								+/- 0	
1.2.2	Reparatur auf Zementbasis, 20 St/100m	-0.2			0.0			1.1								+/- 0	
1.2.3	Reparatur auf Zementbasis, 50 St/100m	-0.3			0.0			1.7								+/- 0	
1.2.4	Reparatur auf Bitumenbasis, 5 St/100 m	-0.1			0.0			0.6								+/- 0	
1.2.5	Reparatur auf Bitumenbasis, 20 St/100 m	-0.2			0.0			1.1								+/- 0	
1.2.6	Reparatur auf Bitumenbasis, 50 St/100 m	-0.3			0.0			1.7								+/- 0	
1.3	<b>Abplatzungen</b>																
1.3.1	Reparatur auf Zementbasis, 5 St/100m	-0.3		0.0				0.6								+/- 0	
1.3.2	Reparatur auf Zementbasis, 20 St/100m	-0.6		0.0				1.1								+/- 0	
1.3.3	Reparatur auf Zementbasis, 50 St/100m	-0.9		0.0				1.7								+/- 0	
1.3.4	Reparatur auf Bitumenbasis, 5 St/100 m	-0.3		0.0				0.6								+/- 0	
1.3.5	Reparatur auf Bitumenbasis, 20 St/100 m	-0.6		0.0				1.1								+/- 0	
1.3.6	Reparatur auf Bitumenbasis, 50 St/100 m	-0.9		0.0				1.7								+/- 0	
1.4	<b>Oberflächenverbesserungen</b>																
1.4.1	Eliminierung Stufenbildung (Fräsen)	-1.2				0.0		<1.0								+/- 0	
1.4.2	Unterpressen und Heben Platten mit Zement	-1.8				0.0		<1.0								+ 1	
1.4.3	Unterpressen und Heben Platten mit Kunstharz	-1.8				0.0		<1.0								+ 1	
1.4.4	Hydrophobierung															+/- 0	
1.4.5	Verbesserung Griffigkeit Wasserhöchstdruck	-0.4	0.0								<1.0					+/- 0	
1.4.6	Verbesserung Griffigkeit Kugelstrahlen	-0.4	0.0								<1.0					+/- 0	
1.4.7	Verbesserung Griffigkeit Mikrofräsen	-0.2	0.0			0.6					<1.0					+/- 0	
1.5	<b>Plattensatz</b>																
1.5.1	Auf Zementbasis (Beton)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1	
1.5.2	Auf Bitumenbasis (Asphalt, Notreparatur)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1	
<b>2. Instandsetzung und Verstärkung SN 640 736a</b>																	
2.1	<b>Dünnschichtbelag</b>																
2.1.1	OB Kunststoff	0.0	0.0	0.0				0.0			<1.0					+/- 0	
2.1.2	Kaltmicro (DASK), 15 mm	0.0	0.0	0.0				0.0								+/- 0	
2.1.3	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, inkl. Fugenverguss	0.0	0.0	0.0				0.0								+/- 0	
2.2	<b>Belagsüberzug ohne SAMI (Deckschicht)</b>																
2.2.1	40 mm, mit Fugenverguss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0					+/- 0	
2.3	<b>Belagsüberzug mit SAMI (Deckschicht)</b>																
2.3.1	40 mm und OB, ohne Fugenverguss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0					+/- 0	
2.3.2	40 mm und OB, mit Fugenverguss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0					+/- 0	
2.3.3	40 mm und Geovlies, ohne Fugenverguss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0					+/- 0	
2.3.4	40 mm und Geovlies, mit Fugenverguss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0					+/- 0	
2.4	<b>Fahrbahnverstärkung</b>																
2.4.1	100 mm (Ohne Entspannen, Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1	
2.4.2	180 mm (Ohne Entspannen, Deck-, Binder- und Tragschicht bitumenhaltig)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1	
2.4.3	100 mm (Mit Entspannen, Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1	
2.4.4	180 mm (Mit Entspannen, Deck-, Binder- und Tragschicht bitumenhaltig)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1	
2.4.5	Teilweise Erneuerung (Nur 3. Generation, 40 mm Fräsen, 100 mm Beton)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1	
2.4.6	Teilweise Erneuerung (Nur 3. Generation, 40 mm Fräsen, 100 mm Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1	
<b>3. Erneuerung SN 640 324a</b>																	
3.1	200 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1	
3.2	240 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1	
3.3	260 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0				1	

**Wert mit Vorzeichen:**

Relative Veränderung des Zustandes gegenüber dem Ausgangswert

**Wert ohne Vorzeichen:**

Festgelegter Zustandswert nach Ausführung der Massnahme (absolut)

**Kein Wert:**

Keinen oder nur sehr geringen Einfluss

# Massnahmenkatalog für Betondecken

Massnahmen		Spezifikationen		Richtkosten (CHF exkl. MWST, ohne Verkehr)				Zuschläge		Leistung	
				Fix		Variabel		Innerorts	Verkehr	Ausserorts	Innerorts
				CHF	+/- %	CHF/m2	+/- %	%	%	m2/Tag	m2/Tag
<b>1.</b>	<b>Reparatur SN 640 735a</b>										
1.1	Erneuerung Fugenverguss (Unterhalt)	1'000.00	20	5.90	20	20	20	200	150		
1.2	<b>Kantenschäden</b>										
1.2.1	Reparatur auf Zementbasis, 5 St/100m	1'000.00	20	1.20	20	20	20	150	120		
1.2.2	Reparatur auf Zementbasis, 20 St/100m	3'500.00	20	3.60	20	20	20	50	40		
1.2.3	Reparatur auf Zementbasis, 50 St/100m	3'500.00	20	9.70	20	20	20	30	25		
1.2.4	Reparatur auf Bitumenbasis, 5 St/100 m	1'000.00	20	0.50	20	20	20	200	150		
1.2.5	Reparatur auf Bitumenbasis, 20 St/100 m	3'500.00	20	1.50	20	20	20	80	60		
1.2.6	Reparatur auf Bitumenbasis, 50 St/100 m	3'500.00	20	4.00	20	20	20	40	30		
1.3	<b>Abplatzungen</b>										
1.3.1	Reparatur auf Zementbasis, 5 St/100m	1'000.00	20	1.20	20	20	20	150	120		
1.3.2	Reparatur auf Zementbasis, 20 St/100m	3'500.00	20	3.60	20	20	20	50	40		
1.3.3	Reparatur auf Zementbasis, 50 St/100m	3'500.00	20	9.70	20	20	20	30	25		
1.3.4	Reparatur auf Bitumenbasis, 5 St/100 m	1'000.00	20	0.50	20	20	20	200	150		
1.3.5	Reparatur auf Bitumenbasis, 20 St/100 m	3'500.00	20	1.50	20	20	20	80	60		
1.3.6	Reparatur auf Bitumenbasis, 50 St/100 m	3'500.00	20	4.00	20	20	20	40	30		
1.4	<b>Oberflächenverbesserungen</b>										
1.4.1	Eliminierung Stufenbildung (Fräsen)	2'600.00	20	6.50	20	20	20	1'000	800		
1.4.2	Unterpressen und Heben Platten mit Zement	6'000.00	20	34.20	20	20	20	500	400		
1.4.3	Unterpressen und Heben Platten mit Kunstharz	6'000.00	20	74.10	20	20	20	500	400		
1.4.4	Hydrophobierung	1'000.00	20	4.60	20	20	20	5'000	4'000		
1.4.5	Verbesserung Griffigkeit Wasserhöchstdruck	3'500.00	20	25.10	20	20	20	5'000	4'000		
1.4.6	Verbesserung Griffigkeit Kugelstrahlen	3'500.00	20	9.10	20	20	20	5'000	4'000		
1.4.7	Verbesserung Griffigkeit Mikrofräsen	3'500.00	20	13.70	20	20	20	5'000	4'000		
1.5	<b>Plattenersatz</b>										
1.5.1	Auf Zementbasis (Beton)	3'500.00	20	376.70	20	20	20	50	40		
1.5.2	Auf Bitumenbasis (Asphalt, Notreparatur)	3'500.00	20	139.80	20	20	20	50	40		
<b>2.</b>	<b>Instandsetzung und Verstärkung SN 640 736a</b>										
2.1	<b>Dünnschichtbelag</b>										
2.1.1	OB Kunststoff	3'500.00	20	41.00	20	20	20	10'000	8'000		
2.1.2	Kaltmicro (DASK), 15 mm	3'500.00	20	7.30	20	20	20	4'000	3'500		
2.1.3	Heissmicro (ACVTL), 20 mm, inkl. Fugenverguss	3'500.00	20	16.50	20	20	20	3'000	2'500		
2.2	<b>Belagsüberzug ohne SAMI (Deckschicht)</b>										
2.2.1	40 mm, mit Fugenverguss	3'500.00	20	28.40	20	20	20	10'000	8'000		
2.3	<b>Belagsüberzug mit SAMI (Deckschicht)</b>										
2.3.1	40 mm und OB, ohne Fugenverguss	3'500.00	20	30.90	20	20	20	5'000	4'000		
2.3.2	40 mm und OB, mit Fugenverguss	3'500.00	20	36.40	20	20	20	4'000	3'500		
2.3.3	40 mm und Geovlies, ohne Fugenverguss	3'500.00	20	40.10	20	20	20	4'000	3'500		
2.3.4	40 mm und Geovlies, mit Fugenverguss	3'500.00	20	45.50	20	20	20	3'000	2'500		
2.4	<b>Fahrbahnverstärkung</b>										
2.4.1	100 mm (Ohne Entspannen, Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)	8'000.00	20	45.10	20	20	20	8'000	6'500		
2.4.2	180 mm (Ohne Entspannen, Deck-, Binder- und Tragschicht bitumenhaltig)	8'000.00	20	71.40	20	20	20	6'000	5'000		
2.4.3	100 mm (Mit Entspannen, Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)	8'000.00	20	56.50	20	20	20	6'000	5'000		
2.4.4	180 mm (Mit Entspannen, Deck-, Binder- und Tragschicht bitumenhaltig)	8'000.00	20	82.80	20	20	20	4'000	3'500		
2.4.5	Teilweise Erneuerung (Nur 3. Generation, 40 mm Fräsen, 100 mm Beton)	9'600.00	20	169.20	20	20	20	3'000	2'500		
2.4.6	Teilweise Erneuerung (Nur 3. Generation, 40 mm Fräsen, 100 mm Deck- und Binderschicht bitumenhaltig)	9'600.00	20	74.70	20	20	20	2'000	1'600		
<b>3.</b>	<b>Erneuerung SN 640 324a</b>										
3.1	200 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)	38'000.00	20	335.50	20	20	20	1'000	800		
3.2	240 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)	38'000.00	20	348.80	20	20	20	900	700		
3.3	260 mm (gebundene Unterlage, Oberbau Typ 12)	38'000.00	20	361.20	20	20	20	800	650		

**Fix:** - Betrag für mittlere Menge  
 - +% für grosse Menge  
 - -% für kleine Menge

**Variabel:** - Betrag für mittlere Menge  
 - +% für kleine Menge  
 - -% für grosse Menge

Preiskalkulation, Positionen nach NPK 223 D/05

Stand 2006

Pos.	Text	Einheit	Grösse	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
111.001	Installation Klebmaterialien	gl		1000.00																								
111.001	Installation mittlere Ankeren	gl		3500.00																								
111.001	Installation grosse Ankeren	gl		8000.00																								
121.001	Installation Klebfuge	gl		1800.00																								
141.001	Installation Chromfliese	gl		30000.00																								
821.101	Installation für Betondecken	gl		5000.00																								
221.102	Betondecke schneiden bis 60 mm	m1		15.00	0.18	0.54	1.44	0.18	0.54	1.44	0.18	0.54	1.44	0.18	0.54	1.44	0.18	0.54	1.44	0.18	0.54	1.44	0.18	0.54	1.44	0.18	0.54	1.44
221.106	Betondecke schneiden bis 200 mm	m1		30.00	0.18	0.54	1.44	0.18	0.54	1.44	0.18	0.54	1.44	0.18	0.54	1.44	0.18	0.54	1.44	0.18	0.54	1.44	0.18	0.54	1.44	0.18	0.54	1.44
222.123	Betondecke aufbrechen von Hand bis 100 mm	m2		200.00	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14
222.225	Betondecke aufbrechen maschinell bis 200 mm	m2		20.00	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14
222.301	Mehrleistung für Beton bewehrt	m2		25.00	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14	0.02	0.05	0.14
223.132	Betondecken fräsen bis 50 mm, Breite über 1.00 m	m2		25.00	0.20	0.60	1.60	0.20	0.60	1.60	0.20	0.60	1.60	0.20	0.60	1.60	0.20	0.60	1.60	0.20	0.60	1.60	0.20	0.60	1.60	0.20	0.60	1.60
231.122	Betondecken fräsen bis 50 mm, Breite über 1.00 m	m2		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
231.122	Betondecken fräsen bis 50 mm, Breite über 1.00 m	m2		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
241.202	Fundamentarbeiten aufbrechen	m3		6.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
262.313	Transport Betonabbruch	m3		20.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
262.314	Transport Fräs-Gut (Beton)	m3		20.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
262.316	Transport Aushub	m3		19.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
264.103	Gebühren Betonabbruch	base		20.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
264.104	Gebühren Fräs-Gut (Beton)	base		20.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
264.106	Gebühren Aushub	base		12.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
282.111	Planie erstellen	m2		6.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
312.121	OB 8/11	m2		7.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
312.161	OB 2/4 Kurssstoff (Whisper Grip)	m2		35.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
342.212	DASK 8 Kalmicro	t		150.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
422.111	Vorstrich	m2		1.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
429.001	Asphalbewehrung	m2		15.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
451.213	AC T 22 S	m2		120.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
451.513	AC B 16 S	m2		135.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
452.212	AC 11 S	m2		160.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
454.201	AC 8 S für Reparaturen	m2		250.00	0.05	0.16	0.43	0.05	0.16	0.43	0.05	0.16	0.43	0.05	0.16	0.43	0.05	0.16	0.43	0.05	0.16	0.43	0.05	0.16	0.43	0.05	0.16	0.43
465.001	Fräs aushub	kg		0.50	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
465.105	Fräs aushub	kg		0.50	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
541.112	AC V L C (Dünnestrichbetag heiss)	m1		12.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
714.101	Kunststoff	m2		180.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
714.101	Unterlagen nähen	m2		0.50	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
721.112	Fugendeibel d = 22 mm, l = 500 mm	St		10.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
731.111	Betondecke, einschichtig, 100 mm	m2		120.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
731.112	Betondecke, einschichtig, 200 mm	m2		140.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
731.113	Betondecke, einschichtig, 240 mm	m2		150.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
731.114	Betondecke, einschichtig, 260 mm	m2		160.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
742.111	Verbindanker	St		28.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
743.201	Bewehrungsmatten	kg		2.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0									

## Verhaltensklassen für Betondecken

Die Verhaltensklasse für Betondecken beschreibt das wahrscheinliche Zustands- und Schadenverhalten im strukturellen Bereich auf Grund des Strassenaufbaus und der Dicke der Betondecke. Zusätzlich ist eine Aussage über die Qualität und die Quantität der Belagsflicke vorhanden.

Die Zuteilung zur Verhaltensklasse erfolgt je nach vorhandener Datenlage.

Die Terminologie richtet sich nach SN 640 302b [1], SN 640 324a [2] und SN 640 925b [9].

Klasse	Bezeichnung SN 640 925b [9]	Beschrieb	Dicke der Betondecke SN 640 324a [2]	Belagsflicke
1	Strassenaufbau <b>gut</b>	Der Strassenaufbau entspricht den aktuellen Anforderungen (Verkehrsbelastung, Exposition, besonderen Einwirkungen)	Dicke $\geq$ Werte Tab. 4	Keine oder wenige, fachgerechte Belagsflicke
2	Strassenaufbau <b>mittel bis ausreichend</b>	Der Strassenaufbau ist mit dimensioniertem Oberbau vorhanden, aber entspricht nicht mehr den aktuellen Anforderungen	Dicke $\geq$ 85 % der Werte Tab. 4, min. 15 cm	Belagsflicke mit leichten Schäden
3	Strassenaufbau <b>kritisch bis schlecht</b>	Der Oberbau ist ungenügend und entspricht nicht den aktuellen Anforderungen	Dicke $\geq$ 70 % der Werte Tab. 4, min. 15 cm	Viele und/oder schadhafte Belagsflicke
4	Strassenaufbau <b>ungenügend</b>	Es ist kein wirklicher Oberbau vorhanden	Dicke $<$ 70 % der Werte Tab. 4 und $<$ 15 cm	Sehr viele und/oder ungenügende, nicht fachgerechte Belagsflicke

## Schadengruppen für Betondecken

Beschrieb des Schadens und mögliche Ursachen

Schadengruppe	Zustands-Wert (und/oder-Kriterium)	Zustands-Beschrieb	Mögliche Ursachen und Einflüsse
<b>Oberflächenglätte OFG</b>	$I_1 > 0.2$ $I_4 > 2.5$ $I_{B1} > 0.6$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Polieren</li> <li>- Fehlende Mikro- oder Makrotextur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wenig polierresistente Mineralstoffe</li> </ul>
<b>Materialverluste MVL</b>	$I_1 > 0.2$ $I_{B2} > 0.2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abrieb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mechanische Einwirkungen (Verkehr)</li> <li>- Ausführungsmangel</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abblätterung, Ausmagerung (flächig)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frost-Tausalz-Einwirkung</li> <li>- Karbonatisierung</li> <li>- Ausführungsmangel</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abplatzungen (Einzelschäden)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frost-Tausalz-Einwirkung</li> <li>- Ausführungsmangel</li> </ul>
<b>Fugen- und Kantenschäden FKS</b>	$I_1 > 0.2$ $I_{B3} > 0.6$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kantenschäden, Absplitterung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mechanische Einwirkung</li> <li>- Frost-Tausalz-Einwirkung</li> <li>- Ausführungsmangel</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fehlender oder spröder Fugenverguss</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- UV-Strahlung</li> <li>- Alterung</li> </ul>
<b>Vertikalverschiebung VVS</b>	$I_1 > 0.6$ $I_{B4} > 1.7$ $I_2 > 2.5$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Setzungen, Frosthebungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ungenügende Fundation</li> <li>- Fundation ausgeschwemmt</li> <li>- Fundation nicht frostsicher</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stufenbildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Undichte Fugen</li> <li>- Korrodierte Verdübelung</li> <li>- Umlagerungen in der Fundation</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pumpen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Undichte Fugen</li> <li>- Ausgeschwemmte Feianteile in Fundation</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blow-Up</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hohe Temperaturen am Sommeranfang</li> </ul>
<b>Risse, Brüche RBR</b>	$I_1 > 3.0$ $I_{B5} > 1.7$ $I_5 > 3.0$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schwinden</li> <li>- Setzungen im Untergrund (Hohlstellen)</li> <li>- Überbelastung durch zu hohe Achslasten</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zerstörte Platten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Setzungen im Untergrund (Hohlstellen)</li> <li>- Frost-Tausalz-Einwirkung</li> <li>- Schnelle, starke Erwärmung (Blow Up)</li> <li>- Mechanische Einwirkung</li> <li>- Eindringendes Wasser</li> </ul>
<b>Flicke FLI</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Defekte Reparaturstellen</li> <li>- Risse</li> <li>- Ablösungen</li> <li>- Setzungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ungenügende Verbindung mit bestehendem Beton</li> <li>- Unterschiedliches Reparaturmaterial (bitumenhaltg)</li> </ul>