

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (<http://www.ub.tuwien.ac.at>).

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (<http://www.ub.tuwien.ac.at/englweb/>).

TU

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

DIPLOMARBEIT

Master's Thesis

Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen für Betonfahrbahnen

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Diplom-Ingenieurs
unter der Leitung von

Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. techn. Ronald Blab
Univ. Ass. Dipl. Ing. Dr. techn. Markus Hoffmann
Institut für Verkehrswissenschaften,

eingereicht an der Technischen Universität Wien,
Fakultät für Bauingenieurwesen,
von

Vanina Popova
0728529
Bulgarien, Sofia 1000
„Vitosha“ 16

Wien, 2011

Unterschrift

Kurzfassung

Die Herausforderung für Straßenbetreiber mit einem gut ausgebauten Straßennetz wird sich in Zukunft immer stärker in Richtung Erhaltung verschieben. Nur im Rahmen eines systematischen Erhaltungsmanagements ist es möglich die Verfügbarkeit des Bestandes dauerhaft zu sichern. Dazu ist es notwendig die richtige Maßnahme zur richtigen Zeit im Rahmen knapper werdender Budgets zu setzen.

Die vorliegende Diplomarbeit befasst sich mit der systematischen Instandhaltung und Instandsetzung von Betonfahrbahnen. Ausgehend von einer Literaturrecherche sowie Befragung von Spezialisten im Betonstraßenbau wird ein Überblick über die Grundzüge eines systematischen Erhaltungsmanagements gegeben. Weiters werden die bestehenden Schadenskataloge für Betonfahrbahnen überprüft und ergänzt. Der eigentliche Kern der Arbeit ist jedoch die Ausarbeitung von Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmenkatalogen zur Behebung dieser Schäden.

Ausgehend von einer Schadens- und Maßnahmenmatrix, in der den einzelnen Schäden mögliche Maßnahmen zugewiesen werden, erfolgt eine Konkretisierung der Maßnahmen bis hin zur Auflistung der einzelnen Arbeitsschritte und Leistungspositionen. Abgerundet wird die Arbeit durch Information und Ansätzen für die wirtschaftliche Umsetzung und Optimierung der ausgearbeiteten Maßnahmen.

Für die wirtschaftliche Optimierung bei einem gegebenen Schadensbild sind die möglichen Maßnahmen durch die Schadens/Maßnahmenmatrix definiert. Aus dem Vergleich der notwendigen Maßnahmen und ihrer erzielbaren Wirkdauer ergibt sich eine Annuität (Kosten pro Jahr). Die Erhaltungsmaßnahme oder Kombination von Maßnahmen mit der geringsten Annuität ist wirtschaftlich optimal im Rahmen der Erhaltungsstrategie.

Durch die systematische Zusammenstellung von der Zustandserfassung bis hin zur Maßnahmenplanung und Budgetierung in der vorliegenden Arbeit wird eine erfolgreiche Umsetzung in der Praxis wesentlich erleichtert. Nachdem sich die Bautechnik weiterentwickelt, wird es sinnvoll sein die Schadens- und Maßnahmenkataloge fortzuschreiben und die Wirkung der Maßnahmen durch empirische Untersuchungen weiter zu erhärten.

Summary

The challenges for transportation agencies and road administrations are getting focused more and more on the preservation of the existing road network. Only a well-designed program roadway preventive maintenance and rehabilitation can provide satisfactory performance of the pavement during its design life and actually extend it. The main prerequisite for this is the timely selection of a technologically and economically appropriate and proven method and strategy for maintenance.

The thesis addresses the systematic preventive maintenance and rehabilitation of rigid pavements. Based on a literature review and a survey among specialists in this field, it provides an overview of the basics of systematic roadway preservation and rehabilitation management. The common distresses for rigid pavements are summarized in the form of a catalogue, which serves as a basis for further analyses. The rehabilitation measures, which could be applied for treating each distress type, are defined in matrix form. The main part of the thesis gives instructions and specific practice descriptions of the maintenance techniques. A catalogue is developed for every measurement technique, which besides short description of the measure it also includes data on important components for further economic analysis, such as costs, expected service life, construction timeframe and section length.

Possible treatments for each distress type can be defined by the "Distress type/ maintenance technique"- matrix. For the economic optimization rehabilitation alternatives are compared, based on their annual costs (annuity), which can be calculated using the unit costs and expected service life, as well as the interest rate. The measure, or the combination of several measures, with the lowest annuity, is considered to provide the most economic value over time.

The systematic presentation of the main stages of one pavement preservation strategy makes its implementation in practice much easier. Taking into account the fact, that technologies in roadway engineering are continually being developed, it would be reasonable to periodically update these distress and preservation measurement catalogues and also to include empirical analysis of the effect of the proposed solutions.

Резюме

Стремежът на пътната администрация, пътностроителната гилдия и експертите от този сектор в бъдеще ще се фокусира все повече върху поддържането и съхраняването на експлоатационните характеристики на пътищата в добро състояние. Единствено наличието на една адекватна система за управление и поддържане на пътищата и пътните съоръжения може да гарантира тяхното съхранение, дълготрайната им и пълноценна експлоатация. Основна предпоставка за това е своевременният избор на подходящ и доказан, технологически и икономически ефективен метод и стратегия за поддържане.

Настоящата дипломна работа разглежда основните съществуващи технологии за текущ ремонт и рехабилитация на настилката на бетонни пътища. Въз основа на преглед на съществуващата литература по темата, както и след проучвания сред пътните фирми в Австрия и Германия, е представен преглед на основните характеристики на систематичното управление и поддържане на пътища. Дипломната работа класифицира различните видове повреди по бетонните настилки, представяйки ги под формата на каталози като, за да е максимален обхватът им, съществуващите подобни каталози на повредите са актуализирани и обогатени. Същината на дипломната работа се състои в систематизирането на методите за отстраняване на тези повреди чрез разработването на каталози за текущ ремонт и рехабилитация на бетонни пътни конструкции.

Основа за по-нататъшните действия се явява изготвянето на така наречената матрица „Мерки срещу повреди“- таблица, в която за всеки вид повреда са зададени възможните способности за текущ ремонт и рехабилитация, които в следствие са подробно разяснени, включително чрез описание на последователността на работата и чрез назоваване на позициите им в австрийските количествени сметки за пътна инфраструктура. За да се постигне цялост на разработката в дипломната работа е дадена информация и са представени методи за икономически анализ и обосновка на разгледаните мерки.

Дефинирането на най-подходящите ремонтни работи при съответните повреди по пътното платно под формата на матрица цели постигането на максимална икономическа ефективност при избора на метод за текущ ремонт или рехабилитация на пътя. От съпоставката на отделните необходими мерки и очакваната им дълготрайност се получават годишните разходи (анюитет). Когато се сравняват възможните технологии за ремонт за даден проект, мярката, или комбинацията от повече мерки (ремонтни работи), отчитаща най-малък анюитет, се приема за икономически оптимална в рамките на една стратегия за поддържане на бетонов път.

Предложеното в настоящата дипломна работа систематизирано представяне на отделните стъпки на всички основни етапи за успешно поддържане на пътните конструкции- от обследване и оценка на повредите до планиране и икономически анализ на отделните ремонтни работи, ще направи успешното им прилагане в практиката значително по-лесно. Вземайки под внимание факта, че технологии в областта на строителството постоянно се развиват, в бъдеще би било разумно настоящите каталози на повредите и мерките за предотвратяването им периодично да се актуализират като също включат емпирични проучвания и анализи на действието на отделните решения.

Vorwort

Die vorliegende Diplomarbeit entstand am Institut für Verkehrswissenschaften, Forschungsbereich Straßen- und Flugbetriebsflächenbau an der Technischen Universität Wien im Rahmen eines Doppel-Diplom Studiums zwischen der TU Wien und der Universität für Architektur, Bauingenieurwesen und Geodäsie- Sofia. Diese Diplomarbeit bildet den Abschluss meines Bauingenieurstudiums mit Vertiefung in Richtung „Straßenerhaltung“.

Vor allem möchte ich mich bei Herrn Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Ronald BLAB bedanken, der mir die Möglichkeit gestellt hat, meine Diplomarbeit am Institut für Verkehrswissenschaften zu verfassen.

Ein besonderer Dank ergeht an Herrn Univ. Ass. Dipl. -Ing. Dr. techn. Markus HOFFMANN für seine hervorragende und engagierte Betreuung und wissenschaftliche Unterstützung während meiner Diplomandentätigkeit.

An dieser Stelle möchte ich auch die Gelegenheit nutzen und mich recht herzlich bei meinen beliebten Eltern - Dipl. Ing. Ivan Popov und Eli Popova für ihre ständige großartige Unterstützung während meines Studiums bedanken. Sie haben mich immer in schwierigen Zeiten ermuntert und motiviert.

Zuletzt möchte ich mich noch bei der Fakultät für Straßenbau an der UABG, sowie an meinen Studienkollegen und Freunden für die Hilfe und Unterstützung bedanken.

Vanina Popova

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	2
1.1 Ausgangslage	2
1.2 Aufgaben und Zielsetzungen.....	5
1.3 Methodische Herangehensweise	5
2. STRASSENERHALTUNG VON BETONFAHRBAHNEN	7
2.1 Begriffe und Prinzipien der Straßenerhaltung	7
2.2 Aktuelle Richtlinien und Vorschriften	9
2.3 Straßenzustandserfassung.....	9
2.3.1 Bautypen der Oberbaukonstruktionen aus Beton in Österreich	9
2.3.2 Beanspruchung des Straßenoberbaus.....	12
2.3.3 Straßenzustandserfassung	13
2.3.4 Zustandsbewertung.....	23
2.3.5 Straßenzustandsprognose.....	24
2.4 Maßnahmenübersicht	25
3. MASSNAHMENKATALOG BETONFAHRBAHNEN	26
3.1 Instandhaltungsmaßnahmen	26
3.1.1 Ausbessern von Fugenfüllungen und Fugensanierung.....	26
3.1.2 Aufweiten und Verfüllen von Rissen.....	33
3.1.3 Verdübeln und Verankern.....	36
3.1.4 Sanierung von Kanten- und Eckschäden.....	42
3.1.5 Bearbeiten der Betonoberfläche.....	46
3.2 Instandsetzungsmaßnahmen.....	54
3.2.1 Heben und Festlegen von Platten.....	54
3.2.2 Ersatz von Platten und Plattenteilen.....	61
3.2.3 Ersatz von Streifen und Fahrbahnen	67
3.2.4 Überbauung bestehender Decken	73
3.2.5 Oberflächenbehandlung mit Reaktionsharzmörtel.....	84
3.3 Erneuerung/ Neubau von Streifen und Fahrbahnen.....	87
3.3.1 Erneuerungsverfahren.....	87
3.3.2 Neubau von Streifen und Fahrbahnen.....	88
4. MASSNAHMENANWENDUNGS-UND ERHALTUNGSSTRATEGIEN	95
4.1 Anwendung nach Schadensbild, Aufstellen einer Erhaltungsstrategie.....	95
4.2 Finanztechnische Grundlagen zur wirtschaftlichen Optimierung.....	97
4.2.1 Überblick Begriffsdefinitionen, Wirtschaftliche Parameter	97
4.2.2 Wirtschaftliche Untersuchungen.....	98
4.2.3 LCC- Prinzip.....	99
4.2.4 Optimierte Erhaltungsstrategie	100
5. ZUSAMMENFASSUNG.....	104
6. ANHANG	106
6.1 Abbildungsverzeichnis	106
6.2 Tabellenverzeichnis.....	108
6.3 Literaturverzeichnis.....	109
ANHANG A:.....	I

1. EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage

Die Straßeninfrastruktur ist der meist beanspruchte und bedeutendste Verkehrsträger. Europaweit weist sie sich bei der Personenbeförderung mit dem ca. 84%, wobei 76% zu dem MIV (Pkw) und 8% der Bussen gehören, als Leader im Verkehrssektor auf. Am Güterverkehr ist sie mit 46% auch dominant.

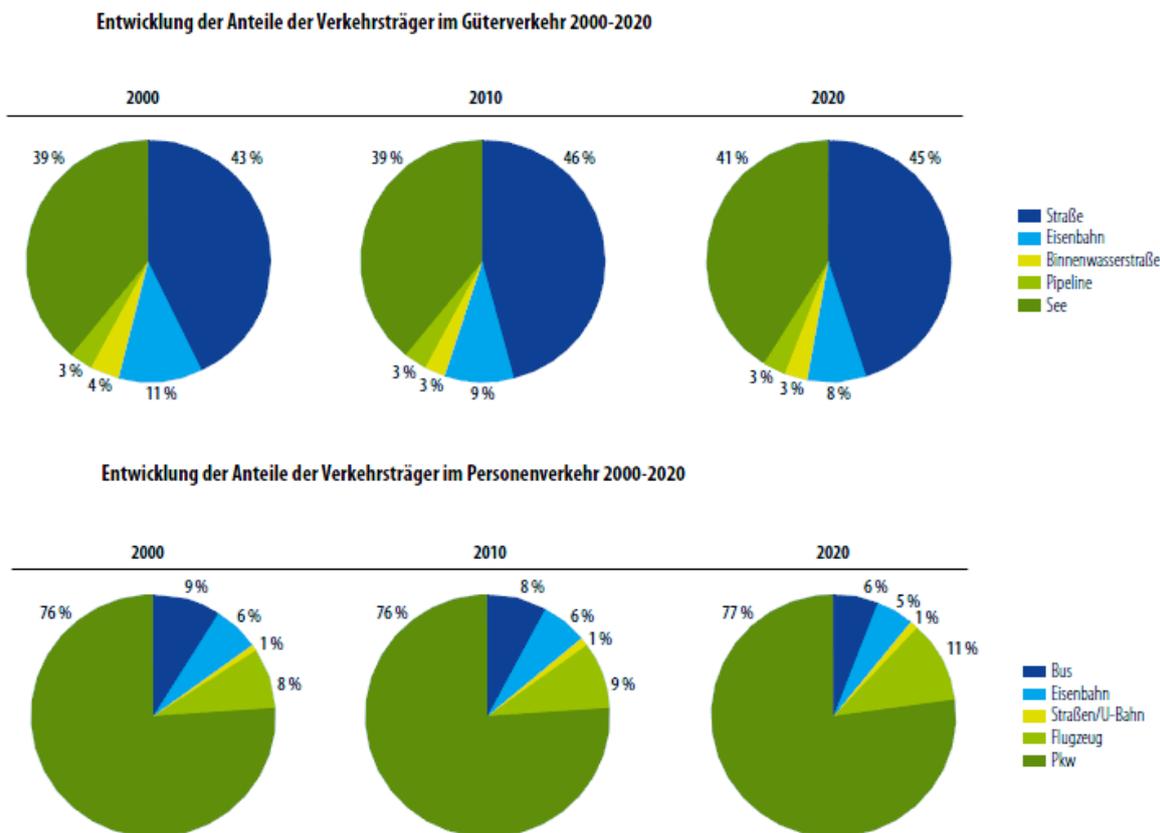


Abbildung 1: Entwicklung der Einteilung der Verkehrsträger in Europa¹

Nicht nur isoliert betrachtet, aber auch als Teil des gesamten Verkehrsnetzes, haben die Straßen die Aufgabe Voraussetzungen für die verstärkte Nutzung verschiedener Verkehrsarten zu schaffen. Sicherheit, Mobilität, Fahrkomfort, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit sind nur einige der hohen Anforderungen, denen die Straßen- und Wegenetze ihrer ganzen Lebensdauer lang entsprechen müssen.

Nach Angaben des BMVIT (Statistik Straße & Verkehr) betrug die Gesamtlänge des bestehenden österreichischen Straßennetzes im Jahre 2005 106.987 km. Da sind alle Bundes-, Landes- und Gemeindestraßen inkludiert. Den Landes- und Gemeindestraßen gehören 32%

¹ Für ein mobiles Europa, Halbzeitbilanz zum Verkehrsweißbuch der EK von 2001, S.36

bzw. 36%; Autobahnen und Schnellstraßen, die das hochrangige Straßennetz Österreichs bilden, weisen einen Anteil von ca. 2% auf, was einer Länge von 2.050 km entspricht. Werden diese weiter nach der Deckenbauweise unterteilt, ergibt sich folgendes Bild:

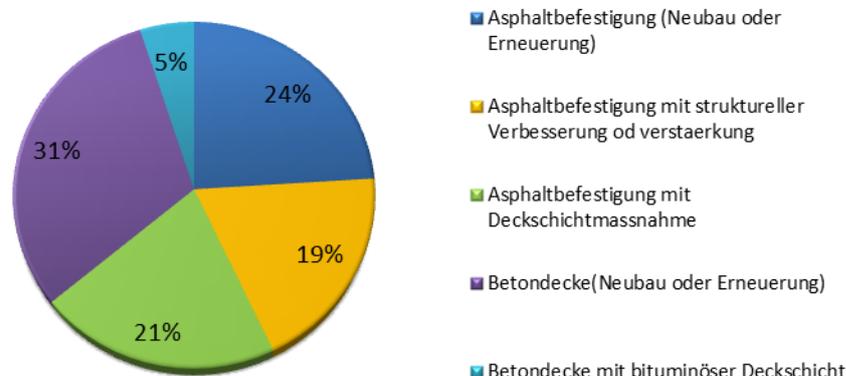


Abbildung 2: Längenverteilung Bauweisen (ASFINAG- Netz)²

Abbildung 2 stellt die Situation des Straßenoberbaus auf den Autobahnen und Schnellstraßen im Hinblick auf die Bauweisen und die damit verbundenen Erhaltungsaktivitäten dar.

Der Beginn des modernen Betonstraßenbaues kann etwa mit dem Jahre 1927 angesetzt werden.³ Nach dem Zweiten Weltkrieg und bis zu Beginn der Siebzigerjahre wurden in Österreich fast alle Autobahnen und einige Bundesstraßen mit Betondecken versehen. Der anschließende Vormarsch der Asphaltbauweise konnte erst mit dem Aufkommen lärmindernder Betondecken und neuen Entwicklungen beim Recycling bestehender Betonfahrbahnen aufgefangen werden. Gegenwärtig sind rund 40% der österreichischen Autobahnen in Beton gebaut.⁴

Betonfahrbahndecken gelten als eine der modernsten und nachhaltig orientiertesten Straßendeckensysteme zur Aufnahme der von den Verkehrsflüssen verursachten hohen Belastungen. Sie sind deshalb vorwiegend auf Autobahnen und Schnellstraßen zu finden. In städtischen Gebieten sind sie für Bushaltestellen, Kreisverkehrsanlagen, Kreuzungen, und Flugbetriebsflächen gut geeignet. Sie nehmen sowohl die großen Achslasten, als auch die Horizontal- und Fliehkräfte auf, sind relativ unempfindlich gegen hohen Temperaturen und Temperaturschwankungen und leicht erkennbar in der Nacht. In Österreich werden Betonfahrbahnen für Tunnel länger als 1.000 m, einerseits wegen ihrer Helligkeit und andererseits wegen ihres besseren Verhaltens in Brandfällen vorgeschrieben.

Wirft man aber einen Rückblick auf die Entwicklung des österreichischen Bundesstraßennetzes, so stellt man fest, dass der Großteil des Netzes in der Zeitperiode 1970 – 1990 gebaut wurde. In dieser Zeitspanne sind ca. 1.350 km errichtet worden. Dieser Länge entsprechen 64% der heutigen Autobahnen und Schnellstraßen, gesamt 2.050 km lang (Abb. 3).

² Weninger- Vycudil, Handbuch Pavement Management in Österreich 2009

³ Wallner, R.: „Die Betondecke im städtischen Straßennetz – ein unverzichtbarer Faktor am Beispiel der Stadt Wien“, S.23

⁴ Werner, R., Hermann, K.: „Moderner Betonstraßenbau“, Zementbulletin Nr 7/8, Juli/ August 2000, S.3

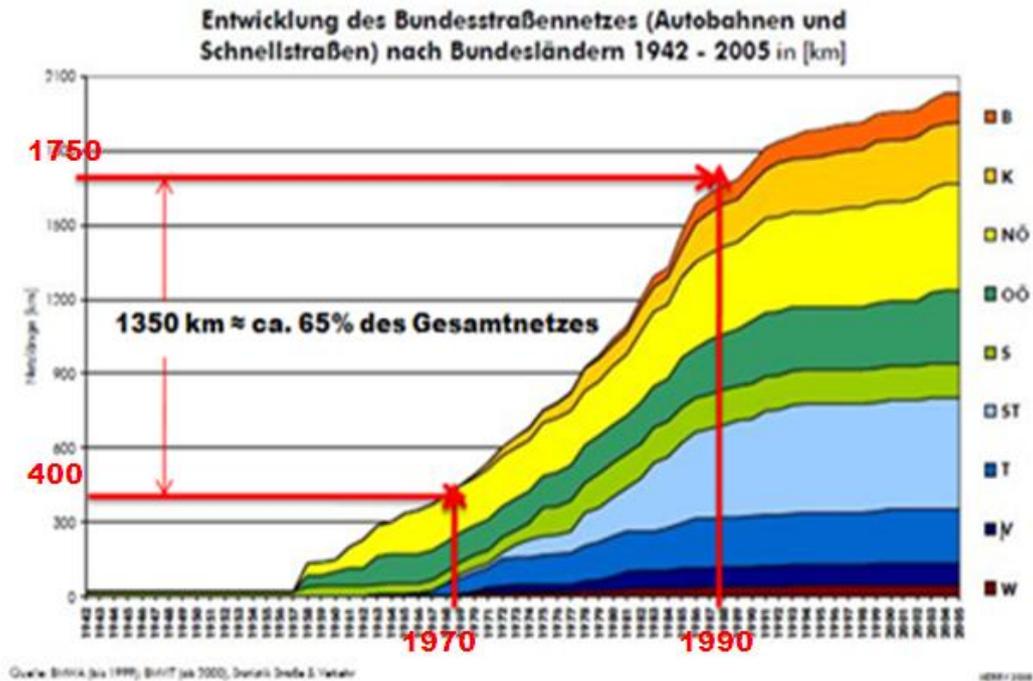


Abbildung 3: Entwicklung des Bundesstraßennetzes nach Bundesländern⁵

Auf Basis der Oberbaudatenbank ergibt sich ein mittleres strukturelles Alter von 17,2 Jahre für Betondecken (Abb. 4). Die Verteilung des Alters auf die einzelnen Bauweisen ist auf Abbildung 4 zu sehen.

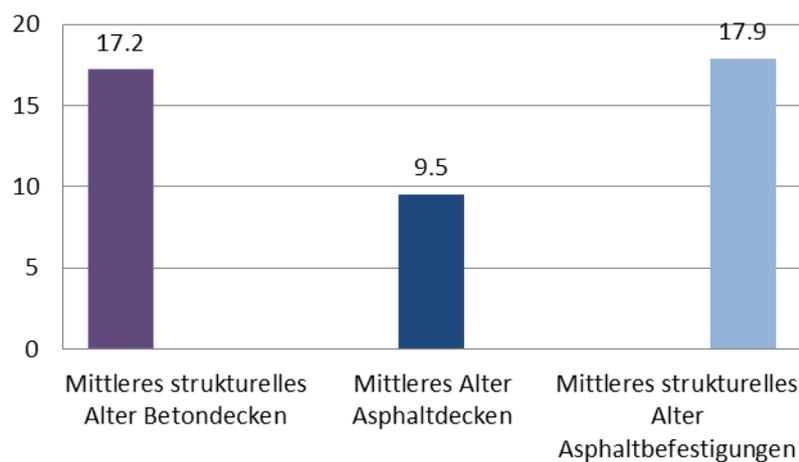


Abbildung 4: Längenverteilung Bauweisen (ASFINAG- Netz)²

⁵ Verkehr in Zahlen- S.49, Ausgabe 2007

Die Beeinträchtigungen der verschiedenen Oberbauten, zusammen mit dem rückläufigen Anteil neuen Straßenbaus und zunehmender Alterung der Straßen, erfordert eine effiziente und systematisierte Straßenerhaltung. Eine adäquate dem Straßenzustand und der Schadensursache rechtzeitig und technisch richtig zugeordnete Erhaltungsmaßnahme, gewährleistet die notwendige Sicherheit, Qualität Wirtschaftlichkeit somit eine hohe Lebensdauer der Fahrbahnen.

Österreich hat eine mehr als 100 Jahre lange Tradition im Betonfahrbahnbau und kann damit mit einer weitgehend technisch ausgereiften Ausführung rechnen. Um allen Herausforderungen der Straßenerhaltung sich zu entgegenen, muss man eine effiziente Erhaltungsstrategie haben. In Abhängigkeit von der Wirkungsdauer der getroffenen Maßnahmen, spricht man von Instandhaltungs- (kurzfristige Wirkung), und Instandsetzungsmaßnahmen (langfristige Wirkung).

1.2 Aufgaben und Zielsetzungen

Die vorliegende Diplomarbeit hat das Ziel die baulichen Erhaltungsmaßnahmen für Betonfahrbahnen systematisch zu betrachten. Die Erarbeitung befasst sich ausschließlich mit den Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen von Betonfahrbahnen. Der Inhalt soll ein weites Spektrum der herkömmlichen Methoden der Zustandserfassung und Bewertung, dem aktuellen Stand der Technik für die bauliche Erhaltung bis hin zu möglichen Erhaltungsstrategien abdecken. Das Thema gewinnt immer mehr an Bedeutung wegen des schon relativ dicht ausgebauten Straßennetzes Österreichs und der knappen verfügbaren Budgets. Im Kern der Diplomarbeit steht die Bereitstellung eines Maßnahmenkatalogs, der sich auf einem Schadenskatalog basiert und für das jeweilige Schadensbild die richtige Erhaltungsmaßnahme nach den aktuellen Anforderungen angibt. Der Maßnahmenkatalog muss allen technischen und wirtschaftlichen Erfordernissen in der Erhaltungspraxis von Betonfahrbahnen entsprechen. Als Beurteilungskriterien bei der Betrachtung der verschiedenen Erhaltungsverfahren dienen alle Aspekte im Hinblick auf die Einsatzgrenzen, Wirkungsdauer, Bauzeit, Bauabschnittslänge. Die Diplomarbeit soll einen umfassenden Überblick über alle Verfahrensweisen einer wirtschaftlichen Instandhaltung und Instandsetzung der Betonfahrbahnen anbieten und damit als praxisrelevante Empfehlungen und zusätzliches Werkzeug dienen können.

1.3 Methodische Herangehensweise

Einführend wird in der Diplomarbeit eine Analyse des Erhaltungsbedarfs von Straßenanlagen im Allgemeinen und von Betonfahrbahnen konkret in Österreich durchgeführt. Es werden weiters jene österreichischen und deutschen Normen und Vorschriften kurz behandelt, die für die Straßenerhaltung von wesentlicher Bedeutung sind.

Ausgangsbasis zur Erfüllung der gesetzten Ziele wären außer den relevanten österreichischen und deutschen Normen und Vorschriften, auch Literaturrecherchen und Daten, die von den verschiedenen Fachspezialisten, österreichischen Straßenverwaltungen und solchen Bauunternehmen in Form von Befragungen ermittelt werden.

Eine wichtige Voraussetzung für ein systematisches Erhaltungsmanagement ist die Erfassung des Ist- Zustandes der Straßeninfrastruktur. Zum Zweck werden die Hauptzustandsmerkmale der Betonfahrbahndecken nach den unterschiedlichen Schadensbildern zusammengefasst. Es wird von bestehenden Schadenskatalogen (Hoffmann, M., 2009) ausgegangen und gemäß den dazu entsprechenden Richtlinien und Vorschriften (im P. 2.2. erwähnt) die am häufigsten auftretenden Schadensmerkmale systematisiert. Die Methoden der Zustandserfassung- und Bewertung werden dabei kurz erörtert.

Die Maßnahmen zur Instandhaltung und Instandsetzung werden in Detail betrachtet. Diese werden aus dem aktuellen nach Literaturrecherchen gezogenen Stand der Technik systematisch in Tabellen zusammengefasst und näher beschreiben. Die von den Befragungen und

Recherchen ermittelten Daten werden in einem weiteren Schritt aufbereitet und analysiert und es wird eine Vergleichsberechnung und Beurteilung der verschiedenen Erhaltungsmaßnahmen im Hinblick auf den wesentlichsten Kriterien Wirkweise, Wirkdauer, Kosten gemacht. Damit eine Zuordnung der Maßnahme zu einem Schadensbild erleichtert wird, erfolgt die Darstellung in Form eines „Maßnahmen VS Schaden“- Matrix.

In den weiteren Kapiteln werden Methode und Empfehlungen angeboten, die zur Erstellung einer erfolgreichen Erhaltungsstrategie dienen können. Es werden verschiedene vorkommende wirtschaftliche Untersuchungen betrachtet, in dieser Rede auch die LCCA, die ermöglichen, verschiedene Erhaltungsstrategien unter bestimmten Randbedingungen zu betrachten und dann die optimale diesen Anforderungen entsprechende Erhaltungsstrategie zu wählen.

2. STRASSENERHALTUNG VON BETONFAHRBAHNEN

2.1 Begriffe und Prinzipien der Straßenerhaltung

Nach MAERSCHALK(1999) ist die „**Straßenerhaltung**“ ein Sammelbegriff für alle Maßnahmen an Straßenanlagen, die der Substanzsicherung und laufenden Wartung des Straßenzustandes dienen. Die Straßenerhaltung wird in betrieblicher und baulicher Erhaltung unterteilt.

Die **betriebliche Straßenerhaltung** enthält alle Maßnahmen, die der Aufrechthaltung der Nutzbarkeit der Straße dienen, aber keine substanziellen Auswirkungen auf eine Verbesserung des Straßenzustandes haben.⁶

Die **baulichen Erhaltungsmaßnahmen** teilen sich weiter in folgende Gruppen ein:

- **Instandhaltung:** Laufende und periodische Instandhaltungsmaßnahmen sind örtlich begrenzte Maßnahmen, die rein technischen Anwendungskriterien folgen und i.a. aufgrund aktueller Erfordernis in Zeitschritten $\leq 1-2$ Jahren durchzuführen sind. Sie verlängern die Gesamtlebensdauer der Straße und reduzieren die Erhaltungskosten bzw. Erhöhen die Zeitintervalle von Instandsetzungsmaßnahmen.⁶
- **Instandsetzung:** Substanzwirksame Maßnahmen, die in Zeitschritten ≥ 1 Jahr auf aus der Zustandsbewertung ermittelten Abschnitten durchgeführt werden. Sie führen zu einer flächenhaften Anhebung des Straßenzustandes und haben in der Regel eine Wirkdauer von mehreren Jahren.⁶
- **Erneuerung:** Nach RVS 13.01.41 ⁷ sind das Maßnahmen, die zur Wiederherstellung des Straßenaufbaus führen. Das Endprodukt kommt einer neuwertigen Oberbaukonstruktion gleich, d.h. dass innerhalb der üblichen Bemessungsperioden keine Instandsetzungsmaßnahmen aufgrund struktureller Schäden erforderlich sind. Eine Erneuerung kann im Hoch-, teilweisen Tief- oder Tiefeinbau erfolgen.

⁶ Hoffmann, M.: Erhaltungsmanagement von Straßen, Skript zur Lehrveranstaltung „Erhaltungsmanagement von Straßen“ Teil 3, S.4

⁷ RVS 13.01.41: Straßeninstandsetzung, Asphaltstraßen, Grundlagen zur Zustands- und Maßnahmenbeurteilung. Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße- Schiene-Verkehr, Wien, 1988

Tabelle 1: Übersicht zur Begriffssystematik der Straßenerhaltung⁸

Beobachtung und Kontrolle (Zustandserfassung, Verkehrszählungen)		
ERHALTUNG	Betriebliche Erhaltung (Verkehrseinrichtungen, Hilfsdienste, Winterdienst etc.)	
	Bauliche Erhaltung	Instandhaltung (Ausbessern von Rissen, Kanten- und Eckschäden)
		Instandsetzung großflächige Arbeiten auf bzw. an der Deckschicht
		Erneuerung großflächige Arbeiten an Deck/Tragschicht, am Oberbau
Umbau/Ausbau	(Qualitätsverbesserung, z.B. Umprofilierung, Anlage von Rad-/Gehwegen)	
Erweiterung	(Erweiterung der Kapazität bestehender Strecken)	
Neubau	(Erweiterung der Kapazität durch Erstanlage von Strecken)	

Hauptziele der baulichen Erhaltung sind nach ZTV BEB StB 2010:

- Verbesserung der Oberflächeneigenschaften
 - Rauheit
 - Griffigkeit
 - Wasserabfluss
 - Ebenheit
 - Helligkeit (Reflexion)
 - Lärminderung
- Verbesserung der baulichen Substanz
 - Tragfähigkeit
 - Frostsicherheit
 - Entwässerung

⁸ Krause, G.: „Systematische Straßenerhaltung und Pavement Management System“, SEP Maerschalk 2001, S.2

2.2 Aktuelle Richtlinien und Vorschriften

Bestehende Richtlinien und Vorschriften in Österreich im Zusammenhang mit Betonfahrbahndecken und deren Herstellung und Erhaltung:

- Die **RVS 08.17.01 Technische Vertragsbedingungen Betondecken Mit Bindemittel stabilisierte Tragschichten** ist im Juli 2009 erschienen und beschreibt den aktuellen Stand der Technik für alle mit Bindemittel stabilisierten Tragschichten, die als Teil des Straßenkörperoberbaus zur Verteilung der auffälligen Verkehrslasten dienen.
- **RVS 08.17.02 Betondecken- Deckenherstellung** regelt die bauliche Gestaltung von Betonfahrbahnen, wobei auch die Anforderungen an den Materialien und der damit gebundenen verschiedenen Prüfungsarten.
- **RVS 03.08.63 Oberbaubemessung** (April, 2008) beschreibt den Regelfall der bautechnischen Details zu der Oberbaubemessung von Verkehrsflächen.
- **RVS 08.17.01 Betondeckenerhaltung** fasst die herkömmlichen Maßnahmen zur Beseitigung von Schaden auf der Betonoberfläche und Erhaltung ihrer Eigenschaften und Befahrbarkeit zusammen.
- **RVS 02.01.22 Nutzen- Kosten- Untersuchungen im Verkehrswesen** dient als Hilfsmittel zur gesamtwirtschaftlichen Bewertung von Maßnahmen im Verkehrswesen.

Relevante deutsche Normen im Betonstraßenbau- und Erhaltung:

- **RStO, Ausgabe 2001 „Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen“** gibt die allgemeinen Regelungen für den Oberbau von Straßenverkehrsflächen bei dem Neubau und der Erneuerung innerhalb und außerhalb geschlossener Ortslagen.
- Weitere Hinweise ausschließlich für die Herstellung von Betonfahrbahnen sind in dem **MOB, „Merkblatt für die Herstellung von Oberflächentexturen auf Verkehrsflächen aus Beton“ (Ausgabe 2009)** zu finden. Es werden die einbautechnischen und betontechnologischen Maßnahmen zur Herstellung von Betondecken zusammengestellt, wobei es besonders auf der Griffbarkeit, Dauerhaftigkeit und der geringen Reifen/Fahrbahn-Geräusche geachtet wird.
- **ZTV BEB- StB 02 Die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen- Betonbauweisen** behandeln die Baugrundsätze für die geeigneten Maßnahmen für die bauliche Erhaltung der Fahrbahnen in Betonbauweise. Der gegenwärtige Stand der Technik für die möglichen Instandhaltungs-, Instandsetzungs- und Erneuerungsmaßnahmen wird in Betracht genommen. Ergänzend dazu kommt das **Merkblatt für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen aus Beton – M- BEB**. Dort sind die Maßnahmen näher beschrieben und es werden auch weitere, in den **ZTV BEB- StB 02** nicht berücksichtigte Erhaltungsmaßnahmen, erläutert.

2.3 Straßenzustandserfassung

2.3.1 Bautypen der Oberbaukonstruktionen aus Beton in Österreich

Die übliche Standardbauweise für die Betondecken in Österreich und in Deutschland ist die raumfugenlose Betondecke mit kurzen Scheinfugenabständen ohne Bewehrung. Verschiedene Varianten können nur bei der Ausführung der Tragschicht gewählt werden. In anderen Staaten, zum Beispiel in den U.S.A. werden in den verschiedenen Staaten unterschiedliche Bauweisen in Abhängigkeit der örtlichen Erfahrungen durchgesetzt. Es wird im Allgemeinen zwischen drei verschiedenen Typen von Betondeckensystemen unterschieden:

- Bewehrte Betondecken mit Raumfugen- JRCP (Jointed Reinforced Concrete Pavement) Bei diesem Deckensystem werden größere Plattengeometrien, $L > 25 \cdot D$ dank vorhandener Bewehrung (Schwindbewehrung) zugelassen. Diese Bauweise ist aber relativ teuer

und schwer ausführbar. Trotz der Schwindbewehrung könnten Risse entstehen und damit die Gefahr von Korrosion.

- Durchgehend bewehrte Betondecken- CRCP (Continuously Reinforced Concrete Pavement) – Die Betondecken sind durchlaufend bewehrt und mit freier Rissbildung. Das ist eine verbreitete Bauweise für Betondecken auf Autobahnen in Belgien und Frankreich.

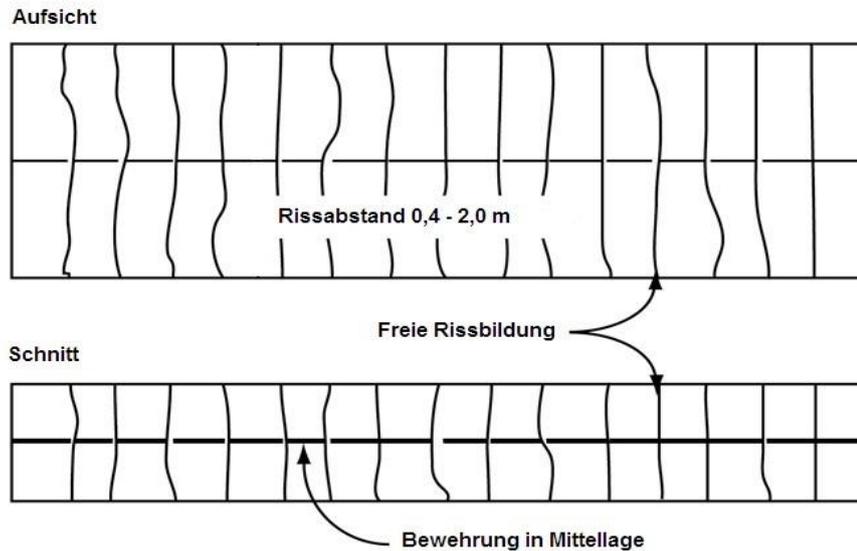


Abbildung 5: Durchgehend bewehrte Betondecke

- Unbewehrt und Raumbfugenlos- Standardbauweise in Österreich JPCP (Jointed Plain Concrete Pavement)

In Österreich sind gemäß RVS 08.17.02 Betondecken in Felder einzuteilen und im Allgemeinen ohne Bewehrung herzustellen- unbewehrte Betondecken ohne Raumbfugen. Als Unterlage kommt entweder eine 45 cm dicke ungebundene oder 20 cm dicke zementstabilisierte Tragschicht. Dann mindestens 5 cm dicke bituminöse Tragschicht. Der Betonbelag ist meist 25 cm dick unbewehrt und zweischichtig. Bei der einschichtigen Bauweise hat die gesamte Dicke eine einheitliche Zusammensetzung. Diese Bauweise wird vor allem in Tunnelstrecken, wegen der beengten Platzverhältnisse und bei Verkehrsflächen mit geringeren Anforderungen eingesetzt. Bei der zweischichtigen Bauweise wird zwischen Unterbeton und einer mindestens 5 cm dicken Oberbetonschicht unterschieden. Diese haben teils unterschiedliche Anforderungen, werden meist getrennt verdichtet und frisch auf frisch eingebaut. Die Länge der einzelnen Felder muss kleiner als 25 Mal der Dicke und 1,5 Mal der Breite sein. Die Quersfugenabstände betragen in Abhängigkeit von dem Deckendicken von 5,0 bis 5.5 m (max. 6,0 m). Die Quersfugen werden verdübelt, die Längsfugen verankert und alle Fugen werden verschlossen um eine optimale Entwässerung zu sichern. (Abb.6)

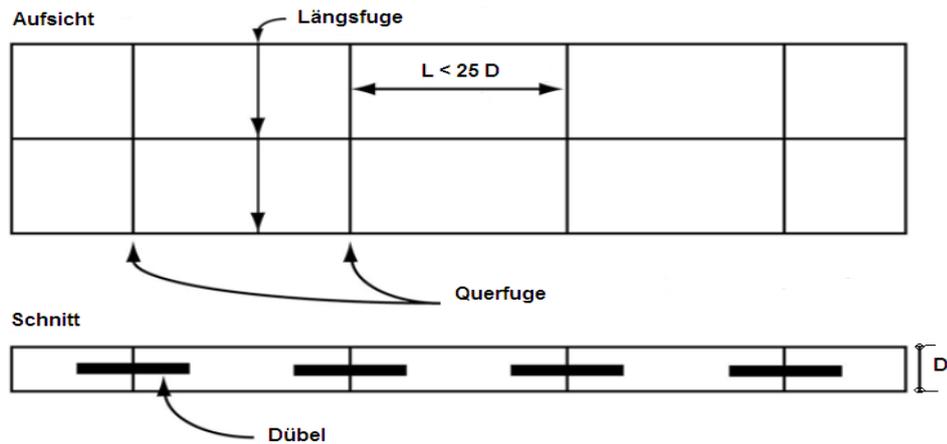


Abbildung 6: Betondecke- unbewehrt und Raumbefestigung

Die RVS 03.08.63 regelt die Deckendicke und den Schichtenaufbau in Abhängigkeit der Verkehrsbelastung (Abb.7). Bei der höchsten Lastklasse S ist mit 18 Mio. Bemessungsnormlastwechseln zu rechnen, was umgerechnet einer 30-jährigen Bemessungsdauer für die Betondecke mit einem durchschnittlichen täglichen Schwerverkehr von 3.000 DTLV entspricht.

Lastklasse ⁹⁾ (n = 30 Jahre)	S	I	II	III	IV	V	VI
BNLW in Mio.	> 18 bis 40 ²⁾	> 6,5 bis 18	> 2,1 bis 6,5	> 0,6 bis 2,1	> 0,15 bis 0,6	> 0,075 bis 0,15	≤ 0,075 ³⁾
Bauteil	Betondecke verdübelt				Betondecke unverdübelt		
	cm 25 5 4,5 UP ▽	cm 22 5 4,5 UP ▽	cm 20 5 4,5 UP ▽	cm 20 5 30 UP ▽	cm 20 30 UP ▽	cm 18 20 UP ▽	cm 16 20 UP ▽
Bauteil	Betondecke verdübelt				Betondecke unverdübelt		
	cm 25 5 20 UP ▽	cm 22 5 20 UP ▽	cm 20 5 20 UP ▽	cm 18 18 20 UP ▽	cm 18 18 UP ▽	cm 16 18 UP ▽	cm 16 18 UP ▽
Die Querneigung des Unterbauplanums ist gleich der der Fahrbahn auszuführen.							
$E_{vUP} \geq 35 \text{ MN/m}^2$							

Abbildung 7: Bemessungstabelle für Oberbauten mit Betondecken⁹⁾

⁹⁾ RVS 03.08.63 Straßenplanung- Bautechnische Details- Oberbaubemessung, April 2001

Der Beton muss eine ausreichende Festigkeit, Verschleißfestigkeit, Frost- und Witterungsbeständigkeit, Frost-Tausalzbeständigkeit, Griffigkeit und ein gutes Lärmverhalten nachweisen. In Österreich wird im Regelfall für die Herstellung von Betonfahrbahnen Portlandzement CEM II 32,5 oder 42,5 verwendet, der nicht zu fein gemahlen sein und nicht vor 2 Stunden erstarren darf. Die Mindestbiegezugfestigkeit im Alter von 28 Tagen muss 7 N/mm^2 sein. Diese zweischichtige Standardbauweise gibt die Möglichkeit kostengünstige Materialien für den Unterbeton zu verwenden, wie z.B. den lokal anstehenden Kies als Zuschlag, während für den Oberbeton hochwertige Zuschläge zur Erzielung der geforderten Griffigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Verkehr und Klima genutzt sind.

Die Oberflächenstruktur der Betondecke wird durch eine Waschbetonbauweise bestimmt, die bereits 1990 mit ihren guten lärmindernden Eigenschaften und ihrem hohen Griffigkeitsniveau als Standard eingeführt wurde.

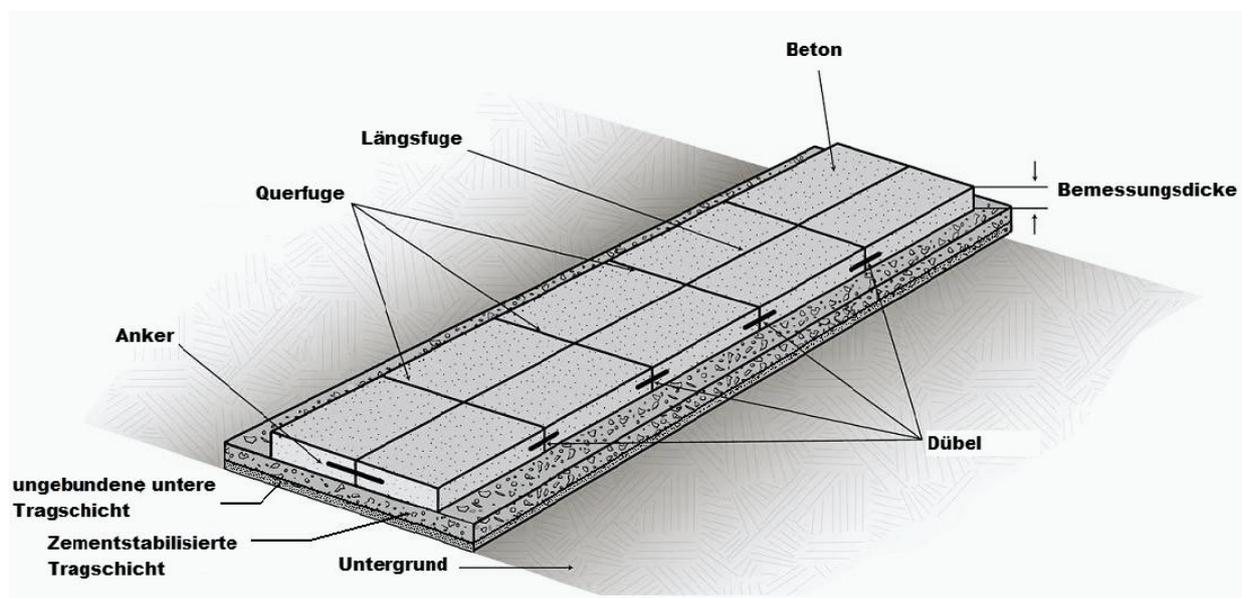


Abbildung 8: Bauweise für Betondecken in Österreich¹⁰

2.3.2 Beanspruchung des Straßenoberbaus

Es gibt viele Faktoren, die den Zustand einer Betonstraße im Laufe ihres Lebenszyklus beeinträchtigen. Haupteinfluss üben der Schichtaufbau und die Verkehrsbelastung. Auf der Abbildung 9 sind die wesentlichsten Komponenten zu sehen, die eine Veränderung des Zustandes einer Fahrbahndecke bewirken.

¹⁰ Guide for Design and Construction of New Jointed Plain Concrete Pavements, January 9, 2008, S.3



Abbildung 9: Einflussfaktoren auf die Straßenbefestigung¹¹

2.3.3 Straßenzustandserfassung

Die Erhaltungsbedarfsanalyse einer Straßenbefestigung und der Auswahl geeigneter baulicher Erhaltungsmaßnahmen erfordern eine einheitliche Bewertung des Zustandes der Fahrbahn. In den nachfolgenden Abschnitten wird zu diesem Zweck einen Überblick über die herkömmlichen Methoden der Zustandserfassung gemacht und typische Zustandsmerkmale und deren Ursache, sowie Zustandswerte- und Indikatoren werden zusammengefasst.

2.3.3.1 Begriffsdefinitionen

Die Straßenzustandserfassung ist die Grundlage der systematisierten Straßenerhaltung. Die liefert die notwendigen Daten zur Bewertung des Straßenzustandes. Um die Erhaltungsmaßnahmen vorsorglich zu planen und budgetieren, muss man die Entwicklung der Zustandsmerkmalen im Laufe der Zeit abschätzen können. Werden die Zustandsmerkmale der Fahrbahnen regulär erfasst und bewertet, ist die Zustandsentwicklung und daraus auch den Zeitpunkt für die jeweiligen Erhaltungsmaßnahmen ableitbar.

Der **Zustand** einer Straße wird nach WENINGER- VYCUDIL als der zu einem bestimmten Zeitpunkt aufgenommene Grad der Schädigung definiert. Maßgeblich dazu sind die **Zustandsmerkmale**, die den strukturellen und funktionellen Zustand der Fahrbahnoberfläche beschreiben und dabei eine sowohl qualitative, als auch quantitative Schätzung des Straßenzustandes geben. Zur Beschreibung der einzelnen Merkmale werden Erfassungsgrößen (auch Messgrößen) genutzt, die im Rahmen der Zustandserfassung erhoben werden. Relevant sind dabei der Schädigungsgrad, der Schadensausmaß und die Schadensschwere.

¹¹ Krause, G.: Systematische Straßenerhaltung und Pavement Management System, S.14

Zustandsgrößen sind entweder physikalische Werte, (z.B. m, m², m/km etc.) oder Flächen- bzw. Längenbezugswerte (Prozentwert), die für einen bestimmten Abschnitt aus den Mess- oder Erfassungsgrößen gebildet werden und repräsentativ den Zustand für einen bestimmten Zustandsmerkmal für einen vorgegebenen Abschnitt definieren.² Die Verhaltensfunktion eines Zustandsmerkmals soll die Zustandsveränderung in zeitlicher Hinsicht, nämlich den **Zustandsverlauf**, abbilden. Die erfassten Zustandsgrößen werden in einer dimensionslosen Kennzahl transformiert – der **Zustandswert** und diese weiter zu Teilwerten zusammengefasst. Die Zusammenfassung aller Teilwerte über Gewichtungs- und Durchschlagsregel bildet das Gesamtwert, das einen Gesamtzustand beschreibt und als Basis für die Optimierung dient. Die Zustandsveränderung im Laufe der Zeit wird durch die Verhaltensfunktion eines Zustandsmerkmals abgebildet. Anhand dieser Funktionen können weiter die richtigen Zeitpunkte für Erhaltungsmaßnahmen berechnet werden.

Bei den Methoden zur Beurteilung der einzelnen Merkmale wird zwischen **visuellen, sensitiven Methoden** und solchen, die mit Hilfe von messtechnischen Geräten durchgeführt werden, unterschieden.

- Unter **visuelle Zustandserfassung** versteht man die Aufnahme und Begutachtung der sichtbaren Schäden direkt vor Ort oder durch eine Aufnahme der Schäden durch Film-, Bild-, Videosystemen, etc. und einer Begutachtung unabhängig vom Aufnahmeort (evtl. unter Zuhilfenahme von semi-automatischen Vorauswertungssystemen).²
- Bei der **sensitiven Erfassung** beurteilt das geschulte Erfassungspersonal die hervorgerufene Einwirkung z.B. bei der Befahrung eines Erfassungsabschnitts.
- Aufnahme der Schäden **mit Hilfe von automatischen oder halbautomatischen Messeinrichtungen**. Dabei wird es keine Schätzung des Schadensausmaßes gemacht, sondern die durch verschiedene Verfahren je nach Art und Ausmaß gemessen. Dazu könnten sowohl einfache Geräte, wie eine 2 m oder 4 m Latte zur Messung der Rissen, als auch Hochleistungsgeräte wie der Messfahrzeug Road STAR genutzt werden. Mit Hilfe diesem können eine Reihe von Zustandsmerkmalen gleichzeitig aufgenommen werden, sowohl strukturelle, als Oberflächenzustandsdaten ermittelt werden: Griffigkeit, Längsebenheit, Risse, Oberflächenschäden.



Abbildung 10: Road STAR Meßfahrzeug¹²

¹² Hoffmann M.: Erhaltungsmanagement von Straßen, Skript zur Lehrveranstaltung „Erhaltungsmanagement von Straßen“ Teil 2, S.54

Zur Durchführung einer qualitativ hochwertigen und umfassenden Zustandserfassung sind Formulare für die visuelle Zustandsaufnahme entwickelt. Abbildung 11 zeigt einen beispielhaften Auszug eines Formblattes zur visuellen Zustandserfassung von Straßenstrecken in Deutschland.

Formblatt 1						(Stand 09/99)
Zustandsaufnahme Strecke mit Betondecke						
BAB	<input type="text"/>	Km - Tafel	<input type="text"/>			
Abschnitt Nr.:	<input type="text"/>	Fahrbahnseite:	linke: <input type="text"/>	rechte:	<input type="text"/>	
Abschnitt:	von km <input type="text"/>	bis km <input type="text"/>	Befestigte Breite:		<input type="text"/>	
			Datum der Aufnahme:		<input type="text"/>	
tiefste/höchste Lufttemperatur am Aufnahmetag in °C:			<input type="text"/>	/	<input type="text"/>	
Meisterei:	<input type="text"/>	Name Erfasser: 1.	<input type="text"/>			
		Name Erfasser: 2.	<input type="text"/>			
das Formblatt 1 besteht aus 3 Seiten						
<u>Als Stichprobe auszuwählende Platten:</u>						
Jeweils 15 Platten des ersten Fahrstreifens (FS1) einschließlich der Längsfugen zum Standstreifen und zum 2. Fahrstreifen an jeder km- und 0,5-km-Tafel. Die erste Platte dieses „15-Platten-Paketes“ ist jeweils die erste nach der km-Tafel in Fahrtrichtung, wobei deren eingeprägte Plattennummer den Aufzeichnungen zugeordnet ist. Die Bereiche der Übergänge an den Autobahnwerken sowie die Ein- und Ausfädlungstreifen sind gesondert zu dokumentieren (Formblatt 2 und 3).						
Achtung: vor Beginn auf Fahrbahn mit Kreide anzeichnen:						
Schadensbilder	Platten 1 bis 5	Platten 6 bis 10	Platten 11 bis 15	Summen	Bemerkungen	
Plattennummer der ersten aufgenommenen Platte						
Nummerierung in Fahrtrichtung ja/nein						
Dunkeleinfärbung der Oberfläche beidseitig der Quertiefen 10 - 60 cm breit (Mikrorissbildung)	<i>Anzahl Quertiefen</i>					
flächenhafte Mikrorissbildung	<i>Anzahl Platten</i>					
flächenhaftes Ausbrechen der Oberfläche	<i>Anzahl Platten</i>					
als Feinriss erkennbare Ankermarkierung < 1,20 m	<i>Anzahl</i>					
als Feinriss erkennbare Ankermarkierung > 1,20 m	<i>Anzahl</i>					
als Oberflächenstörung erkennbare Ankermarkierung	<i>Anzahl</i>					
als Feinriss erkennbare Dübelmarkierung < 0,80 m	<i>Anzahl</i>					
als Feinriss erkennbare Dübelmarkierung ≥ 0,80 m	<i>Anzahl</i>					

Abbildung 11: Zustandsaufnahme „Strecke“ (Deutschland)¹³

¹³ Anger,R., Villaret,S.: Rechtzeitige Instandhaltung und Instandsetzung von Betondecken als Prävention gegen vorzeitige Erneuerungen, Straße+Autobahnen, 09.2003, S. 7

2.3.3.2 Zustandsmerkmale Betonfahrbahnen

Die Hauptmerkmale, die bei netzweiten Zustandserfassungen in Österreich und in Deutschland betroffen werden, sind auf der schematischen Darstellung in Abbildung 12 zu sehen.

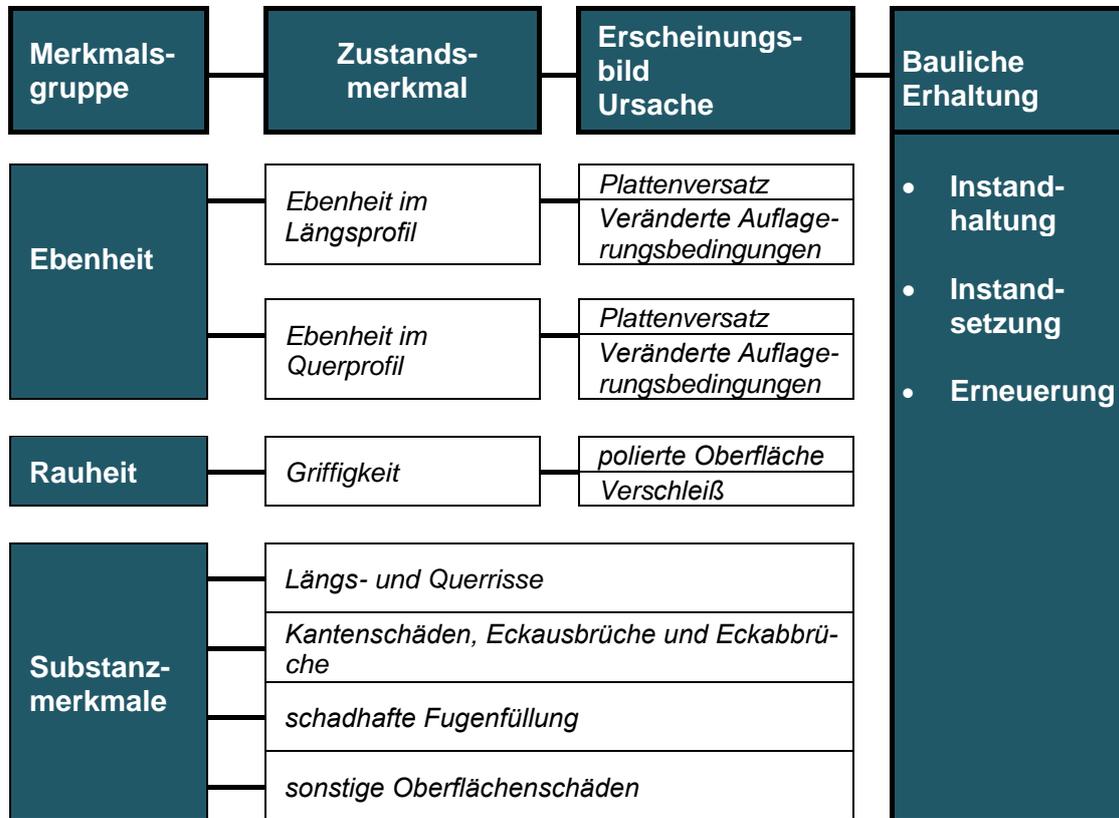


Abbildung 12: Merkmalsgruppen für Betonbauweisen¹⁴

• Allgemeine Unebenheiten

Allgemeine Unebenheiten werden der Merkmalsgruppe Ebenheit im Längsprofil zugerechnet. Da im Straßenbau die Herstellung einer ideal ebenen Oberfläche nicht möglich ist, entstehen allgemeine Unebenheiten, auch Längsunebenheiten genannt, schon während der Herstellung. Sie resultieren aus der Inhomogenität der Baustoffe, bzw. Baustoffgemische und der Bauausführung. Einflüsse aus Schichtdeckenschwankungen, Verkehr und Klima sowie die Gleichmäßigkeit von Untergrund/ Unterbau und der im Oberbau eingesetzten Baustoffgemische nehmen entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung der Längsunebenheiten. Auf Betonstraßen treten punktuelle Längsunebenheiten als und Versätze im Bereich der Fugen auf.¹⁵

Die Erfassung des Merkmals erfolgt nach dem Stand der Technik durch Lasermesseinrichtungen, die die Straßenoberfläche abtasten und so die entsprechenden Grundlagen liefern.

¹⁴ ZTV BEB- StB 2010, S.11

¹⁵ Beckedahl, H-J.: Schlagloch/ Straßenerhaltung- Handbuch Straßenbau- Band 1,2010, S. 27

Die Anzahl der Laser bzw. der Abstand der Laser kann dabei bei den unterschiedlichen Messsystemen deutlich variieren.¹⁶

- **Griffigkeit**

Die Griffigkeit spielt eine besonders wichtige Rolle für die Fahrtsicherheit. Sie gehört zur Merkmalsgruppe Rauheit und schätzt den Gleitwiderstand eines Reifens auf sauberer nasser Fahrbahn, wird zufolge durch den Reibungsbeiwert der Straßenoberfläche definiert. Zu der messtechnischen Untersuchung der Griffigkeit kommen in Österreich verschiedene Verfahren zum Einsatz.

Stationäre Griffigkeitsmessungen sind durch das SRT- Pendelgerät (Skid Resistance Tester) durchzuführen. Dadurch wird nur die Mikrotextrur gemessen, deshalb wird dieses in Kombination mit dem Ausflussmesser zur Ermittlung auch der Makrotextrur angewendet. Dieses Verfahren wird Innerorts wegen den beengten Raumen und geringer erstatteten Geschwindigkeiten bevorzugt. Ein mobiles System zur Messung der Griffigkeit schwer zugänglichen Bereichen und auf Flugbetriebsflächen ist der Grip Tester. Das ist ein kompakter Anhänger, der an ein an ein Fahrzeug angehängt oder von ihm geschoben wird. Ein weiteres Mobilverfahren ist das Stuttgarter Reibungsmesser (SRM), wobei ein Schlepprad gebremst oder blockiert zur Bestimmung der Griffigkeit wird. Der Road Surface Tester of Arsenal Research dient auch zur Messung der Griffigkeit. Dabei wird der Reibungsbeiwert mit einem gerillten PIARC Messreifen in Längsrichtung, mit konstantem Schlupf (Standard:18% Schlupf) und einer Radlast von 3500 N, mit Messgeschwindigkeiten von 30 km/h bis 120 km/h (Standard: 60 km/h), auf einer mit Wasser benetzten Oberfläche (Standard: 0,5 mm Wasserfilmdicke) ermittelt. (Abb.13)



Abbildung 13: (von links nach rechts) SRT- Pendelgerät, Grip Tester, Stuttgarter Reibungsmesser, Road STAR⁶

- **Tragfähigkeit**

Die Tragfähigkeit wird durch die Reaktion einer Straßenbefestigung auf eine aufgebrachte Kraft ermittelt und gibt den Widerstand des Straßenoberbaus gegen kurzzeitige Verformungen. Einen wesentlichen Einfluss auf die Tragfähigkeit einer Straßenbefestigung üben die Temperatur an der Straßenoberfläche, die saisonalen Tragfähigkeitsschwankungen des Unterbaus/ Untergrundes, der Zustand der Fahrbahnoberfläche und die Lage der Trasse aus. Als Erfassungsmethoden zur Ermittlung der Tragfähigkeit einer Fahrbahn unterscheidet man im Allgemeinen zwischen quasistatische (Benkelmanbalken,) und dynamische Messverfahren (Falling Weight Deflectometer). (Abb. 14)

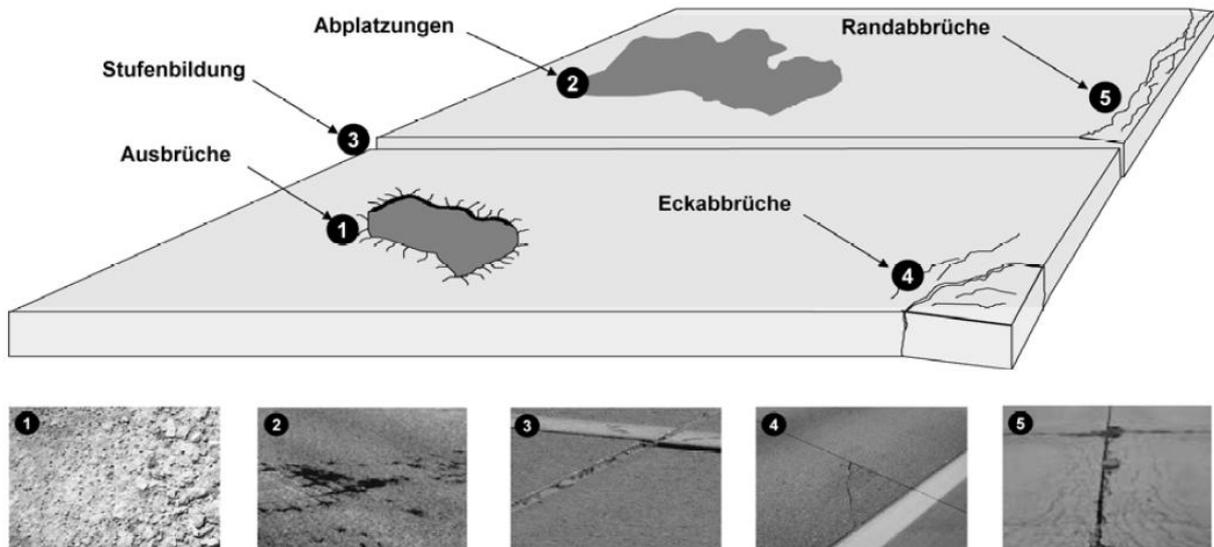
¹⁶ Weninger- Vycudil: Handbuch Pavement Management in Österreich, 2009, S.20



Abbildung 14: Benkelman Beam, Falling Weight Deflectometer

• **Oberflächenschäden**

Die nachfolgenden unterschiedlichen Schadensarten lassen sich zu einem einzigen Kennwert und unter einem einzigen Zustandsmerkmal Oberflächenschäden zusammenfassen, da auf diese Weise die Erfassung deutlich vereinfacht wird und noch eine Verwechslung dieser unterschiedlichen, jedoch sehr ähnliche Schäden vermieden wird. Es muss in Acht genommen werden, dass eine solche Zusammenfassung zu einer gewissen Ungenauigkeit bei der Auswahl der geeigneten Erhaltungsmaßnahme führen könnte.



- **Ausbrüche mit Materialverlust (1):**
Wenn man Haarrisse an den Betondecken unbehandelt lasse, besteht die Gefahr, dass es zu kleinflächige Ausbrüchen mit Materialverlust an der Plattenoberfläche kommt. Solche entstehen auch durch Entmischung und Nesterbildung, einen zu hohen W/Z- Wert oder Einbaufehler bei Verdichtung und Nachbehandlung. Durch Ermittlung der Ausbruchfläche im Abschnitt m^2 wird ihr Ausmaß gemessen. Wenn die Ausbrüche lange Zeit unbehandelt gelassen sind, könnte es zur Schlaglochbildung kommen.
- **Abplatzungen (2):**
Die flächigen Ablösungen im oberen Bereich der Betondecke werden Abplatzungen genannt. Sie werden aufgrund Beanspruchung durch Frost und Tausalz, Einbaufehler bei Verdichtung und Nachbehandlung und möglicher Korrosion der Bewehrung verursacht. Erfasst werden sie durch Ermittlung der Abplatzungsfläche im Abschnitt $[m^2]$. Bei Rostfahnen bzw. sichtbarer Bewehrung, ist eine Erhaltungsmaßnahme zu setzen.

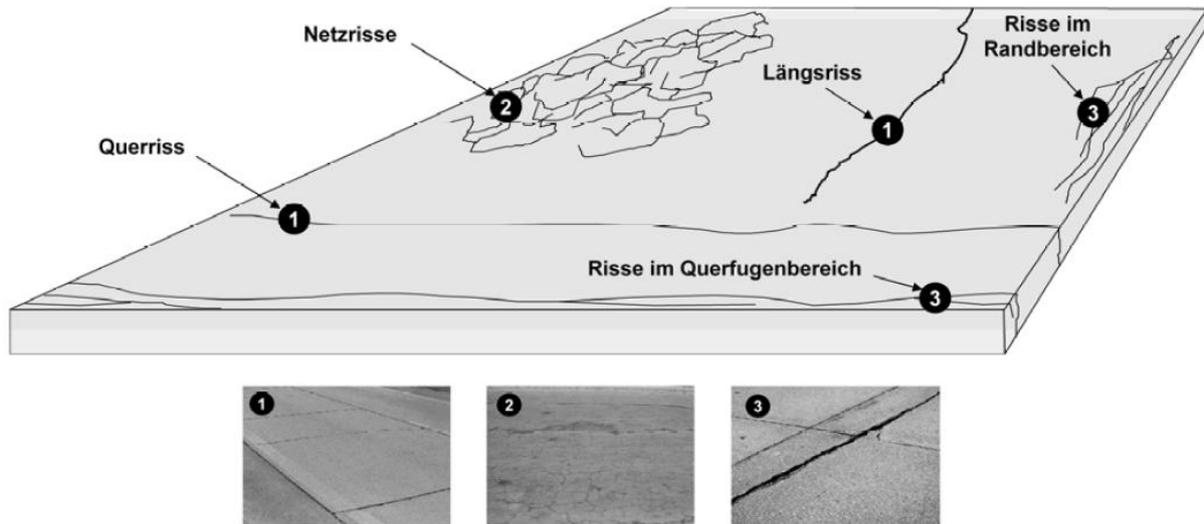
- **Stufenbildung (3):**
Als Stufenbildung werden die Höhenunterschiede bei Stoßfugen zwischen Platten, an Plattenrändern, bei Quer-oder Längsrissen bezeichnet. Die vertikalen Plattenbewegungen werden visuell und/oder durch Überfahren mit Schwerverkehrsmitteln erfasst. Solche Schäden werden durch einen undichten Fugenverguss, Pumpen unter Schwerverkehr erregt oder als Folge der Erosion der ungebundenen Tragschichten oder fehlender Verdübelung angesehen. Zur Erfassung wird es den Höhenunterschied in mm gemessen. Ab 15 mm ist es ratsam eine Erhaltungsmaßnahme zu treffen, da ab 20 mm schon eine Gefahr für Radfahrer im städtischen Bereich besteht. Wenn man keine Erhaltungsmaßnahme zum Ausgleichen des Fahrbahnniveaus trifft, verliert der höhere Teil der Platte die Unterstützung des Unterbaus und es kommt zur Querrissbildung im Bereich des gegenüberstehenden Teils der Platte. Anschließend könnte es zu einem Bruch der Betonplatte kommen.

- **Eckabbrüche (4):**
Die Eckabbrüche sind schräge Risse an der Plattenecke, die an beiden Quer- und Längsfugen am demselben Plattenrand enden. In vertikaler Richtung verbreitet sich der Eckabbruch durch die gesamte Plattendicke, Abbrüche der Ecken erscheinen in Folge von Formfehlern (z.B. KVP mit Winkeln $< 90^\circ$), Lagefehlern mit Ecke in Lastzone, durch Abreißen und Absenken aufgrund Belastungen oder wegen unzureichender Stabilität. Es wird die Abbruchfläche im Erfassungsabschnitt ermittelt [m²].

- **Randabbrüche (5):**
Die Randabbrüche werden als Kantenschäden am Plattenrand beschrieben. Sie erscheinen als parallel zum Quer- oder Längsfuge abgerissene Plattenteile. Die Randabbrüche schwächen die Befestigung am Plattenrand. Unter den möglichen Ursachen sind Lagefehler mit Rand in Lastzone, das Abreißen und Absenken aufgrund Belastungen, die Verankerung der Platten, Temperaturspannung oder unzureichende Stabilität des Unterbaus. Die Einheit für die Erfassung ist Quadratmeter und wird durch die Rissfläche im Erfassungsabschnitt gemessen.

- **Risse in der Betonfahrbahn:**

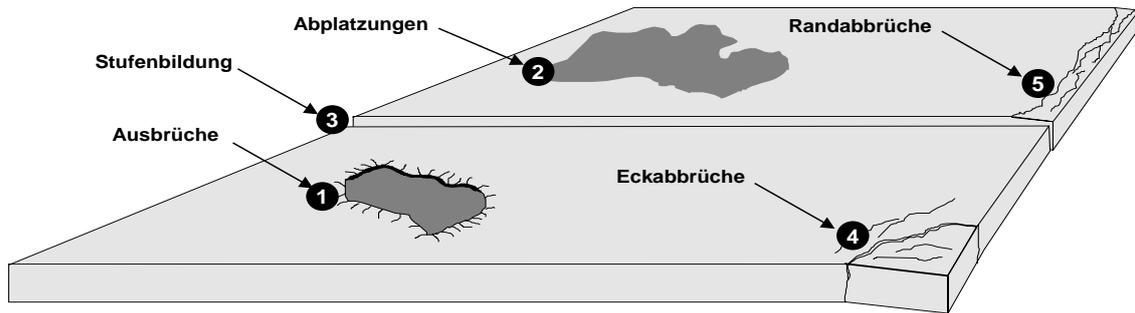
Ein wichtiger Parameter bei der Bewertung der strukturellen Beschaffenheit des Straßenoberbaus ist der Zustandsmerkmal Risse. Eine Vielfalt von Ursachen kann zur Rissbildung in den Betonfahrbahnen führen. Da bei den Rissen unterschiedliche Richtungen, Breiten, Tiefen und Längen zu beobachten sind, können verschiedene Aussagen für die Ursachen gemacht werden. Als Erfassungsmethoden kommen vor allem visuelle Verfahren mit Einsatz von Bild- oder Videosystemen bei Begehung oder Befahrung vor.



- **Quer- und Längsriss (1):**
Die Quer- und Längsrisse erscheinen als klaffende Brüche parallel oder bzw. quer zu den Querfugen. Mögliche Ursachen sind Alkali- Kieselsäure Reaktion mit Strukturzerstörung, Schwerverkehr, Unterdimensionierung, Reflexionsrisse, Schwindspannungen, unzureichende Entwässerung. Es wird die Risslänge [m] im Abschnitt ermittelt. Bei der detaillierten Erfassung wird auch die Rissbreite gemessen, bzw. in Klassen (0...2 mm, 2...10 mm, >10 mm) abgeschätzt.
- **Haarrisse und unregelmäßig verteilte Netzrisse (2):**
Solche Risse sind an der Plattenoberfläche als miteinander verbundene feine Risse zu erkennen. Wenn der W/Z-Wert des Betons zu hoch ist, oder es ein Einbaufehler bei Verdichtung und Nachbehandlung gab, kommt es zur solchen Rissbildung. Ursache dazu könnten auch die Alkali- Kieselsäure, Beanspruchung Frost/Tausalz und eine unzureichende Entwässerung sein. Die Erfassung erfolgt durch Ermittlung der Fläche der Risszonen [m²] im Erfassungsabschnitt
- **Risse im Querfugenbereich (3):**
Am Plattenrand entstehen wegen undichtem Fugenverguss, Eindringen von Wasser, kryogenen Spannungen, zu großer Plattenlänge oder Unterdimensionierung Risse. Es wird die Risslänge [m] im Abschnitt ermittelt. Bei einer detaillierten Erfassung wird auch die Rissbreite gemessen- von 0...2 mm, 2...10 mm, >10 mm.

Abbildungen 15 und 16 zeigen die Schadenskataloge nach dem Skript „Erhaltungsmanagement von Straßen“ nach HOFFMANN, M. Sie fassen die für Betondecken relevanten Schäden und Mängel zusammen, geben die Ursache für ihre Erscheinung und ihr Verhaltensfunktion im Laufe der Zeit an.

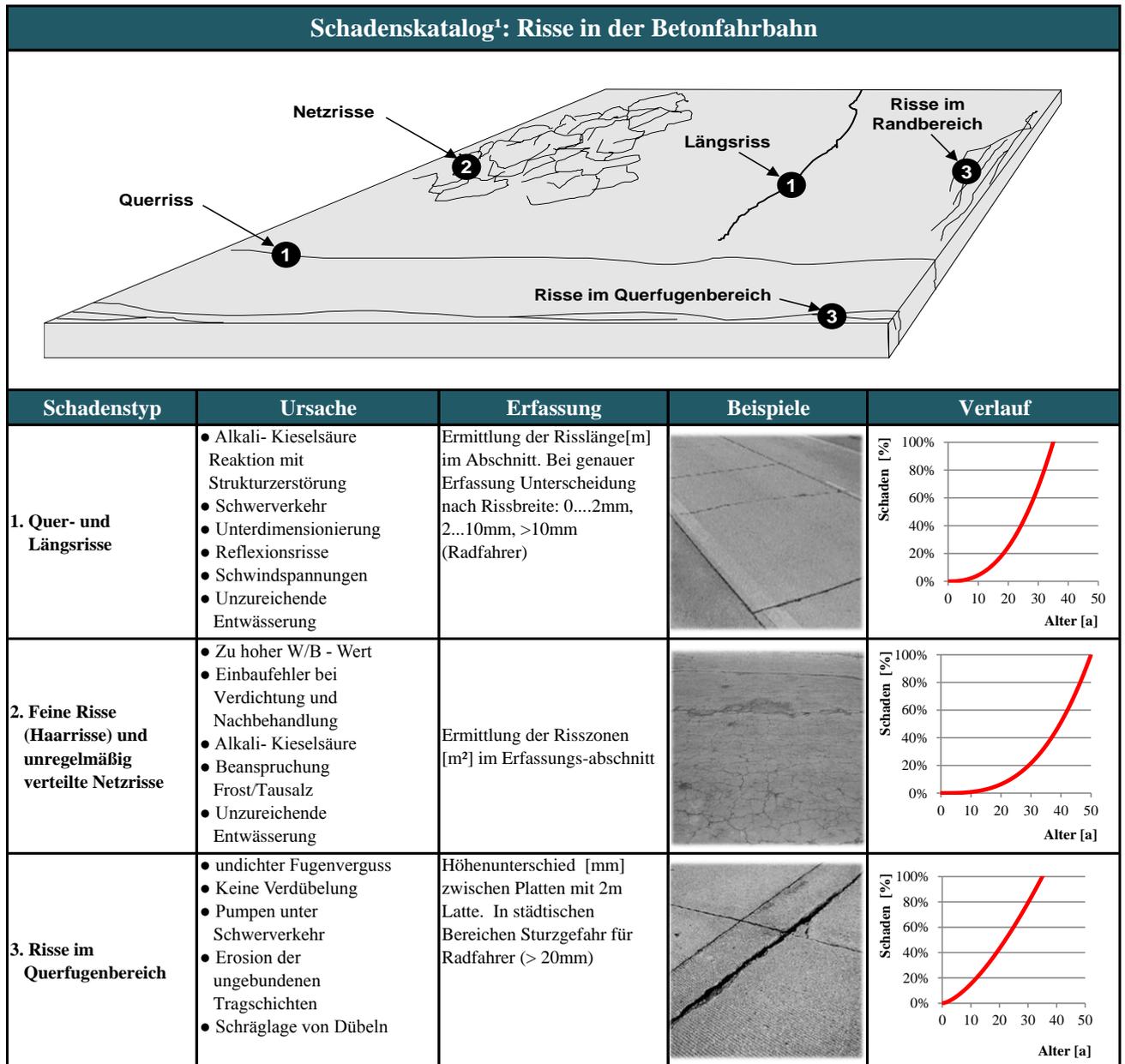
Schadenskatalog¹: Unebenheiten in der Betonfahrbahn, Oberflächenschäden



Schadenstyp	Ursache	Erfassung	Beispiele	Verlauf
1. Ausbrüche mit Materialverlust	<ul style="list-style-type: none"> • unbehandelte Haarrisse • Entmischung und Nesterbildung • Zu hoher W/B - Wert • Problem Zusatzmittel • Einbaufehler bei Verdichtung und Nachbehandlung 	Ermittlung der Ausbruchsfläche [m ²] im Abschnitt. Vorstufe zur Schlaglochbildung		
2. Abplatzungen (flächige Ablösungen)	<ul style="list-style-type: none"> • Beanspruchung durch Frost und Tausalz • Alkali- Kieselensäure Reaktion mit Abplatzung • Einbaufehler bei Verdichtung und Nachbehandlung • Sonderanwendungen (Korrosion Bewehrung) 	Ermittlung der Abplatzungsfläche [m ²] im Abschnitt Kriterium: Rostfahnen bzw. Sichtbare Bewehrung= Sofort Massnahme setzen		
3. Stufenbildung bzw. Höhenunterschiede bei Stoßfugen zwischen Platten	<ul style="list-style-type: none"> • Undichter Fugenverguss • Keine Verdübelung • Pumpen unter Schwerverkehr • Erosion der ungebundenen Tragschichten • Mangelnde Untergrundtragfähigkeit 	Höhenunterschied [mm] zwischen Platten mit 2m Latte. In städtischen Bereichen Sturzgefahr für Radfahrer (> 20mm)		
4. Eckabbrüche	<ul style="list-style-type: none"> • Formfehler (z.B. KVP mit Winkeln < 90°) • Lagefehler mit Ecke in Lastzone • Abreißen und Absenken aufgrund Belastungen • <<Stabilität Unterbau • Unterdimensionierung 	Ermittlung der Abbruchflächen [m ²] im Erfassungsabschnitt		
5. Randabbrüche	<ul style="list-style-type: none"> • Lagefehler mit Rand in Lastzone • Abreißen und Absenken aufgrund Belastungen • Verankerte Platten bei Zwängungsspannungen • Temperaturspannung • <<Stabilität Unterbau • Unterdimensionierung 	Ermittlung der Rissflächen [m ²] im Erfassungsabschnitt		

¹ Schadenskatalog HOFFMANN(2009)

Abbildung 15: Schadenskatalog „Oberflächenschäden“



¹ Schadenskatalog HOFFMANN(2009)

Abbildung 16: Schadenskatalog „Risse in der Fahrbahn“

2.3.4 Zustandsbewertung

Aus der Notwendigkeit einer einheitlichen Bewertung des Straßenzustandes als Grundlage in der Erhaltungsplanung ergibt sich die Frage nach den auftretenden Einzelschäden und ihrer Gesamtwirkung in Relation zueinander. Diese Zustandsmerkmale können für jeden einzelnen Messabschnitt erfasst und als Zustandsgrößen zahlenmäßig dargestellt werden. Diese Einzelinformationen beschreiben zwar bestimmte Schäden an der Straße, lassen jedoch keine Beurteilung des Gesamtzustandes bzw. einen Vergleich der Schadensschwere mit anderen Zustandsmerkmalen zu.¹⁷

Über die Kombination mehrerer Zustandsgrößen und Verknüpfung mit den Informationen über den Straßenaufbau ist eine objektivierte Bewertung des Gesamtzustandes möglich. Dafür müssen die Zustandsgrößen mit ihren unterschiedlichen Messeinheiten erst über eine Zielfunktion, die ihren Schadenseinfluss charakterisiert, in dimensionslose Einheiten transformieren werden- Zustandswerte.¹⁷ Die schematische Darstellung auf Abbildung 17 zeigt den Ablauf der Zustandsbewertung.

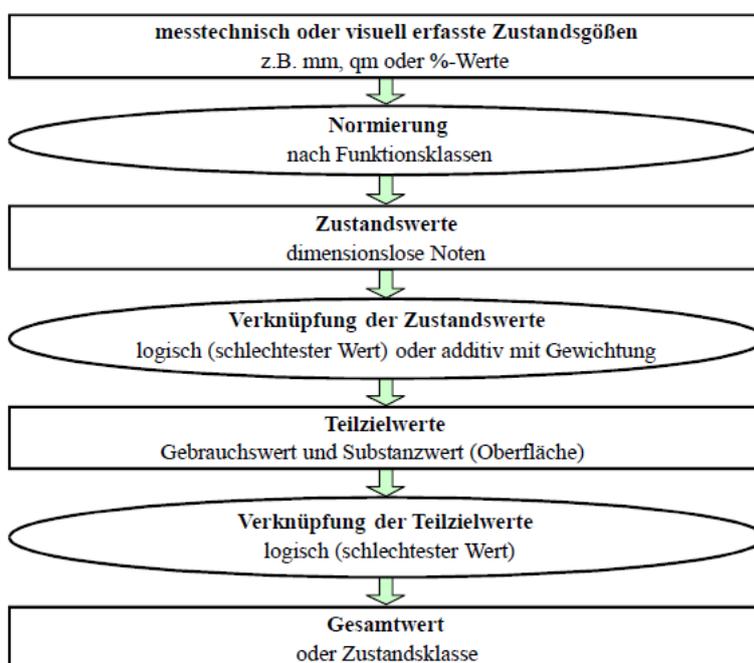


Abbildung 17: Ablauf Zustandsbewertung⁸

Dieser Zustandswert gibt, in Form des bekannten Schulnotensystems, 1,0 „sehr gut“ und 5,0 „sehr schlecht“, das Qualitätsniveau des Zustandsmerkmals zum Zeitpunkt der Messung an. Die Normierungsfunktionen sind relativ einfach handhabbare Funktionen, da sie sich als geradlinige Verbindungen zwischen drei Stützpunkten beschreiben lassen. Die Stützpunkte werden durch den 1,5 Wert (Zielwert), den Warnwert (3,5) und den Schwellenwert (4,5) repräsentiert. Das 1,5- Wert entspricht dem Wert, der einen Neubauzustand repräsentiert. Die Zustandswerte der Größe 3,5 erfordern eine intensive Beobachtung und Analyse der Ursachen für die schlechte Benotung. Erreicht ein Zustandswert den „Schwellenwert“, muss ge-

¹⁷ Hoffmann, M.: Erhaltungsmanagement von Straßen, Skript zur Lehrveranstaltung „Erhaltungsmanagement von Straßen“ Teil 3, S.47

prüft werden, ob bauliche Maßnahmen oder Verkehrsbeschränkungen erforderlich werden.¹⁸

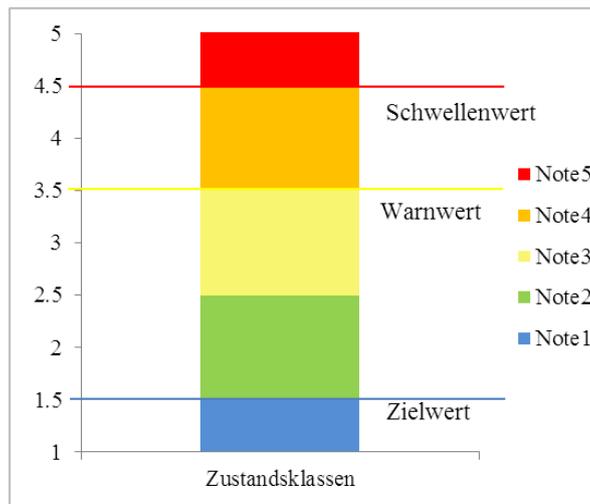


Abbildung 18: Zustandswerte²

2.3.5 Straßenzustandsprognose

Die zeitabhängige Änderung des Straßenzustandes ist ein entscheidender Faktor bei der Beurteilung von Erhaltungsmaßnahmen und –strategien im Rahmen der Lebenszykluskostenanalyse. Eine Bewertung der Zustandsentwicklung ist in diesem Sinne aus den wiederholt durchgeführten Zustandserfassung und Bewertung, nach einem ständigen Aktualisieren der Zustandsdaten abzuleiten. Das Ziel der Zustandsprognose auf einer Straße besteht darin, den Zeitpunkt, bei welchem ein bestimmter kritischer Zustand erreicht wird, zu errechnen und dadurch Eingreifzeitraum für die Erhaltungsmaßnahmen abzuschätzen. Die Zustandsentwicklung der einzelnen Zustandsmerkmale muss unter vorgegebenen Bedingungen geschätzt werden. Sie lässt sich durch typisierte Verhaltenskurven darstellen. Die Zustandsverläufe der einzelnen Zustandsmerkmale sind auf dem Schadenskatalog (Abb. 15 und 16) zu sehen.

¹⁸ *Beckedahl, H.-J.: Schlagloch/ Straßenerhaltung- Handbuch Straßenbau- Band 1,2010, S. 69-77*

2.4 Maßnahmenübersicht

Die herkömmlichen Maßnahmen der baulichen Unterhaltung von Betonfahrbahnen werden folgenderweise gegliedert:

- Bauliche Instandhaltungsmaßnahmen für Betonfahrbahnen
 - Fugensanierung
 - Aufweiten und Verfüllen von Rissen
 - Nachträgliches Verdübeln und Verankern
 - Ausbessern von Kantenschäden und Eckabbrüchen
 - Bearbeiten der Betonoberfläche

- Bauliche Instandsetzungsmaßnahmen für Betonfahrbahnen
 - Heben und Festlegen von Platten – Lageberichtigung von Betondecken
 - Ersatz von Platten und Plattenteilen
 - Ersatz von Fahrstreifen
 - Oberflächenbehandlung mit Reaktionsharzmörtel
 - Whitetopping
 - Rubblization und Überbauung
 - Überbauung mit SMA

- Generelle Erneuerung
 - Erneuerungsbauweisen
 - Im Hochbau
 - Im Tiefbau
 - Kombiniert
 - Neubau von Betondecken
 - Händisch
 - Mit Fertiger

3. MASSNAHMENKATALOG BETONFAHRBAHNEN

3.1 Instandhaltungsmaßnahmen

Als Maßnahmen zur baulichen Instandhaltung von Betonfahrbahnen werden die Verfahren bezeichnet, die zur Erhaltung der Verkehrssicherheit dienen, sowie auch laufende Arbeiten kleineren Umfangs ohne nennenswerte Verbesserung des Gebrauchswertes. Die Tabelle 2 zeigt eine Zuordnung der Zustandsmerkmalen zu der jeweiligen geeigneten Maßnahme:

Tabelle 2: Instandhaltung VS Schäden

Maßnahmen VS Schäden /Betonfahrbahnen/		SCHADENSTYPEN									
		Unebenheiten				Risse			Sonstige		
		Ausbrüche mit Materialverlust	Abplatzungen	Stufenbildung bzw. Höhenunterschiede bei Stoßfugen zw.	Eckabbrüche	Randabbrüche	Quer- und Längsrisse	Feine Risse und unregelmäßig verteilte Netzzrisse	Risse im Querfugenbereich	Griffigkeit	Fugenschäden
ERHALTUNGSMASSNAHMEN											
Bauliche Instandhaltung	1	Ausbessern von Fugenfüllungen							x		
	2	Aufweiten und Verfüllen von Rissen							x		
	3	Verdübeln und Verankern			x				x		
	4	Ausbessern Kantenschäden/ Eckausbrüche	x			x	x				
	5	Abtragen von Beton	x	x	x				x	x	
	6	Griffigkeitsverbessernde Maßnahmen									x
	7	Fugensanierung					x				

*Basierend auf: Skriptum Erhaltungsmanagement HOFFMANN (2010); RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen

3.1.1 Ausbessern von Fugenfüllungen und Fugensanierung

Die Fugen an den Betondecken haben die Aufgabe Platz für die Volumendeformationen der Platten infolge Temperaturänderungen sicherzustellen. Die Fugenfüllung hat eine abdichtende Funktion. Sie verhindert das Eindringen von Wasser, Festkörpern oder Kraftstoffen in den Straßenkörper. Wenn diese abdichtende Wirkung nicht ausreichend ist, könnten verschiedene Schaden eintreten. Dringt Oberflächenwasser in den Straßenkörper ein, führt das zu Schädigungen im Unterbau, Korrosion und unterschiedliche Schadenserscheinungen an der Fahrbahn. Die Anwesenheit von festen Körpern im Fugenbereich, behindert die freie Bewegungsmöglichkeit der Platten. Ein Eindringen von Kraftstoffe ins Grundwasser ist aus Umweltverträglichkeitsgründen nicht erwünscht. In dieser Hinsicht könnten durch die regelmäßige Erhaltung der Fugen Schäden wie Eckabbrüche, Risse im Querfugenbereich, Pumpscheinungen oder „blow ups“ und selbst Fugenschäden vermieden werden.

- **Ausbessern von Fugenfüllungen:**

Baugrundsätze: Beim Ausbessern von Fugenfüllungen handelt es sich darum, die abdichtende Wirkung des Systems durch Reparaturmaßnahmen kleineren Umfangs wiederherzustellen. Im Allgemeinen müssen dabei die gleichen, wie bei der vorhandenen Fugenfüllung Materialien, verwendet werden. Bei Betonfahrbahndecken werden in der Regel heißverarbeitbare Fugenmassen eingesetzt. Wenn die Decke auch chemischer Beanspruchungen unterliegt, werden kalt verarbeitbare Fugenmassen vorgezogen. Erweiterte unverschlossene Fugen und verschlossene Fugen mit schadhafter Fugenfüllung sind durch Einbringen von

geschmolzener Vergussmasse abzudichten. Überstehende oder hochgepresste Vergussmasse müssen abgeschnitten werden. Heiß verarbeitbare Fugenmassen, die bei einer Temperatur unter 10° C ausgebessert werden, müssen nach FGSV 898-1 konkav bis höchstens 5 mm unter Deckenoberkante vergießen werden und bei tieferen Stellen nachvergossen.

Kosten und Wirkdauer: Die mittleren Einheitskosten betragen für die Maßnahme Ausbessern von Fugenfüllungen ca. 2 €/ lfm. Es wird in den meisten Fällen mit einer mittleren Wirkdauer von 2 Jahren gerechnet.

Bauzeit und Abschnittslängen: Es ist mit einer Arbeitsleistung von 3000 m/Tag zu rechnen, wobei es meist in Strecken mit Längen von 1000 m gearbeitet wird.

Verkehrsfreigabe: Der Verkehr darf freigegeben werden, sobald das Vergussmaterial abgekühlt ist bzw. eine ausreichende Härte aufweist und an die Oberfläche nicht mehr klebt.



Abbildung 19: Ausbessern von Fugenfüllungen¹⁹

- **Ersatz von Fugenfüllungen**

Problemstellung: Wenn die Fugen in den Betonfahrbahnen ihre abdichtende Wirkung nicht mehr erfüllen können, sind diese zu ersetzen (ca. alle 10- 15 Jahre). Zeichen dazu sind fehlende Fugenfüllung, Füllung, die in der Fuge ist, doch keinen Verbund zu den Fugenwänden aufweist oder Fugenfüllung, in denen sich feste Teilchen befinden. Die optimale Jahreszeit zur Durchführung dieser Maßnahme ist im Frühling oder im Herbst, wenn mäßige Temperaturen überwiegen. Beste Ergebnisse bekommt man, wenn die Fugen schon vor dem Erreichen eines kritischen Zustands und in Kombination mit anderen Maßnahmen wie z. B. Ersatz von Platten oder Plattenteilen, Schleifen saniert werden. Bei einer Betondecke mit gleicher Nutzungsdauer ist es nach dem deutschen „Merkblatt für die bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen aus Beton“ (M BEB) empfehlenswert, den Ersatz sämtlicher Fugen in zusammenhängenden Abschnitten über die gesamte Fahrbahnbreite zu erfüllen.

Baugrundsätze: Es ist eine Fugentiefe festzulegen, bis zu der die Fugenfüllung ganz zu entfernen ist. Falls der Fugenspalt nicht ausreichend ist, ist der Fugenquerschnitt zu erweitern und zur Erreichung eines besseren Haftverbunds die Fugenflanken nachzuschneiden. Es ist zu beachten, dass ein Fugenspalt, größer als 20 mm höhere Lärmemissionen beim Befahren hervorruft und anfälliger für Schadenserscheinungen wie Kantenabbrüche ist. Der Fugenspalt ist weiter mit einer Bürstmaschine zu reinigen. Wenn es vorher Kantenschäden aufgetreten sind, sind diese durch die jeweiligen Maßnahmen zu behandeln. Eine wirtschaftliche Sanierung kann erfolgen, indem sie mit der heiß verarbeitbaren Fugenmasse verfüllt werden. Was für eine Fugenfüllung gewählt wird, hängt nach dem Merkblatt für die bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen aus Beton aus wirtschaftlicher Sicht von der Art der alten Fugenfüllung ab, d.h. Fugenmasse ist durch Fugenmasse, Fugenprofil durch Fugenprofil zu

¹⁹ Otto Alte Teigeler GMBH

ersetzen. Wenn aber eine Fugenmasse neu durch einen Fugenprofil ersetzt wird, sind die Fugen immer nachzuschneiden um einen sachgerechten Einbau zu erreichen. Der schon gereinigte Fugenspalt muss vor den weiteren Arbeiten getrocknet werden. Hitzebeständige Unterfüllprofilen werden eingebaut. Um einen optimalen Haftverbund zwischen der Fugenfüllung und Fugenflanke zu erzielen, ist die Fugenoberfläche mit dazu geeignetem Anstrich zu behandeln. Die Fugen werden anschließend mit Materialien entsprechend den geforderten Normen verfüllt. Eine heiße Vergussmasse ist auf eine gleichmäßige, den Herstellerangaben entsprechenden Temperatur zu erhitzen.

Kosten und Wirkdauer: Recherche haben gezeigt, dass die Kosten für diese Maßnahmen derzeit bei ca. 4 €/lfm liegen. Die Wirkdauer beträgt nach praktischen Erfahrungen bei technisch richtiger Anwendung 6 bis 10-12 Jahre.

Bauzeit und Abschnittslängen: Bei dieser Maßnahme ist eine Arbeitsleistung von 2000 m/Tag zu erwarten. Die Abschnittslängen betragen in der Regel 1000 m.

Verkehrsfreigabe: Ist das Fugenmaterial ausreichend abgekühlt und nicht mehr klebrig, dürfen die Fugen wieder befahren werden.



Abbildung 20: Sanieren von Fugen¹⁹

- **Ersatz durch Fugenprofile:**

Fugenprofile sind vorgeformte Elemente (Elastomere) der Bauarten Hohlkammer-, Voll- und offene Profile, die in den Fugenspalt des erhärteten Betons gepresst werden. Aufgrund der dadurch herrschenden Vorspannung wird die Fuge infolge des dauerhaften Anpressdrucks verschlossen. Fugenprofile können bei zu erwartenden Änderungen der Fugenspaltbreite von bis zu 30% eingesetzt werden.²²

Der Arbeitsvorgang ist im Allgemeinen wie bei dem Heißvergussverfahren. Die Fugen schneiden, Die Fugenkanten beidseitig um 45° abfasen, säubern und trocknen. Bei Anwesenheit von Kantenschäden, müssen sie mit Kunstharzmörtel saniert werden oder wenn es

viele kleine Ausbrüche gibt, den Fugenspalt so erweitern, dass diese keinen negativen Einfluss mehr ausüben. Bei verschiedenen notwendigen Profilbreiten entlang einer einzigen Plattenfuge, wird für die ganze die größte notwendige Profilbreite gewählt. Der Einbau erfolgt maschinell und ist relativ unabhängig vom Wetter (auch bei feuchter Witterung zulässig). Die Kreuzungspunkte zweier Profilen sind durch Verkleben abzudichten. Die Fugenflanken müssen zur Erreichung einer optimalen Ebenheit nachgeschnitten werden.

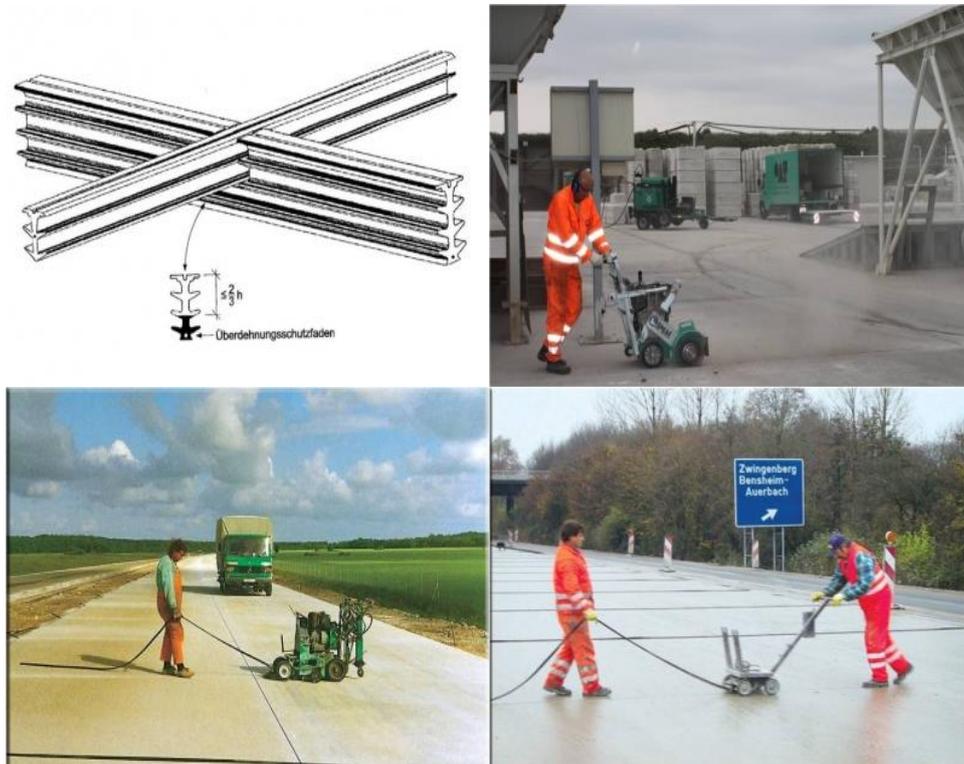


Abbildung 21: Ersatz von Fugenprofilen¹⁹

M01 - Instandhaltung: 1-1.Ausbessern von Fugenfüllungen						Fotodokumentation
Pos. Nr./ LV-Pos.	Leistungsbeschreibung	Menge	Einheit	Einheits- preis	Gesamt- betrag [€]	Arbeitsschritte im Detail
1 0705020	<p>Fugenabdichtung Vergussfugen</p> <p><i>Herstellen von Vergussfugen mit Heißvergussmasse. Die Leistung beinhaltet auch: Das Reinigen der Fugen, das Auskratzen der Fugeneinlage auf die notwendige Tiefe sowie das Wegschaffen des anfallenden Materials; das Liefern und Einbauen des hitzebeständigen Füllmaterials für den Fugengrund</i></p> <p><i>Breite des Vergusses: x cm Tiefe der Vergusses: x cm</i></p>		lfm			

M01 - Instandhaltung: 1-2. Ersatz von Fugen und Fugenfüllungen						Fotodokumentation
Pos. Nr./ LV-Pos.	Leistungsbeschreibung	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtbetrag [€]	Arbeitsschritte im Detail
1	Entfernen alter Fugenfüllungen		m			
	Nachschneiden der Fugenflanken und Sanieren aufgeträtener Kantenschäden		m			
130138	<i>Fugenabdichtungen einschließlich Füllmaterial entfernen, die Fugenflanken sind zu reinigen.</i>		m			
130138A	<i>Fugenabdichtungen entfernen ohne Anschleifen der Fugenflanken</i>					
130138B	<i>Fugenabdichtungen entfernen mit Anschleifen der Fugenflanken</i>					
130138C	<i>Fugenabdichtung entfernen</i>					
3	Fugen neu vergießen					
0705020	Vergussfugen <i>Herstellen von Vergussfugen mit Heißvergussmasse. Die Leistung beinhaltet auch: Das Reinigen der Fugen, das Auskratzen der Fugeneinlage auf die notwendige Tiefe sowie das Wegschaffen des anfallenden Materials; das Liefern und Einbauen des hitzebeständigen Füllmaterials für den Fugengrund Breite des Vergusses: x cm Tiefe des Vergusses: x cm</i>		m			
*Basiert weitgehend auf der LB - Verkehrsinfrastruktur; die in kursiv geschriebenen Texte sind die entsprechenden Positionen und Auszüge aus der LB						

Bauliche Instandhaltung von Betondecken

Hauptgruppe	Untergruppe Bezeichnung	Anwendung	Vorgehensweise und Wirkung	Einheit [-]	Verkehrsbelastung				
					Kfz <1.000	Kfz 1.000-5.000	Kfz 5.000-10.000	Kfz 10.000-20.000	Kfz > 20.000
Sanierung von Betonfugen	Ausbessern von Fugenfüllungen	Für Reparaturmaßnahmen kleineren Umfangs, um örtlich begrenzte Schäden rasch wieder herzustellen. Sicherung der abdichtenden Funktion der Fugenfüllung und Verhinderung des Eindringens von Wasser und anderen Substanzen durch die Fugen; Verhinderung der Erscheinung von Schäden, die durch schadhafte Fugenfüllungen erzeugt werden.	Erweiterte unverschlossene Fugen und verschlossene Fugen mit schadhafter Fugenfüllung durch Einbringen von geschmolzener Vergußmasse abdichten.	Kosten [€/lfm]	2	2	2	2	2
				Wirkdauer [a]	4	3	2	2	1
	Annuität [€/lfm *a]			0.53	0.69	1.02	1.02	2.00	
	Bauzeit [d]			1	1	1	2	3	
	Abschnittslänge [m]			50 - 500	100 - 1.000	100 - 1.000	1.000 - 5.000	2.000 - 10.000	
	Ersatz von Fugen und Fugenfüllungen	Sicherung der abdichtenden Funktion der Fugenfüllung und Verhinderung des Eindringens von Wasser und anderen Substanzen durch die Fugen; Verhinderung der Erscheinung von Schäden, die durch schadhafte Fugenfüllungen erzeugt werden.	Alte Fugenprofile oder Vergußmasse entfernen. Wenn die Fugen vorher mit Vergußmasse hergestellt wurden, sind die Fuge nachzuschneiden. Es ist eine neue Fugeneinlage (Rundschnur) einzulegen und nach Aufbringen eines Haftvermittlers die Fuge neu zu vergießen. Abgesackte Fugenprofile können als Unterfüllung in der Fuge verbleiben.	Kosten [€/lfm]	4	4	4	4	4
				Wirkdauer [a]	12	10	8	7	6
	Annuität [€/lfm *a]			0.41	0.47	0.57	0.64	0.73	
	Bauzeit [d]			1	1	1	2	5	
	Abschnittslänge [m]			50 - 500	100 - 1.000	100 - 1.000	1.000 - 5.000	2.000 - 10.000	

*Basierend auf: RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen

3.1.2 Aufweiten und Verfüllen von Rissen

Problemstellung: Bei Rissen in Betondecken unterscheidet man zwischen oberflächennahen und durchgehenden Risse. Das Erscheinungsbild und das Schadensausmass der einzelnen Risstypen hängen von der ursprünglichen Rissurache ab. Sind diese oberflächennah (Haarrisse, Schwindrisse und Risse bis 1 mm Breite) ist zuerst zu prüfen, ob eine Behandlung überhaupt notwendig ist. Sie könnten unbehandelt bleiben, vorausgesetzt dass ihre Entwicklung weiter beobachtet wird. Risse, die bis zu etwa 0,2 mm breit sind, sind durch Tränkung abzudichten, indem ihre Oberfläche mit niederviskosem Reaktionsharz behandelt wird. Das Harz wird mit Hilfe von Packern in den Riss gepresst, bis er gefüllt ist. Offene durchgehende Risse sind unbedingt zu verschließen, weil sonst ermöglichen sie dem Wasser und den Tausalzlösungen den Zutritt in darunterliegende Schichten, was mit anderen Folgeschädenbildungen verknüpft ist. Durchgehende Risse mit Rissebreitenveränderung müssen verdübelt werden. Beim Verankern aller übrigen durchgehenden Quer- und Längsrisse wird eine Verbesserung des kraftschlüssigen Verbundes erzeugt. Es ist darauf zu achten, wie lang der Abstand zwischen zwei durchgehenden Risse ist. Wenn dieser weniger als 1 m beträgt, muss die ganze Platte ersetzt werden.

Baugrundsätze: Das Aufweiten und Verfüllen von Rissen ist eine Instandhaltungsmaßnahme, bei der eine Vergussmasse in dem offenen Riss gesetzt wird. Der Arbeitsprozess muss nur bei trockenem Wetter stattfinden. Zuerst sind die Risse mittels eines Aufstempfgeräts oder mittels Trennscheibe auf einer 3 mm Tiefe und 8 mm Breite zu erweitern. Gründlich müssen sie gereinigt und getrocknet werden, im Allgemeinen wie eine Fuge behandelt und anschließend mit einer Heißvergussmasse geschlossen. Bituminöse Produkte und Kunstharze werden als Materialien für diese Maßnahme angewendet.

Kosten und Wirkdauer: Eine flächenhafte Beschichtung mit EP- Harz kostet durchschnittlich für Verkehrsflächen mit einer Belastung bis zu 10.000 Kfz/Tag 20 €/m². Die Sanierung von durchgehenden Rissen pro lfm beträgt 10 €/lfm.

Bauzeit & Bauabschnittslänge: 500 m² Betonfläche pro Tag kann durch eine Beschichtung mit EP-Harz saniert werden. Die Leistung für das Sanieren von durchgehenden Rissen beträgt 500 m/Tag.

Verkehrsfreigabe: Der Verkehr wird freigegeben, wenn das Material ausreichend abgekühlt ist und nicht mehr klebt.



Abbildung 22: Verfüllen von Rissen

M01 - Instandhaltung: 2. Aufweiten und Verfüllen von Rissen (durchgehende Risse)						Fotodokumentation
Pos. Nr./ LV-Pos.	Leistungsbeschreibung	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtbetrag [€]	Arbeitsschritte im Detail
1	Aufweiten der Rissen Die Rissen sind durch ein Rissaufstemmgerät mindestens 8mm breit aufzuweiten		m			  
2	Einbau von Dübeln bzw. Anker**- durchgehende Querrisse mit Rissbreitenveränderung sind zu verdübeln; 170516 <i>Dübel aus Stahl, Durchmesser X mm X cm lang liefern und verlegen;</i> Durchgehende Längs- und Querrisse sind zu verankern 170518 <i>Anker aus Stahl, Durchmesser X mm und X cm lang, liefern und verlegen für Längsfugen als Scheinfugen.</i>		Stk.			
3	Verfüllen der Risse mit heißverarbeitbaren Fugenmasse ** 0705020 Vergussfugen <i>Herstellen von Vergussfugen mit Heißvergussmasse.</i> <i>Die Leistung beinhaltet auch: Das Reinigen der Fugen, das Auskratzen der Fugeneinlage auf die notwendige Tiefe sowie das Wegschaffen des anfallenden Materials; das Liefern und Einbauen des hitzebeständigen Füllmaterials für den Fugengrund</i> <i>Breite des Vergusses: x cm</i> <i>Tiefe der Vergusses: x cm</i> ** vor dem Verschließen sind die Risse wie Fugen vorzubehandeln		m			
*Basiert weitgehend auf der LB - Verkehrsinfrastruktur						

Bauliche Instandhaltung von Betondecken

Hauptgruppe	Untergruppe Bezeichnung	Anwendung	Vorgehensweise und Wirkung	Einheit [-]	Verkehrsbelastung					
					Kfz <1.000	Kfz 1.000-5.000	Kfz 5.000-10.000	Kfz 10.000-20.000	Kfz > 20.000	
Aufweiten und Verfüllen von Rissen	Oberflächennahe/ feine Risse (Haarrisse, Schwindrisse, Risse bis zu 1mm Breite)	Sanierung von feinen Rissen - verhindert das Eindringen von Wasser und Partikeln in Straßenkörper; als präventive Maßnahme gegen Folgeschädenbildung	Besteht die Möglichkeit diese unbehandelt zu lassen und ihre Entwicklung weiter zu beobachten; sonst Abdichtung durch Reaktionsharze. Bei flächenhaften Netzrissen kann eine Beschichtung mit EP-Harz hilfreich sein.	Kosten [€/m ²]	18	19	20	21	22	
	Wirkdauer [a]			12	12	10	9	8		
	Annuität [€/m ² *a]			1.84	1.95	2.37	2.72	3.14		
	Bauzeit [d]			1	2	3	5	7		
	Abschnittslänge [m]			50 - 500	100 - 1.000	100 - 1.000	1.000 - 5.000	2.000 - 10.000		
		Sanierung von Rissen, die durch die ganze Plattendicke gehen	Sanierung von Längs- und Querrissen verhindert das Eindringen von Wasser und Schmutz in den Unterbau; Zur Gewährleistung der Fahrsicherheit-und Komfort und Verhinderung einer weiteren Zerstörung der Fahrbahn	Bei Bewegung der Rissflanken ist der Riss dehnfähig zu verschließen. Eine dauerhafte Sanierung ist nur durch Einbau von Dübeln und Anker erreichbar. Die Risse sind mit geeignetem Gerät aufzuweiten (8 mm breit/15 mm tief), zu reinigen und mit heißverarbeitbarer Fugenmasse zu verschließen.	Kosten [€/m]	8	9	10	11	12
		Wirkdauer [a]			10	9	8	7	5	
	Annuität [€/m*a]	0.95			1.16	1.43	1.76	2.59		
	Bauzeit [d]	1			1	2	5	7		
	Abschnittslänge [m]	50 - 500			100 - 1.000	100 - 1.000	1.000 - 5.000	2.000 - 10.000		

*Basierend auf: RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen

3.1.3 Verdübeln und Verankern

Das nachträgliche Verdübeln und Verankern kommt dann als Erhaltungsmaßnahme vor, wenn Vertikalbewegungen im Querrufenbereich erkennbar sind, oder ein Abwandern, bzw. Absacken von Platten und die damit verbundene Stufenbildung bei Längs- und Querrissen deutlich wahrnehmbar ist. In Abhängigkeit von der Rissbreite, der Lage des Risses und des Rissverlaufes, ist eine geeignete Maßnahmen zu wählen. Eine Verschiebung der Erhaltungsmaßnahme bei ständiger Beobachtung der Rissentwicklung könnte dann erfolgen, wenn die Rissbreiten relativ gering sind (bis 2 mm) und es noch keinen wahrnehmbaren Höhenversatz kommt. Werden Rissbreiten, bzw. Höhenunterschiede größer als 2 mm festgestellt, sind Erhaltungsmaßnahmen unentbehrlich. Das nachträgliche Verdübeln und Verankern eignet sich auch gut zum Ersatz von schadhafte Dübeln und Ankern.

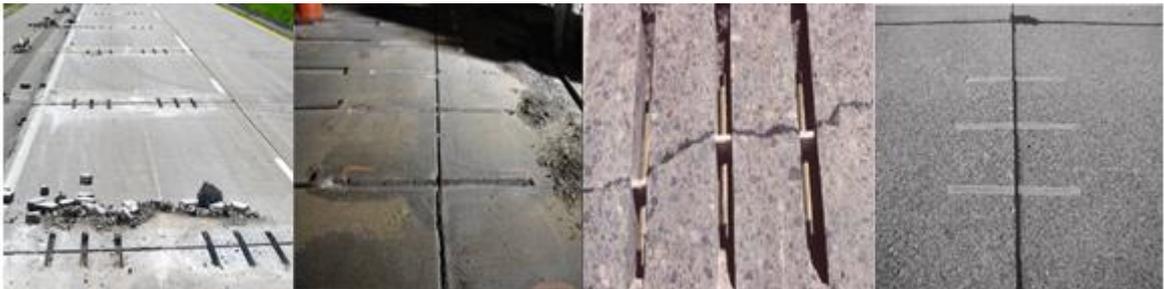


Abbildung 23: Verdübeln/ Verankern von Fugen und Risse²⁰

- **Nachträgliches Verdübeln**

Laut RVS 13.01.51 lässt sich durch nachträglich eingesetzte Dübel die Stufenbildung bei Querrissen, sowie bei Fugen, die Folge einer fehlenden oder unwirksam gewordenen Verdübelung ist, verhindern. Je Radspur sind mindestens 3 Dübel in Abständen von 25 cm vorzusehen. Senkrecht zum Riss/ zur Fuge ist einen Schlitz einzufräsen, der gesäubert und getrocknet werden muss. Der Schlitzboden ist mit Reaktionsmörtel auszugleichen, wobei das Eindringen der Mörtel in den Riss bzw. in die Fuge vermieden werden muss. Nachfolgend legt man die Dübel parallel zur Betonoberfläche ein und füllt den Schlitz mit Mörtel aus. Um die Längsdruckkraftübertragungen zu ermöglichen, werden in Fugen- und Rissbereichen zusammen mit den Dübeln auch nachgiebige Einlagen eingebaut. Zum Schluss sind die Fugen bzw. Risse nach Erhärten des Mörtels nachzuschneiden und zu verschließen. In Abb. 24 ist die Prinzipskizze für eine nachträgliche Verdübelung nach ZTV BEB- StB 02 dargestellt.

Bauzeit & Bauabschnittslänge: Es wird in Bauabschnittslängen von 100 bis 1000 m gearbeitet wobei der Bauprozess von 2 bis 7 Tage dauern kann.

Kosten & Wirkdauer: Die Kosten werden pro Stück errechnet und betragen 50 €/Stk. Die Wirkdauer dieser Maßnahme schwankt je nach Verkehrsbelastung zwischen 10 bis 17 Jahren.

Verkehrsfreigabe: Die Verkehrsfreigabe erfolgt nach Aushärten des Mörtels.

²⁰ www.dot.state.mn.us- "Dowel bar retrofit"

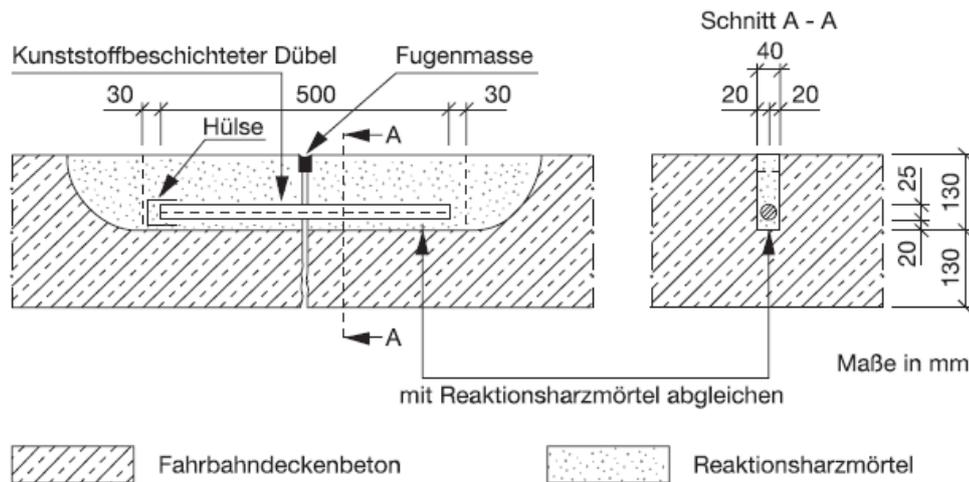


Abbildung 24: Nachträglich eingebauter Dübel
im Schnitt nach ZTV BEB- StB 02²¹

- **Nachträgliches Verankern der Platten**

Ein nachträgliches Verankern von Betonplatten kommt bei fehlender Verankerung der Längspressfugen und Längsscheinfugen vor. Es dient auch zur Erhaltung der lastübertragenden Wirkung der Rissverzahnung bei Längsrissen und Längsscheinfugen, zur Verhinderung des Abwanderns von Platten und zur Sanierung von durchgehenden Längs- und Querrissen ohne Rissbreitenveränderung. Die Verankerung erfolgt entweder mit profiliertem Rundstahl, bzw. mit profiliertem Rundstahl mit abgeboegenen Enden oder mit Schrägankerpaaren mit profiliertem Rundstahl. Die Mindestanzahl der Anker pro Platte beträgt 3, wobei diese in gleichen Abständen vorzusehen sind. 3 Anker je Rollspur sind auch bei durchgehenden Querrissen ohne Rissbreitenveränderung und gerissenen benachbarten Scheinfugen anzuwenden. Die Anker müssen gegen Korrosion mit einer Beschichtung geschützt werden.

Die Vorgehensweise ist im Allgemeinen in Schlitzbauweise ähnlich wie bei dem nachträglichen Verdübeln. Die Risse sind nach der Verankerung als Fugen auszubilden.

Bei der nachträglichen Verankern können nach ZTV BEB- StB 02 die drei folgenden in den Abbildungen 25-27 dargestellten Einbauverfahren zur Anwendung kommen:

Bauzeit & Bauabschnittslänge: Die mittlere Bauzeit für diese Maßnahme beträgt zwischen 2 bis 7 Tage, wobei es in Bauabschnittslängen von 100 bis 1000 m gearbeitet wird.

Kosten & Wirkdauer: Die Kosten werden pro Stück berechnet und betragen 40 €/Stk. Je nach Verkehrsbelastung kann eine Lebensdauer von 15 Jahren erreicht werden, aber die durchschnittliche Wirkdauer beträgt 10 Jahre.

²¹ ZTV BEB- StB 02

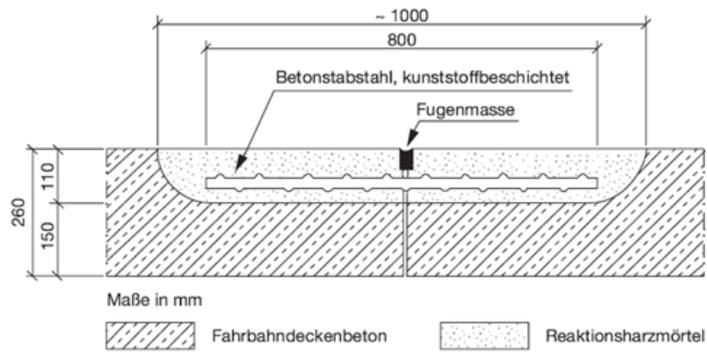


Abbildung 25: Verankerung mit profiliertem Rundstahl in Querrichtung nach ZTV BEB- StB 02

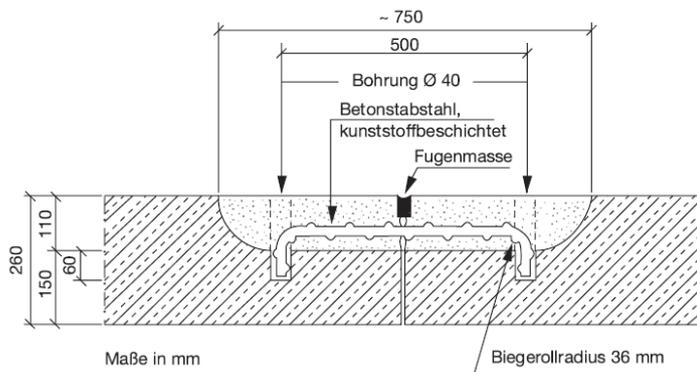


Abbildung 26: Verankerung mit profiliertem Rundstahl mit abgebogenen Enden Querrichtung nach ZTV BEB- StB 02

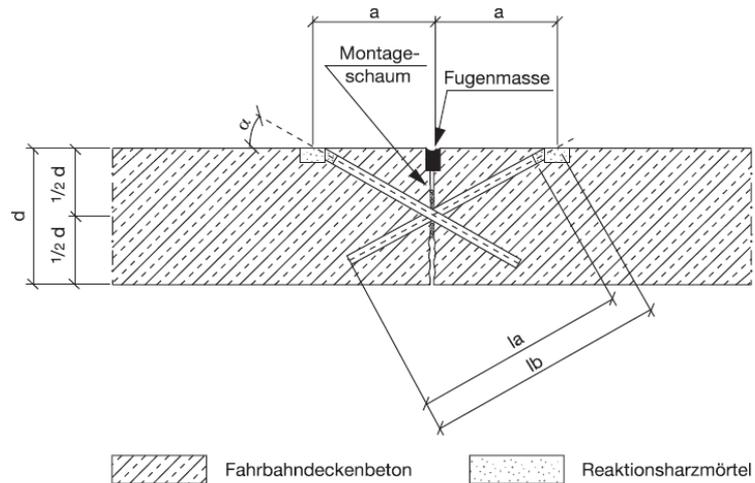


Abbildung 27: Verankerung mit Schrägankerpaaren mit profiliertem Rundstahl Querrichtung nach ZTV BEB- StB 02

M01 - Instandhaltung: 3. Nachträgliches Verdübeln						Fotodokumentation
Pos. Nr./ LV-Pos.	Leistungsbeschreibung	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtbetrag [€]	Arbeitsschritte im Detail
1 130112	Schlitze (etwa 40mm breit und 800mm lang in halber Deckendicke) herstellen und vorbereiten- säubern, trocknen ausgleichen <i>Durchbrüche, Schlitze, Nischen, u.dgl. In Bauteilen aus unbewehrtem od. schwach bewehrtem Beton herstellen</i>		m ³			  
2	Schlitze vorbereiten- säubern, trocknen, ausgleichen -Eine gute Haftung (Grundierung mit Haftvermittler) gewährleisten -Eine gute Ausgleichsschicht durch Reaktionsharzmörtel schaffen		m ³			
3 170517	Dübel parallel zur Betonoberfläche einlegen (mind. 3 Dübel im Abstand von 25cm je Radspur) und zusammen mit einer nachgiebigen Einlage im Riss- bzw Fugenbereich einbauen <i>Dübel aus Stahl, Durchmesser X mm und X cm lang, liefern und verlegen für Querfugen und Pressfugen</i>		Stk.			
060515	<i>Fugeneinlagen für alle Arten von horizontalen, vertikalen und geneigten Fugen liefern und einbauen</i>		m ²			
4	Schlitze mit Reaktionsharzmörtel schließen- Dübel vollständig mit Mörtel umhüllt sein ohne eine Verbund mit diesem zu schaffen; Im Bereich der Fahrbahnoberfläche glatt abziehen		m ³			

5	Aufweiten und Verfüllen des Risses bzw. der Fuge mit einer Fugenmasse		m			
*Basiert weitgehend auf der LB - Verkehrsinfrastruktur						

Bauliche Instandhaltung von Betondecken

Hauptgruppe	Untergruppe Bezeichnung	Anwendung	Vorgehensweise und Wirkung	Einheit [-]	Verkehrsbelastung				
					Kfz < 1.000	Kfz 1.000-5.000	Kfz 5.000-10.000	Kfz 10.000-20.000	Kfz > 20.000
Verdübeln und Verankern	Nachträgliches Verdübeln	Gewährleistung der Lastübertragung und Sicherung der Höhenlage der Platten; Zur Verhinderung der Stufenbildung bei Fugen und Querrissen (Ebenheit in Längsrichtung); Verbesserung der Querkraftübertragung; Unverdübete Querfugen, zerstörte Dübel sind auch nachträglich zu verdübeln.	Senkrecht zur Fuge einen Schlitz einschneiden, diesen säubern und trocknen; den Schlitzboden und die Schlitzseitenflächen mit einem Haftgrund versehen. Den Dübel satt in Reaktionsharzmörtel einbetten und die Schlitzlöcher bündig verfüllen. Zum Schluss, nach Erhärten des Mörtels sind die Fugen bzw. Risse nachzuschneiden und zu verschließen.	Kosten [€/Stk.]	50	50	50	50	50
	Wirkdauer [a]			17	15	15	13	10	
	Annuität [€/Stk.*a]			3.95	4.32	4.32	4.81	5.93	
	Bauzeit [d]			2	3	5	5	7	
	Abschnittslänge [m]			0 - 100	0 - 200	0 - 500	0 - 500	0 - 1.000	
	Nachträgliches Verankern von Platten oder Rissen	Zur Erhaltung der lastübertragenden Wirkung der Rissverzahnung bei Längsrissen und Längs-scheinfugen und zur Verhinderung des Abwanderns von Platten. Ersatz von Schadhaften Anker.	Beim Verankern wird in folgenden Ausführungsvarianten unterschieden: - Verankerung mit profiliertem Rundstahl; - Verankerung mit Schrägankerpaaren mit profiliertem Rundstahl; - Verankerung mit zusätzlicher Verklammerung Die Vorgehensweise ist die selbe wie beim Verdübeln.	Kosten [€/Stk.]	40	40	40	40	40
	Wirkdauer [a]			15	12	10	9	8	
	Annuität [€/Stk.*a]			3.46	4.10	4.74	5.17	5.71	
	Bauzeit [d]			2	3	5	5	7	
	Abschnittslänge [m]			0 - 100	0 - 200	0 - 500	0 - 500	0 - 1.000	

*Basierend auf: RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen

3.1.4 Sanierung von Kanten- und Eckschäden

Problemstellung: Die Abplatzungen am Plattenrand, die nicht durch die gesamte Platte gehen, bezeichnet man als Kantenschäden. Sie erfolgen durch mechanische Beschädigungen oder wegen einer zu frühen Schneiden der Betondecke. Werden solche Schäden nicht rechtzeitig behandelt, könnte es zu einer unkontrollierten Rissbildung kommen. Eckausbrüche sind Kantenschäden, die in den Eckbereichen einer Betondecke erscheinen. Erkennbar sind sie als Risse mit kleineren zusätzlichen Abplatzungen, die geradlinig oder schräg durch die gesamte Platte durchgehen.

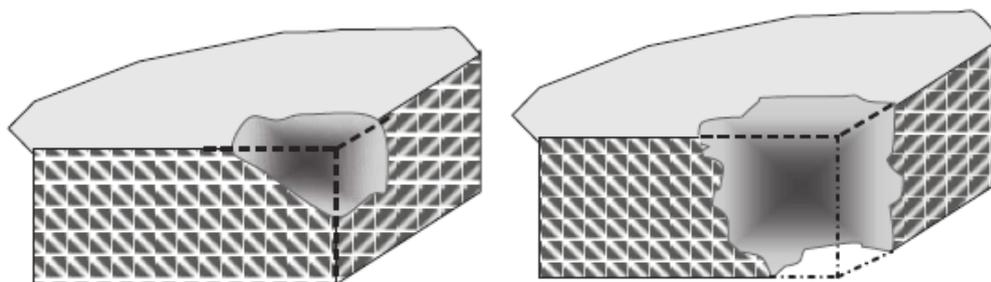


Abbildung 28: Eckabbrüche

Eck- und Kantenabbrüchen werden saniert um das Eintritt vom Wasser in den Straßenbetonkörper zu verhindern und eine höhere Verkehrssicherheit zu erlangen. Diese Maßnahme kann zur optimalen Wirkung auch mit anderen Instandhaltungsmaßnahmen, wie z.B. Ausbessern von Fugenfüllungen, kombiniert werden, darf aber nur auf festliegenden Platten und bei wirksamen unbeschädigten Fugen ausgeführt werden. Zur Ausbesserung von Kanten- und Eckausbrüchen werden Betonersatzsysteme genutzt, die entweder aus Kunstharzmörtel (für Flächen $<1 \text{ m}^2$), Zementmörtel oder schnell erhärtende kunststoffmodifizierte Zementmörtel bestehen. Schäden mit größerem Ausmaß (Dicken $>50 \text{ mm}$) können auch mit frühhochfestem Reparaturbeton behandelt werden. Die Harzkomponenten und die Zuschlagzusammensetzung haben einen unmittelbaren Einfluss auf die Wirkdauer der Maßnahme. Ein guter Verbund zwischen dem Reaktionsharzmörtel und dem Unterbeton muss durch eine einwandfreie Betonunterlage sichergestellt werden.

Bei kleinen Kantenschäden genügt es nur den Oberbeton zu ersetzen, wenn aber die Zerstörungen an den Plattenecken ein höheres Ausmaß aufweisen, könnte es erforderlich sein den Beton auf die ganze Deckendicke zu ersetzen. Bei größeren Schäden ist die Verwendung von Ortbetonmischgut (schnell erhärtender Beton) zu empfehlen. Bei der Wahl der Sanierungsmethode müssen die Größe der Abbruchstellen, die Alter und Art des Betons und die Vorschriften des Kunststoffherstellers berücksichtigt werden.

Als erster Schritt bei den Ausbesserungsarbeiten von Kanten- und Eckschäden müssen die schadhafte Bereiche durch gerade Schnitte parallel zu den Fugen begrenzt und entfernt werden. Eine Trapezform muss hergestellt werden. Die Ausbruchsflächen sind zu bearbeiten und weiter in Abhängigkeit von dem zu verwendendem Mörtel getrocknet oder bzw. befeuchtet. Anschließend wird der Mörtel eingebracht, verdichtet und abgeglichen.

Bauzeit & Bauabschnittslänge: 500 m^3 pro Tag in Abschnittslängen von 1000 m können saniert werden. Die Verkehrsfreigabe erfolgt nach Aushärten des Mörtels.

Kosten & Wirkdauer: Eine Sanierung von Kanten- und Eckschäden mit kunststoffmodifiziertem Mörtel kostet durchschnittlich 15 €/l und kann 15 Jahre wirksam sein. Wird diese Maßnahme mit Zementmörtel ausgeführt sinkt der Preis auf 3 €/l mit einer mittleren Wirkdauer von 5 Jahren.

M01 - Instandhaltung: 4.Sanierung von Kanten- und Eckschäden						Fotodokumentation
Pos. Nr./ LV-Pos.	Leistungsbeschreibung	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtbetrag [€]	Arbeitsschritte im Detail
1	Vorbereiten des Untergrundes <i>Sorgfältiges Abstemmen in einem Winkel von 45° . Trapezförmige (Halbrunde)Reparaturstellen herstellen.</i>		m ²			
2	Entfernung des losen Materials		m ²			
3	Reparaturstelle säubern Betonflächen, horizontal oder schwach geneigt, nach dem Abbruch bzw. Abtrag behandeln <i>Die Leistung beinhaltet auch: - das Entfernen von Verunreinigungen an der Oberfläche; das Entfernen von losen Betonteilen...</i>		m ²			
130202	<i>Beton horizontal n. Abtr. Druckluftstrahlen (Nur wenn Abtragsstelle verschmutzt ist)</i>		m ²			
130202A	<i>Beton horizontal n. Abtr. Druckluftstrahlen (Nur wenn Abtragsstelle verschmutzt ist)</i>		m ²			
4	Entfernen von Fugenfüllungen und säubern der Fugenrändern <i>Fugenabdichtungen einschließlich Füllmaterial entfernen, die Fugenflanken sind zu reinigen bzw. zu entrost.</i>		m			
130138	Einbringen der Haftbrücke- nach Herstellerangabe in Abhängigkeit von dem eingesetzten Material		m ²			
5	Einbau des Mörtels		m ²			
6	Nachträgliche Fugenausbildung		m			

*Basiert weitgehend auf der LB - Verkehrsinfrastruktur

M01 - Instandsetzung: 4.Sanierung von Kanten- und Eckschäden- Kunstharzmörtelarbeiten						Fotodokumentation
Pos. Nr.	Leistungsbeschreibung	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamt- betrag [€]	Arbeitsschritte im Detail
1	<p>Kantensanierung</p> <p><i>AbAusstemmen von Schadstellenrändern und von schadhaftem Beton an Kanten und Rissen inkl.Wegschaffen des sämtlichen Abtragsmaterials ohne Unterschied der Größe,bis der gesunde Beton freiliegt.</i></p> <p><i>Anschließendes Nachbearbeiten der Haftflächen mit ölfreier Druckluft oder wenn erforderlich Sandstrahlen und Aufbringen einer Haftbrücke aus lösemittelfreiem, leicht Thixotropiertem 2-komponentigen Epoxidharzmaterial. Danach Verfüllen der Schadstellen naß in naß mit der Haftbrücke mit einem schnellhärtendem Reaktionsharzmörtel(E-Modul <30.000 und Mindestfestigkeit 90 N/mm²) bestehend aus einem lösungsmittelfreien 100% reaktiven,intern flexibilisierten 2-Komponenten Epoxidharz als Bindemittel,inkl.Abgleichen der Oberfläche.Die fachgerechte Fugenausbildung in den Sanierungsbereichen ist mit dieser Leistungsposition abgegolten.</i></p>					

Bauliche Instandhaltung von Betondecken

Hauptgruppe	Untergruppe Bezeichnung	Anwendung	Vorgehensweise und Wirkung	Einheit [-]	Verkehrsbelastung				
					Kfz < 1.000	Kfz 1.000-5.000	Kfz 5.000- 10.000	Kfz 10.000- 20.000	Kfz > 20.000
Sanierung von Kanten- und Eckschäden	Sanierung von Kantenschäden 	Sanierung von Eck- und Kantenabbrüchen mit schnell erhärtendem kunststoffmodifiziertem Mörtel zur Verkürzung der Bauzeit und zur Verhinderung des Eintritts vom Wasser in Straßenbetonkörper und für höhere Verkehrssicherheit.	Bei kleinen Kantenschäden genügt es nur den Oberbeton zu ersetzen; bei Zerstörungen an den Plattenecken könnte es erforderlich sein den Beton auf die ganze Deckendicke zu ersetzen. Bei größeren Schäden ist die Verwendung von Ortbetonmischgut zu empfehlen. Wichtig ist bei der Ausführung die nachträgliche Fugenausbildung.	Kosten [€/Liter]	11	13	15	18	20
				Wirkdauer [a]	17	15	15	13	12
			Annuität [€/a]	0.87	1.12	1.30	1.73	2.05	
			Bauzeit [d]	2	3	5	5	7	
			Abschnittslänge [m]	0 - 200	0 - 500	0 - 1000	0 - 1000	0 - 1.000	
		Sanierung von Eck- und Kantenabbrüchen mit Zementmörtel zur Verhinderung des Eintritts vom Wasser in Straßenbetonkörper und für höhere Verkehrssicherheit	Bei kleinen Kantenschäden genügt es nur den Oberbeton zu ersetzen; bei Zerstörungen an den Plattenecken kann es erforderlich sein den Beton auf die ganze Deckendicke zu ersetzen. Bei größeren Schäden ist die Verwendung von Ortbetonmischgut zu empfehlen.	Kosten [€/Liter]	2	2	3	3	5
			Wirkdauer [a]	7	6	5	5	4	
			Annuität [€/a]	0.32	0.37	0.65	0.65	1.32	
			Bauzeit [d]	2	3	5	5	7	
			Abschnittslänge [m]	0 - 200	0 - 500	0 - 1000	0 - 1000	0 - 1.000	

*Basierend auf: RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen

3.1.5 Bearbeiten der Betonoberfläche

Eine Bearbeitung der Betonoberfläche (Abtragen von Beton), wird eingesetzt, wenn bei der Zustandserfassung Zustandsmerkmale wie Unebenheiten, Oberflächenschäden an Einzelfeldern, Abflussbehinderungen von Oberflächenwasser, Stufenbildung an Fugen und Rissen oder Griffigkeitsmängel festgestellt sind. Nach M BEB 09 [Merkblatt für die bauliche Erhaltung von Betonoberflächen, Ausgabe 2009] könnten die geeigneten für Abtragen von Beton Verfahren als Vorbehandlung für das Aufbringen von Beschichtungen, Oberflächenschutzschichten, Fahrbahnmarkierungen oder als abschließende Maßnahme zur Herstellung verbesserter Oberflächeneigenschaften verwendet werden.

Tabelle 3: Anwendungen der Maßnahme Bearbeiten der Betonoberfläche nach M BEB 09

Bearbeiten der Betonoberfläche		
Verfahren	Anwendung	
	als Vorbehandlung	als abschließende Maßnahme
Fräsen zum Abtragen	X	
Fräsen zum Aufräumen		X
Hochdruckwasserstrahlen	X	
Hochdruckwasserstrahlen zur Reinigung		X
Strahlverfahren mit Wasserzusatz, Stahlkugelstrahlen	X	
Abstemmen für Kleinflächen	X	
Schleifen (Grinding)		X
Rillenschneiden (Grooving)		X
Maschinelles Stocken	X	

- **Fräsen**

Als abschließende Maßnahme kommt Fräsen zum Aufräumen der Oberfläche und Verbesserung der Griffigkeit. Da aber damit höhere Reifen-Fahrbahn-Geräuschen erzeugt werden, wird die selten und nur als Sofortmaßnahme eingesetzt. Fräsen zum Abtragen der Betonoberfläche wird normalerweise zur Erhöhung der Griffigkeit, Verbesserung der Wasserabflussverhältnisse, Vorbereitung der Betonoberflächen und Beseitigung von Unebenheiten und Stufenbildung angewendet. Die dazu geeignete Fräsmaschine ist mit schnelldrehenden Wellen und beweglich angeordneten Werkzeugen. Wenn das Fräsen mit langsam drehenden Wellen und feststehenden Werkzeugen erfolgt, werden größere Abtragtiefen (>3 mm) erreicht. Solche können sowohl Standardfräsen (Abtragtiefe >10 mm), als auch Feinfräsen (Abtragtiefe ≈ 5 mm) sein.

- **Hochdruckwasserstrahlen**

Für Oberflächenreinigung und Abtragen von Beschichtungen und Gummiabrieb, sowie Farbmarkierungen und Zementschlämmen geeignet. Das anfallende Wasser ist von den unter Verkehr liegenden Flächen abzuleiten. Am Häufigsten wird als vorbereitende Maßnahme auf neu gebaute Fahrbahnen vor der Applikation der Markierung eingesetzt.

- **Abstemmen**

Das Abstemmen eignet sich zur Auflockerung in Tiefe von Betonschichten auf kleineren Flächen. Diese Maßnahme wird, insbesondere bei Kanten- und Eckschäden eingesetzt. Da die Auflockerung der Oberfläche eine Verminderung der Festigkeit verursacht, könnte auch eine Nachbehandlung erforderlich sein. Senkrechte Trennschnitte von 5 cm Tiefe um die zu bearbeitende Stelle herum empfiehlt sich zur Vermeidung einer Schädigung des Betongefüges.²²

- **Maschinelles Stocken**

Maschinelles Stocken wird als ein Verfahren beschrieben, bei dem Meißelgeräte mit senkrecht schlagendem Werkzeug zur Verbesserung der Ebenheit und Griffigkeit kleiner Flächen und zur Lösung von Betonschichten geringer Festigkeit eingesetzt werden. Das Betongefüge wird gelockert in der Oberfläche, wobei auch die Festigkeit gemindert wird. Im Falle einer weiteren Beschichtung, z. B. durch Stahlstrahlen, ist eine anschließende Bearbeitung erforderlich.

- **Schleifen (Grinding)**

Unter Schleifen wird das Prozess bezeichnet, bei dem durch Geräte mit einer Vielzahl auf horizontaler Welle nebeneinander angeordneten Diamantscheiben der oberste dünne Betondeckenschicht entfernt wird, um eine Verbesserung der Ebenheit (Bearbeitungstiefe min 2-3 mm) und Griffigkeit der Betonoberfläche (Tiefe \approx 10 mm) zu erzeugen. Die Festigkeit der zu bearbeitenden Fläche bleibt erhalten. Ausgehärtete Reparaturstellen, sowie Fugenkanten werden auch nicht beschädigt.

²² Beckedahl, H-J.: Schlagloch/ Straßenerhaltung- Handbuch Straßenbau- Band 1,2010, S. 98



Abbildung 29: Grinding¹⁹

- **Rillenschneiden (Grooving)**

Rillenschneiden wird durch Diamantenscheiben auf horizontaler Welle zur Vermeidung von Aquaplaning bei Flächen mit unzureichender Neigung oder Rautiefe eingesetzt. Es wird zwischen Quer-, Schräg- und Längsrillen unterschieden. Richtwerte für die Ausführung nach RVS 13.01.51:

- Für Quer-oder Schrägrillen (unter 45° zur Fahrbahnachse):
Breite 3 bis 6 mm im Wechsel (zur Minimierung des Rollgeräusches),
Tiefe 6mm,
Mittenabstand 100 bis 150 mm;
- Für Längsrillen (eine mögliche Gefährdung von Motorradfahrern ist zu berücksichtigen!):
Breite: 4 mm,
Tiefe: 6 mm,
Mittenabstand: 25mm.



Abbildung 30: Grooving¹⁹

- **Stahlkugelstrahlen der Betonoberfläche**

Das Stahlkugelstrahlenverfahren dient zur Beseitigung der Verschmutzungen aus der Fahrbahnoberfläche. Geeignet ist es noch zur Verbesserung der Mikrorauheit (Aufrauen) ohne die Oberflächenfestigkeit zu beeinträchtigen. Es wird vorgezogen, wenn ein staubfreier Arbeitsprozess erforderlich ist, da dabei ein Staubsaugen möglich ist.



Abbildung 31: Stahlkugelstrahlen

- **Rotationsfräsen der Betonoberfläche**

Betondecken werden durch Rotationsfräsen behandelt um Oberflächenschäden an Einzelfeldern, Stufenbildungen an Fugen und Rissen zu beseitigen, polierte und ausgemagerte Oberfläche zu verbessern, und ausreichende Oberflächenentwässerung und Griffbarkeit zu gewährleisten. Nach RVS 13.01.51 sind es selbstfahrende Arbeitsmaschinen mit schnell rotierenden Fräswalzen, auf denen Fräswerkzeuge aus Hartmetall beweglich angeordnet sind einzusetzen. Wenn es ein Arbeitsvorgang zur Verbesserung der Griffbarkeit stattfindet, wird es in geringen Frästiefen gearbeitet und ist das Gerät vor Quersfugen anzuheben.

Bauliche Instandhaltung von Betondecken

Hauptgruppe	Untergruppe Bezeichnung	Anwendung	Vorgehensweise und Wirkung	Einheit [-]	Verkehrsbelastung				
					Kfz <1.000	Kfz 1.000-5.000	Kfz 5.000-10.000	Kfz 10.000-20.000	Kfz > 20.000
Sanierung der Betonoberfläche	Fräsen der Betonoberfläche	Zur Behandlung von Oberflächenschäden an Einzelfeldern, Behandlung von polierter und ausgemagelter Oberfläche, von Stufenbildungen an Fugen und Rissen und Gewährleistung der Oberflächenentwässerung und Griffigkeit. Meist erfolgt die Anwendung zum Abtrag von schadhaftem Beton bei Ersatzvorhaben oder zum Abtrag plötzlich aufgetretener Aufwölbungen.	Diese Maßnahme stellt meist nur eine Zwischenlösung dar. Durch rotierende Werkzeuge erfolgt ein lagenweiser Materialabtrag. Fräsen können Schäden an den Fugenkanten und eine raue Oberfläche mit vielen gelockerten Teilchen erzeugen, die durch nachfolgendes Hochdruckstrahlen zu entfernen sind. Die Oberfläche ist rau und laut zu befahren.	Kosten [€/m²]	2	2	2	2	2
				Wirkdauer [a]	20	19	18	17	16
				Annuität [€/m²*a]	0.14	0.15	0.15	0.16	0.17
				Bauzeit [d]	1	2	3	5	7
				Abschnittslänge [m]	50 - 500	100 - 1.000	100 - 1.000	1.000 - 5.000	2.000 - 10.000
	Hochdruckwasserstrahlen der Betonoberfläche	Zur Reinigung von Oberflächen und zum Abtrag von minderfesten Schichten. Eignet sich bei neuen Betondecken auch zur Erhöhung der Griffigkeit.	Für die Oberflächenreinigung, das Abtragen von Beschichtungen und Gummiabrieb, sowie auch Farbmarkierungen und Zementschlämmen geeignet. Über rotierende Düsen wird unter sehr hohen Druck (> 1000 bar) das Material abgetragen. Das anfallende Abwasser wird bei Großgeräten von diesen wieder aufgenommen.	Kosten [€/m²]	3	3	3	3	3
				Wirkdauer [a]	5	4	3	3	3
				Annuität [€/m²*a]	0.65	0.79	1.04	1.04	1.04
				Bauzeit [d]	1	2	2	5	9
				Abschnittslänge [m]	50 - 500	100 - 1.000	100 - 1.000	1.000 - 5.000	2.000 - 10.000

*Basierend auf: RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen

Bauliche Instandhaltung von Betondecken

Hauptgruppe	Untergruppe Bezeichnung	Anwendung	Vorgehensweise und Wirkung	Einheit [-]	Verkehrsbelastung				
					Kfz <1.000	Kfz 1.000-5.000	Kfz 5.000-10.000	Kfz 10.000-20.000	Kfz > 20.000
Sanierung der Betonoberfläche	Abstemmen der Betonoberfläche	<p>Zur Behandlung von Oberflächenschäden an Einzelfeldern, Behandlung von polierter und ausgemagerter Oberfläche, von Stufenbildungen an Fugen und Rissen und Gewährleistung der Oberflächenentwässerung und Griffbarkeit. Zu unterscheiden sind noch Abstemmen, Stahlkugelstrahlen, Maschinelles Trocknen, Schleifen, Rotationsfräsen und Rillenschneiden</p>	<p>Zum Lösen dickerer Betonschichten bei kleineren Flächen. Die abgelösten Flächen sind in der Regel mit kunstharzmodifizierten oder zementösen Mörteln zu ergänzen. Um weitere Schädigungen zu vermeiden, sollte die Schadensfläche mit einem vertikalen Begrenzungsschnitt (bis 5 cm Tiefe) umgeben werden.</p>	Kosten [€/m ²]	5	5	5	5	5
				Wirkdauer [a]	10	9	9	8	8
	Annuität [€/m ² *a]			0.59	0.65	0.65	0.71	0.71	
	Bauzeit [d]			1	2	3	5	7	
	Abschnittslänge [m]			50 - 500	100 - 1.000	100 - 1.000	1.000 - 5.000	2.000 - 10.000	

*Basierend auf: RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen

Bauliche Instandhaltung von Betondecken

Hauptgruppe	Untergruppe Bezeichnung	Anwendung	Vorgehensweise und Wirkung	Einheit [-]	Verkehrsbelastung					
					Kfz <1.000	Kfz 1.000-5.000	Kfz 5.000-10.000	Kfz 10.000-20.000	Kfz > 20.000	
Sanierung der Betonoberfläche	Schleifen (Grinding)	Maßnahme zur Verbesserung der Ebenflächigkeit und Griffigkeit bei gleichzeitiger Lärminderung.	Eine Vielzahl auf horizontaler Welle nebeneinander angeordneter Diamantenscheiben tragen den Beton maßgenau ab und erzeugen dabei feine Rillen. Zur Verbesserung der Ebenheit (Bearbeitungstiefe min. 2-3 mm) und der Griffigkeit (Tiefe ≈ 10 mm), sowie zur Verringerung des Rollgeräusches geeignet (Problem Griffigkeit). An den Rändern der Schleifbahnen dürfen keine Stufen > 3mm entstehen.	Kosten [€/m ²]	8	8	8	8	8	
					Wirkdauer [a]	11	10	10	9	8
					Annuität [€/m ² *a]	0.88	0.95	0.95	1.03	1.14
					Bauzeit [d]	1	2	3	5	7
					Abschnittslänge [m]	50 - 500	100 - 1.000	100 - 1.000	1.000 - 5.000	2.000 - 10.000
	Rillenschneiden (Grooving)	Verbesserung der Wasserabführung auf Fahrbahndecken bei Unebenheiten oder Querneigungswechsel.	Mittels Diamantwerkzeug werden quer oder schräg zur Fahrbahn Rillen (5 mm breit und 5 mm tief) eingeschnitten, über welche das Oberflächenwasser abfließen kann. Dadurch wird die Aquaplaninggefahr erheblich gemindert.	Kosten [€/m ²]	20	20	20	20	20	
					Wirkdauer [a]	17	16	15	14	14
					Annuität [€/m ² *a]	1.58	1.65	1.73	1.82	1.82
					Bauzeit [d]	1	2	3	5	7
					Abschnittslänge [m]	50 - 500	100 - 1.000	100 - 1.000	1.000 - 5.000	2.000 - 10.000

*Basierend auf: RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen

Bauliche Instandhaltung von Betondecken

Hauptgruppe	Untergruppe Bezeichnung	Anwendung	Vorgehensweise und Wirkung	Einheit [-]	Verkehrsbelastung				
					Kfz <1.000	Kfz 1.000-5.000	Kfz 5.000-10.000	Kfz 10.000-20.000	Kfz > 20.000
Sanierung der Betonoberfläche	Stahlkugelstrahlen der Betonoberfläche	Zur Erhöhung der Griffigkeit nur teilbedingt möglich. (Langlebigkeit) Zum Vorbereiten des Untergrundes für Oberflächenbehandlung mit EP-Gripbelägen erforderlich.	Oberflächenverschmutzungen beseitigen und die Microrauheit durch schonenden Materialabtrag verbessern. Stahlkugelstrahlen mit Staubabsaugung benutzen, wenn staubarm gearbeitet werden muss (Alternative Hochdruckwasserstrahlen)	Kosten [€/m²]	2	2	2	2	2
	Wirkdauer [a]			3	2	1	1	1	
	Annuität [€/m²*a]			0.69	1.02	2.00	2.00	2.00	
	Bauzeit [d]			1	1	1	3	6	
	Abschnittslänge [m]			50 - 500	100 - 1.000	100 - 1.000	1.000 - 5.000	2.000 - 10.000	
	Rotationsfräsen	Bearbeitung der Betonoberfläche.	Durch beweglich gelagerte Rotationsfräsen werden unter größtmöglicher Schonung des Betongefüges Längsrillen in den Beton eingefräst. Das Fräsgut wird über Kehrmaschinen aufgenommen und entsorgt.	Kosten [€/m²]	4	4	4	4	4
	Wirkdauer [a]			10	10	8	7	6	
	Annuität [€/m²*a]			0.47	0.47	0.57	0.64	0.73	
	Bauzeit [d]			1	2	2	5	8	
	Abschnittslänge [m]			50 - 500	100 - 1.000	100 - 1.000	1.000 - 5.000	2.000 - 10.000	

*Basierend auf: RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen

3.2 Instandsetzungsmaßnahmen

Die für Instandsetzung vorgesehenen Flächen sind nach Ergebnissen der Zustandserfassung auszuwählen. Bei Instandsetzungsarbeiten im demselben Streckenabschnitt sind nur in Ausnahmefällen verschiedenartige Bauverfahren zu wählen, um nicht durch unterschiedliche Oberflächentextur unterschiedliche Fahrbahneigenschaften zu erhalten. Es ist zu prüfen, ob verschiedene Instandsetzungsmaßnahmen innerhalb einer gesperrten Baustrecke parallel durchgeführt werden können.²¹

Die Tabelle 4 zeigt eine Zuordnung welche Maßnahme zur Behandlung welchem Schadentyp geeignet ist.

Tabelle 4: Instandsetzung VS. Schäden

Maßnahmen VS Schäden /Betonfahrbahnen/			SCHADENSTYPEN									
			Unebenheiten					Risse			Sonstige	
			Ausbrüche mit Materialverlust	Abplatzungen	Stufenbildung bzw. Höhenunterschiede bei Stoßfugen zw. Platten	Eckabbrüche	Randabbrüche	Quer- und Längsrisse	Feine Risse und unregelmäßig verteilte Netzzrisse	Risse im Quersfugenbereich	Griffigkeit (hochrangige Straßen)	Fugenschäden
ERHALTUNGSMASSNAHMEN												
Bauliche Instandsetzung und Neubau	8	Heben und Festlegen von Platten			X							
	9	Ersatz von Platten und Plattenteilen	X	X	X	X	X	X	X			
	10	Ersatz von Fahrstreifen / Plattenreihen	X	X	X	X	X		X			
	11	Oberflächenbehandlung mit Reaktionsharz/mörtel	X	X				X				
	12	Whitotopping (auf Asphalt/Beton)										
	13	Rubblization und Überbauung	X	X	X	X	X	X	X			
	14	Überbauung mit SMA	X	X	X	X	X		X	X		
	15	Neubau von Betondecken	X	X	X	X	X	X	X			

*Basierend auf: Skriptum Erhaltungsmanagement HOFFMANN (2010); RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen

3.2.1 Heben und Festlegen von Platten

Problemstellung: Hohlräume zwischen Unterlage und Betonplatte können durch eindringendes Wasser und den daraus resultierenden Kornumlagerungen, Ausspülungen und Auflockerungen oder durch bauliche Mängel der Unterlage entstehen und unter Verkehrslast zu deutlich wahrnehmbaren vertikalen Plattenbewegungen führen. Durch die wechselnde Be- und Entlastung und die hieraus resultierenden Pumpenwirkung, wird die Hohllage verstärkt.²³

Bleiben die Schadenserscheinung unbehandelt, führt dies zu weiteren Folgeschäden wie z.B. Rissbildung, Stufenbildung und anschließend Zerstörung der Platte im Randbereich. Die Maßnahmen sind möglichst frühzeitig und vollflächig einzusetzen.

Das Heben und Festlegen von Platten kann eine frühzeitige Zerstörung der Betonoberfläche verhindern. Da die verschiedenen Fahrspuren unterschiedliche Verkehrsbelastungen unter-

²³ Beckedahl, H-J.: Schlagloch/ Straßenerhaltung- Handbuch Straßenbau- Band 1,2010, S. 127-128

liegen, kommt es selten dazu die Platten auf die ganze Fahrbahnbreite gleichzeitig zu heben, bzw. festlegen. Das kann aber der Fall sein, wenn es mit hohen Verkehrsbelastungen sowohl auf die Hauptspur, als auch auf die Überholspur zu rechnen ist.

Eine Lageberichtigung der Platten ist dann erforderlich, wenn ein Versatz an Fugen und Rissen im Längs- und Querprofil zu beseitigen ist. Nach ZTV BEB- StB 2010, S. 48 sollten die Platten zusätzlich zum Festlegen auch gehoben werden, wenn ein fahrdynamisch wirksamer Versatz (Stufenbildung) vorhanden ist, da ansonsten mit einem schnellen Fortschreiten der Schädigung zu rechnen ist. Damit sollte so früh wie möglich begonnen werden. Ein Versatz von 10 mm sollte auf keinen Fall überschritten werden.

Beim herkömmlichen Verfahren wird als Material Unterpressmörtel mit hydraulischen Bindemitteln verwendet. Alternativ dazu kommen auch Silikatharzen und Expansionsharzen zum Einsatz. Die Kriterien für die Wahl des geeigneten Materials nach ZTV BEB- StB 2010 werden in Tabelle 5 eingegeben. Die Entscheidung welches System gewählt wird, muss anhand der Eignung, Wirtschaftlichkeit und unter Berücksichtigung der zulässigen Sperrzeiten und gestrebten Restnutzungsdauer erfolgen.

Tabelle 5: Kriterien für die Wahl des geeigneten Unterpressmaterials [ZTV BEB- StB 2010; eigene Darstellung]

Kriterien	Art der Tragschicht		Bauweise		kurze Sperrzeit	hohe Nutzungsdauer
	gebundene Tragschicht	ungebundene Tragschicht	Festlegen	Festlegen mit Heben		
Baustoff						
Silikatharz	++	+	++	+	++	++
Expansionsharz	+	++	+	++	++	+
Unterpressmörtel mit hydraulischen Bindemitteln	++	++	0	++	0	+

- ++ gut geeignet
- + geeignet
- 0 bedingt geeignet

Baugrundsätze: Unterpressmörtel mit hydraulischen Bindemitteln muss fließfähig und schnell erhärtend sein. Der W/ Z- Wert beeinflusst die Druckfestigkeit, deshalb darf in der Spanne zwischen 0,4 und 0,5 schwanken und ist ständig beim Einbau zu überprüfen. Im Notfall darf Erstarrungsbeschleuniger genutzt werden. Eine ständige Kontrolle der Konsistenz der Mörtel muss durchgeführt werden, wobei es auf ihre Eignung durch Prüfzeugnisse zu achten ist. Nach 4 Stunden muss der Mörtel eine Mindestdruckfestigkeit gleich 2 N/ mm² aufweisen, nach 8 Stunden bzw. mindestens 5 N/mm², und nach 28 Tagen muss die auf mindestens 28 N/ mm² steigen.

Die zulässigen Luft- /Bauteiltemperaturen bzw. Materialtemperatur zur Durchführung der Arbeiten mit Unterpressmörtel liegen bei 5°C bzw. zwischen 5°C und 30°C. Für die Silikat- und Expansionsharzen gelten die Angaben von den Herstellern. Niedrigere Temperaturen verursachen zu lange Aushärtezeiten, während die höheren die Platten verspannen und auf diese Weise den Hebevorgang verhindern können. Einpressbohrungen werden in einem vorgegebenen Bohrraster in voller Deckenstärke hergestellt. Die Anforderungen für die Anordnung der Bohrlöcher in Abhängigkeit vom verwendeten Material sind auf der Tabelle 6 zu sehen.

Das Material ist unter kontrolliertem Druck in die Bohrlöcher einzupressen. Der Einpressdruck muss automatisch gesteuert werden. Er ist in Abhängigkeit von der Konsistenz des Unterpressmaterials zu wählen. Bei Silikatharzen und Expansionsharzen sind beim Unterpressvorgang jeweils bei erneuter Inbetriebnahme der Dosierpumpe Becherproben zu entnehmen. ¹⁴

Tabelle 6: Richtwerte für die Anordnung der Bohrlöcher beim Unterpressen von Betonplatten [ZTV BEB- StB 2010; eigene Darstellung]

Anordnung	Silikatharz	Expansionsharz	Unterpressmörtel
1	2	3	4
Anzahl der Bohrlöcher je m ²	<i>min. 0,4</i>	<i>min. 0,7</i>	<i>min. 0,3</i>
Bohrlochdurchmesser	<i>bis 22 mm</i>	<i>bis 22 mm</i>	<i>bis 40 mm</i>
Bohrlochtiefe	<i>5 cm tiefer als die geplante Injektionstiefe</i>		
Abstand zur Querfuge bzw. zum Querriss	<i>0,5 bis 1,0 m</i>		
Abstand zur Längsfuge	<i>0,5 bis 1,0 m</i>		

- **Heben von Platten**

Wird Unterpressmörtel mit hydraulischem Bindemittel genutzt, muss die Platte mit Druckluft (max. Druck=12 bar) von der Unterlage abgetrennt werden, um eine Pilzbildung unter den Platten zu vermeiden. Bei der Anwendung von Expansions- und Silikatharze ist das nicht notwendig. Der Mörtel gelangt durch Einpressen in den Bohrlöchern in den Raum zwischen Plattenunterseite und Plattenunterlage. Der automatisch gesteuerte Einpressdruck muss 1,0 N/mm² nicht überschreiten. Unbeabsichtigtes Heben der Platte sowie auch Herauspressen von Mörtel aus den benachbarten Bohrlöchern ist zu vermeiden. In Ausnahmefällen können Dübel und Anker ein Hindernis für das Heben sein. Sie sind dann durchzutrennen und abschließend wiederherzustellen. Zur Gewährleistung einer vollflächigen Auflagerung der Platte auf dem Mörtel muss ihre Oberfläche mit einer Vibrationswalze (Dienstgewicht 3÷4 t) kurzzeitig befahren werden. Härtet der Beton aus, müssen die Bohrlöcher vom vorhandenen Mörtel bis einer Tiefe von 3 cm befreit werden, wenn es notwendig ist und weiter mit Zementmörtel oder Kunstharzmörtel bis in dieser Tiefe hohlraumfrei verschließen werden.

Als besondere Leistung könnten die schadhafte Fugenfüllungen im Bereich der unterpressen Platten ersetzt werden.

- Heben mit Silikatharzen

Das Silikatharz besitzt ein gut steuerbares Fließverhalten. Es schäumt nicht auf, so dass kein Nachheben der Platten auftritt. Das Silikatharz erstarrt zu einem soliden Vollmaterial und besitzt ein gut ausgeprägtes elastisches Verhalten. Es härtet unmittelbar nach dem Einpressen aus, so dass eine Belastung kurzzeitig nach der Injektion erfolgen kann. Die Arbeiten können bei Durchfeuchtung ausgeführt werden; da das Harz sowohl an feuchten wie auch an staubigen Platten anhaftet. Stehendes Wasser wird ausgepresst. Das Material besitzt eine gute Langzeitstabilität und ist stabil gegen Wasser und durchfeuchtet nicht. ²⁴

²⁴ M BEB Merkblatt für die bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen aus Beton

- Heben mit Expansionharzen

Expansionsharze bilden nach dem Einpressen einen offenzelligen Schaum, der sich in der Regel plastisch verhält. Seine kontrollierte Aufschäumung in Verbindung mit Wasser muss nachgewiesen sein. Der Einsatz ist wirtschaftlicher als der von kompakten Silikatharzen, jedoch nicht so wirtschaftlich wie der Einsatz von hydraulischem Unterpressmörtel. Das Langzeitverhalten unter Verkehrsbelastung und in Verbindung mit auftretender Durchfeuchtung ist noch nicht nachgewiesen. Die Anwendung sollte deshalb vorerst bei Maßnahmen mit begrenzter Nutzungsdauer erfolgen.²⁴

- **Festlegen von Platten**

Der Vorgang ist im Allgemeinen wie beim Heben von Platten, aber der maximale Druck beträgt hier $0,5 \text{ N/mm}^2$. Eine Kontrolle der Unterpressdruck durch Manometerbelastung verhindert das ungewollte Anheben der Platten.

Verkehrsfreigabe: Wann der Verkehr freigegeben wird hängt vor allem von dem Erhärtungsverlauf des Mörtels ab und von der Witterung. Die Aushärtezeit für den jeweiligen Spezialmörtel richtet sich nach den Herstellerangaben. Es muss berücksichtigt werden, dass der Verkehr mindestens 3 Stunden nach dem Ende der Unterpressarbeiten erfolgen muss, am besten nach 24 Stunden.

Bauzeit & Bauabschnittslänge: Es wird im Allgemeinen in Abschnittslängen von 100 bis 1.000 m gearbeitet, wobei die Arbeiten von 7 Tage dauern könnten.

Kosten & Wirkdauer: Die Kosten dieser Instandsetzungsmaßnahme sind stark vom eingesetzten Material abhängig. Als günstigstes Verfahren weist sich das herkömmliche Verfahren mit Unterpressmörtel 18 €/m^2 . Bei der Anwendung von Expansionsharze steigen die Kosten auf 25 €/m^2 . Am teuersten sind die Silikatharze mit den $35\text{-}60 \text{ €/m}^2$.

M02 -1. Lageberichtigung von Betondecken I- Heben und Festlegen von Platten						Fotodokumentation
Pos. Nr./ LV-Pos.	Leistungsbeschreibung	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamt-betrag [€]	Arbeitsschritte im Detail
1	Baustelle einrichten und räumen Einsatz vor Ort, einschl. Baustelleneinrichtung, An- und Abfahrzeiten, Fahrzeugkosten, Spesen, Übernachtung, Sauberhalten der Baustelle, zzgl. Zuschläge für Folgetage, Nacht-/Samstags oder Sonntagsarbeit		Psch			
2	Lageberichtigung Betondeckenfelder Betondeckenfelder bis zu einer Fläche von ca. 25 qm mit Flüssiginjektionsmaterial unterpressen, anheben und dauerhaft festlegen. Eingerechnet sind alle erforderlichen Nebenarbeiten wie z.B. – Trennung der Platte von der Unterlage (optional)					
070126	Druckluftstrahlen von horizontalen und vertikalen Betonflächen auch im Untersichtsbereich. – Herstellen von Bohrlöchern		m ²			
220510	<i>Herstellen von Injektionsbohrungen (IB) oder Wiederaufbauen von Injektionsbohrlöchern (WIB) mit Mindestdurchmesser D X mm und Tiefenstufe von L1 Xm bis L2 X m in Böden und Festgestein aller Art für geotechnische Injektionen, welche ohne Manschettenrohre ausgeführt werden.</i>		m ²			
5302040	– Injektionspacker einbauen, bzw. entfernen – Flüssiginjektionsmaterial in Bohrlöcher einpressen Einpressen Verpress/ Injektionsgut		h			

<p>7</p>	<p><i>Einpressen Verpress/ Injektionsgut passgenau. Aufbereitetes Verpress/ Injektionsgut zu den einzelnen Verpress/ Injektionsstellen zu-leiten und in Rohrschirm einpressen. Für das Einpressen sind ent-sprechend leistungsfähige, kontinuierlich wirkende, druck- und men-genregulierbare Pumpen vorzusehen. Für das Einpressen werden die nachgewiesenen Pumpenbetriebsstunden unabhängig von der Verpress/ Injektionsgut vergütet. Für den Einpressvorgang ist eine ununterbrochene Pumpenleistung zu gewährleisten. Vergütet wird die Nettobetriebszeit je Pumpe; sie beginnt mit dem Einpressen des Injektionsgutes und endet, nachdem der vereinbarte Enddruck 5 min konstant gehalten wurde.</i></p> <p>– Einsatz von Vibrationswalze zur vollflächigen Auflagerung der Platte auf dem Mörtel*</p> <p>– Die Bohrlöcher mit Zementmörtel oder Kunstharzmörtel hohl-raumfrei verschließen</p> <p>– Besondere Leistung: Erneuern der Fugenfüllungen</p> <p>Verkehrsbedingte Räumung</p> <p>Zusätzlicher Ab-, Um- und Aufbau der Injektionsausrüstung im Rah-men von dem AN auferlegten verkehrsbedingten Räumungen</p> <p><small>* nur bei Verwendung von Unterpressmörtel mit hydraulischem Bindemittel</small></p>		<p>m</p> <p>h</p> <p>m</p> <p>Psch</p>			
<p><small>**Basiert weitgehend auf der LB - Verkehrsinfrastruktur</small></p>						

Bauliche Instandsetzung von Betondecken

Hauptgruppe	Untergruppe Bezeichnung	Anwendung	Vorgehensweise und Wirkung	Einheit [-]	Verkehrsbelastung				
					Kfz < 1.000	Kfz 1.000-5.000	Kfz 5.000-10.000	Kfz 10.000-20.000	Kfz > 20.000
Lageberichtigung von Betondecken	Heben von Platten	Wenn beim Überrollen Vertikalabweichungen wahrnehmbar sind; auch als Vormaßnahme bei Deckenerneuerung im bituminösen Überbau	In einem vorgegebenen Bohrraster werden Einpressbohrungen gemacht. Einsetzung von Spezialmörtel mit hydraulischen Bindemitteln; Der Mörtel muss frühhochfest und fließfähig sein. Alternativ können auch Silikat und Expansionsharze eingesetzt werden. Erschütterungen vor dem Erhärten des Mörtels sind zu vermeiden. Dübel und Anker durchtrennen, um den Hebevorgang nicht zu behindern oder die benachbarten Platten nicht anzuheben, danach die Platten neu verdübeln, bzw. verankern.	Kosten [€/m²]	18	18	18	18	18
				Wirkdauer [a]	15	13	11	9	7
				Annuität [€/m²*a]	1.56	1.73	1.98	2.33	2.88
				Bauzeit [d]	2	3	5	5	7
				Abschnittslänge [m]	0 - 100	0 - 200	0 - 500	0 - 500	0 - 1.000
	Fixierung von Platten	Zur Fixierung von Platten wenn unter dieser Hohlräume festgestellt werden.	Prinzipiell die selbe Vorgehensweise wie beim Heben ohne die Notwendigkeit vom Lösen der Platte von der Unterlage; max. Einpressdruckluft ist 0,5 N/mm². Kontrollierte Bewegung der Platte und falls erforderlich Reduktion der Einpressdruck (Hoher Druck ist zu vermeiden) zur Vermeidung von ungewollter Hebung der Platten. Bei Silikatharzen und Expansionsharzen sind beim Unterpressvorgang jeweils bei erneuter Inbetriebnahme der Dosierpumpe Becherproben zu entnehmen.	Kosten [€/m²]	25	30	40	50	60
				Wirkdauer [a]	15	13	11	9	7
				Annuität [€/m²*a]	2.16	2.89	4.39	6.47	9.61
				Bauzeit [d]	2	3	5	5	7
				Abschnittslänge [m]	0 - 100	0 - 200	0 - 500	0 - 500	0 - 1.000

*Basierend auf: RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen

3.2.2 Ersatz von Platten und Plattenteilen

Problemstellung: Falls Betondeckenfelder durch verschiedene Schadenserscheinungen, z.B. durch Risse, deutlich wahrnehmbar vertikale Plattenbewegungen, Eckabbrüche oder Kantenschäden und etc. stark beeinträchtigt worden sind, müssen die ganzen Deckenfelder oder gegebenenfalls nur die geschädigten Plattenteile in ganzer Tiefe ersetzt werden. Der Ersatz erfolgt aus Beton in dem Dicken der vorhandenen Betonplatten und ist gemäß den Anforderungen in RVS 08.17.02 – Betondeckenherstellung auszuführen. Verringert man dabei die Fugenabstände im ersten Fahrstreifen bzw. auf Brücken, könnte man weiter mit einer wesentlich erhöhten Tragfähigkeit und damit erhöhte Aufnahme von Verkehrslasten rechnen. Wenn der Verkehr durch lange Reparaturzeiten nicht beeinträchtigt werden darf, könnte Schnellbeton als Material genutzt werden. So wird eine Verkehrsfreigabe nach wenigen Stunden ermöglicht.

Sind Rissbildern 1 und 2 nach Abbildung 32, Risshäufungen, größere Stufen oder Absackungen von Platten und Plattenteilen vorhanden, sind die ganzen Platten abzuwechseln. Bei Rissbildern 3 und könnten nur die geschädigten Plattenteile ersetzen werden. In den Fällen 7 bis 10 genügt es nur Maßnahmen zum nachträglichen Verdübeln und Verankern zu treffen. Ersatz von Platten oder Plattenteilen ist dann erforderlich, solange es keine Stufen oder Absackungen anwesend sind.

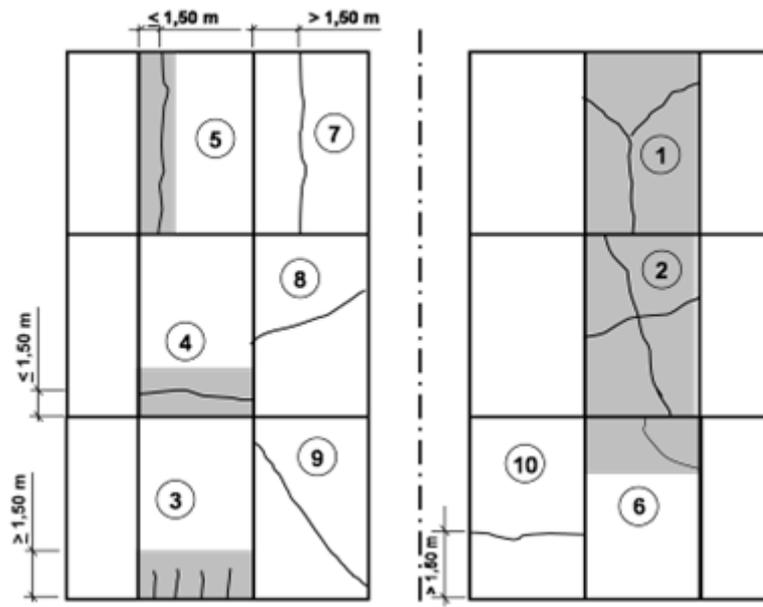


Abbildung 32: Rissbilder ²⁵

Baugrundsätze: Zuerst müssen die zu ersetzenden Platten auf ihre ganze Tiefe ausgebaut werden, wobei sowohl die benachbarten Felder, als auch die Unterlage unbeschädigt bleiben sollen. Dazu müssen Trennschnitte parallel zu den Längs- und Querfugen gemacht werden und die beschädigten Platten oder Plattenteile von den unbeschädigten solchen abgetrennt und schonend herausgehoben werden. Eine schadhafte Unterlage oder ungebundene Trag-schichten als Unterlage sind durch bituminöses Heißmischgut zu verdichten. Die ursprünglich vorhandenen Dübel und Anker sind zu ersetzen und in Restplatten Klebeanker oder

²⁵ PIARC- Manual: Best Practice Guide for maintenance of concrete roads, S.46

Schraubanker (nach RVS 13.01.51 d=16 mm) einzusetzen. Die Quer- und Längsfugen des Altbetons werden mit einem bituminösen Anstrich versehen. Das Eindringen von Frischbeton in die Querfugen und Rissen der angrenzenden Platten ist zu vermeiden. Es ist auch eine Gewährleistung der Ableitung eines eventuell unter die Betondecke eingedrungenen Wassers vorzusehen.

Es bietet sich die Verwendung von Fließbeton an, da die Vorteile eines geringeren Verdichtungsaufwandes, des Einsatzes leichtere Einbaugeräte, einer besseren Anpassung des Betons in den Ecken und die Vermeidung unerwünschter Feinmörtelanreicherung im Bereich der Oberfläche infolge hoher Verdichtung genutzt werden können.²⁶

Deutlich wenig Verkehrsbehinderungen und kürzere Sperrzeiten sind mit Schnellbeton erreichbar. Bereits nach 3 bis 10 Stunden Liegezeit und in Abhängigkeit von den Umgebungstemperaturen und der Festigkeitsentwicklung könnten mit Schnellbeton ersetzten Platten oder Plattenteile wieder voll genutzt werden.

Verkehrsfreigabe: Eine fertiggestellte Betonfahrbahndecke darf im Allgemeinen drei Tage nach der Deckenherstellung für den öffentlichen Verkehr freigegeben werden. Bei einer durchschnittlichen Tagestemperatur von 12 °C nach vier Tagen, bei einer von 5 °C nach sechs Tagen. Ist eine frühere Verkehrsfreigabe erforderlich, ist durch eine Erhärtungsprüfung nachzuweisen, dass mindestens 70 % der nach 28 Tagen geforderten Spaltzugfestigkeit erreicht ist.²⁷ Die Sperrzeiten hängen auch von der benutzten Art Beton. Kürzeste Sperrzeiten sind mit Schnellbeton zu erzeugen, 8-12 Stunden Betone. Vor der Verkehrsfreigabe muss eine vorgesehene Fugenverfüllung fertig eingebaut werden.

Bauzeit & Bauabschnittslänge: 200 m²/Tag könnten durch diese Maßnahme instandgesetzt werden. Die einzelnen Abschnittslängen für Straßen mit Verkehrsbelastung bis zu 10.000 Kfz betragen 1.000 m. Je nach benutzter Art Beton ist es mit Bauzeiten von einigen Stunden bis zu einigen Tagen zu rechnen. Wird es mit Normalbeton gearbeitet beträgt die Bauzeit für Bauabschnittslängen 0-100 m bzw. 0-1000 m 2-3 bzw. 7 Tage. Bei Verwendung von frühhochfestem Beton ist es mit einer Leistung von 2 Tage Bauzeit zu rechnen, wobei mit Schnellbeton diese 8- 10 Stunden beträgt. Die folgende Tabelle zeigt den Zeitaufwand für Abwechseln von einer Betonplatte unter Verwendung von Schnellbeton.

Trennschnitte	ca. 1 Std.				
Aufbruch, Dübel, Anker		ca. 1 Std.			
Betoneinbau			ca. 1 Std.		
Erhärtungszeit				ca. 2-3 Std.	
Nacharbeit (Fugen)					ca. 1 Std.

Abbildung 33: Zeitaufwand Arbeiten mit Schnellbeton¹⁹

²⁶ Beckedahl, H-J.: Schlagloch/ Straßenerhaltung- handbuch Straßenbau- Band 1,2010, S. 128

²⁷ RVS 08.17.02 Betondecken- Deckenherstellung, S. 14

Kosten: Die Kosten dieser Instandsetzungsmaßnahme sind stark vom eingesetzten Material abhängig. Am günstigsten ist das Normalbeton, dessen Kosten 60-150 €/m² betragen. Für frühhochfesten Beton steigen die auf 170- 200 €/m² und sind für Schnellbeton am höchsten 400 €/m².

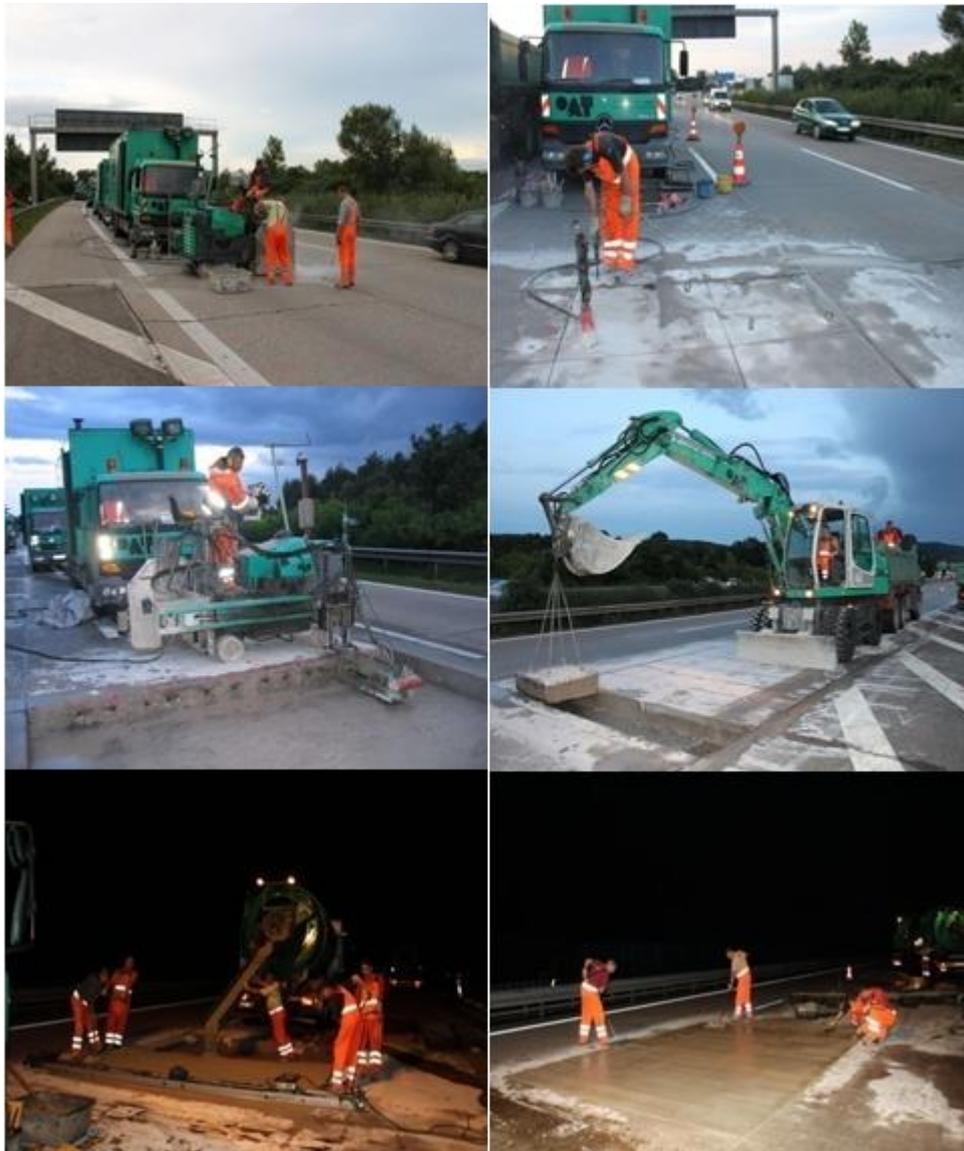


Abbildung 34: Reparatur von Betonfahrbahnplatten mit sofortiger Verkehrsfreigabe¹⁹

M02 – 2. Ersatz von Platten und Plattenteilen						Fotodokumentation
Pos. Nr./ LV-Pos.	Leistungsbeschreibung	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtbetrag [€]	Arbeitsschritte im Detail
1	Baustelle einrichten und räumen, Verkehrssicherung Geräte, Werkzeuge und sonstige erforderliche Mittel zur Durchführung der Bauleistung auf die Baustelle bringen und bereitstellen. Verkehr für die Dauer der beauftragten Arbeiten sperren.		Stk.			 <p>The photodocumentation consists of three images. The top image shows a worker in an orange safety vest operating a concrete saw on a paved surface. The middle image shows a yellow excavator bucket lifting a large, rectangular concrete slab. The bottom image shows a series of metal rebar structures laid out on a concrete surface, likely for a new slab or joint.</p>
020101A	Einrichten der Baustelle					
0209010	Besondere Verkehrsaufrechterhaltungsmaßnahmen					
020401	Räumen der Baustelle					
2	Betondecke trennen Betondecke in voller Tiefe senkrecht und geradelinig einschl. Dübel und Anker schneiden. Ausgebrochene senkrechte Trennflächen mit Zementmörtel verputzen.		m			
030237	Beton X mit einer Dicke von X cm schneiden an horizontal oder schwach geneigten Flächen		m ²			
3	Betondecke erschütterungsarm aufnehmen Platte oder Plattenteil herausheben und entfernen ohne die benachbarten Betonfelder zu beeinträchtigen. Entsorgung des Materials		m ²			
4	Anschlussfuge herstellen Längs- und Querpressfugen in Betondecken herstellen, Dübel- und Ankerlöcher in Beton bohren.		m			

170507	Pressfugen durch Einschneiden von X mm breiten und X mm tiefen Fugenspalten nach Anbetonieren an bestehende schalreine Betonkörper herstellen. Die Betonfläche, an die betoniert wird, ist in ganzer Höhe der Betondecke mit einem trennenden Anstrich zu versehen. An Stelle des Anstriches kann auch eine dünne Einlage angebracht werden.		m		
5	Einsetzen von Dübel und Anker				
170517	Dübel aus Stahl, \varnothing X mm und X cm lang, liefern und verlegen für Querfugen als Pressfugen		Stk.		
170519	Anker aus Stahl, \varnothing X mm und X cm lang, liefern und verlegen für Längsfugen als Pressfugen. Die Anker sind im Fugenbereich des Betonkörpers so einzubauen, dass ordnungsgemäße Verbund sichergestellt wird.		Stk.		
6	Betoneinbau		m ²		
130366	Beton, bewehrt oder unbewehrt, zur Ergänzung von Bauteilen... liefern und einbauen		m ²		
170410	Einschichtige Betondecke in einer Gesamtdicke von X cm maschinell herstellen		m ²		
170411	Einschichtige Betondecke in einer Gesamtdicke von X cm händisch herstellen		m ²		
7	Quer- und Längsfugen säubern				
*Basiert weitgehend auf der LB - Verkehrsinfrastruktur					
** Basiert noch auf LB Ersatz von Platten und Plattenteilen mit Possehl Schnellbeton SB 20					

Bauliche Instandsetzung von Betondecken

Hauptgruppe	Untergruppe Bezeichnung	Anwendung	Vorgehensweise und Wirkung	Einheit [-]	Verkehrsbelastung				
					Kfz <1.000	Kfz 1.000-5.000	Kfz 5.000-10.000	Kfz 10.000-20.000	Kfz > 20.000
Ersatz von einzelnen Platten und Plattenteilen	Ersatz von Betonfeldern, Platten und Einzelbereichen 	Betondeckenfelder, die starke Schäden (Risse, Kantenausbrüche etc.) aufweisen, sind teilweise oder vollständig auf volle Dicke zu ersetzen, um die Sicherheit und Befahrbarkeit der Fahrbahn zu gewährleisten. Preise Normalbeton betragen 60-150€/m ²	Austausch von Platten oder Plattenteilen durch gerade Schnitte entlang vorhandener Längs- oder Querschnitten bzw. parallel zu diesen. Wesentlich ist eine saubere Trennung von geschädigten und ungeschädigten Teilen und der Ersatz in voller Dicke. Verankerungen oder Verdübelungen müssen durchtrennt und neu versetzt werden.	Kosten [€/m ²]	120	120	120	120	120
				Wirkdauer [a]	25	20	20	18	15
				Annuität [€/m ² *a]	7.39	8.49	8.49	9.11	10.38
				Bauzeit [d]	10	14	21	21	21
				Abschnittslänge [m]	0 - 100	0 - 200	0 - 500	0 - 500	0 - 1.000
	 	Für Schnellreparaturen kann frühhochfester Beton oder Schnellbeton genutzt werden. Schnellbeton wird zur Instandsetzung von Betondecken eingesetzt um Betonplatten innerhalb weniger Stunden zu erneuern und für den Verkehr freizugeben. Die Preise für frühhochfesten Beton liegen bei ca. 170- 200 €/m ² , für Schnellbeton bei 400 €/m ²	Schnellreparatur schadhafte Platten mit frühhochfestem Beton. Austausch von Platten oder Plattenteilen durch gerade Schnitte entlang vorhandener Längs- oder Querschnitten bzw. parallel zu diesen. Wesentlich sind eine saubere Trennung von geschädigten und ungeschädigten Teilen und der Ersatz in voller Dicke. Verankerungen oder Verdübelungen müssen durchtrennt und neu versetzt werden.	Kosten [€/m ²]	200	200	200	200	200
				Wirkdauer [a]	18	15	10	10	9
				Annuität [€/m ² *a]	15.19	17.30	23.71	23.71	25.86
				Bauzeit [d]	2	5	7	7	7
				Abschnittslänge [m]	0 - 200	0 - 500	0 - 1.000	0 - 1.000	0 - 1.000

*Basierend auf: RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen

3.2.3 Ersatz von Streifen und Fahrbahnen

Problemstellung: Bei Betondeckenstreifen, die einen hohen strukturellen Schädigungsgrad aufweisen, könnte es dazu kommen, die ganzen Streifen oder Fahrbahnen zu ersetzen. Die Notwendigkeit dazu ergibt sich in den meisten Fällen bei den Hauptfahrtstreifen als Resultat von Unterdimensionierung und gestiegenem Verkehrsaufkommen. Schadenserscheinungen, wie Längs- und Querrisse, Eckabbrüche, mangelhafte Fugenfüllungen, Aus- und Abbrüche könnten durch einen richtigen Arbeitsvorgang dieser Maßnahme erfolgreich behandelt werden. Somit sind die Befahrbarkeit und Deckensubstanz wiederherzustellen. Ersatz von Streifen und Fahrbahnen empfiehlt sich auch wenn schon getroffene Maßnahmen zur Verbesserung der Fahrbahnqualität nicht zu der erwünschten Wirkung geführt haben. Nach dem Merkblatt für die bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen aus Beton (FGSV 823) sollten auch unterdimensionierte Seitenstreifen im Hinblick auf zukünftige Seitenstreifennutzungen ersetzt werden.

Der Ersatz von Streifen und Fahrbahnen erfolgt im Allgemeinen wie beim streifenweisen Neubau oder Erneuerung im Tiefeinbau von Betondecken. Im Unterschied zu dem Handeinbau des Betons, verbessert der maschinelle Einbau des Betons auch die Qualität der Betongüte und Ebenheit qualitativ und deshalb wird der Ansatz mit Fertiger bevorzugt.

Baugrundsätze: Man unterscheidet zwei Ausführungsmethode- Streifenersatz unter Beibehaltung der vorhandenen Deckendicke und Ersatz inklusiv Austausch des ungebundenen Unterbaus.

Die Methode mit dem Austausch des ungebundenen Unterbaus kommt nicht in Österreich vor und ist gültig für Deutschland, weil in Österreich die Standardbauweise für Betondecken mit bituminöser Tragschichte ist.

- ***Streifenersatz unter Beibehaltung der vorhandenen Deckendicken:***

Zuerst ist die Decke auf die volle Tiefe zu schneiden, wobei die Verankerungen und Verdübelung durchgetrennt werden müssen. Gegebenenfalls kann eine schadhafte Unterlage, z. B. mit Risse und Ausbrüche gesättigt, ausgebessert und mit einem Geotextil abgedeckt werden. Auf diese Weise wird die Reflexionsrissbildung in den neuen Feldern vermieden. Der Einbaubereich soll frei von losen Bestandteilen und Verschmutzungen sein. In den Längspressfugen sind Verbundanker einzubauen. Bei großflächigem Einsatz eines Geotextils ist nach ZTV BEB StB 02 auf eine Verankerung wegen der aus der zusätzlichen Elastizität resultierenden Zwängungen zu verzichten. Üblich sind in den Längsfugen Verbundanker (Klebanker) mit einem Durchmesser von 20 mm und einer Länge von min. 65cm vorzusehen. Zur Gewährleistung eines zerstörungsfreien Ausbaus müssen die Platten durch zusätzliche Längs- und Trennschnitte zerteilt werden.

Man kann eine Verlängerung der Nutzungsdauer und Verbesserung des strukturellen Verhaltens der Fahrbahn, ohne die vorhandene Unterlage (gebundene Tragschicht) zu ersetzen und die Deckendicke zu verändern, durch eine Halbierung der Fugenabständen oder durch die Anwendung von Straßenbeton mit erhöhter Biegezugfestigkeit erzeugen. Die erste Methode hat den Nachteil, dass sie mit großen fertigungstechnischen Problemen verbunden ist und bei der Zweiten ist eine erhöhte Biegezugfestigkeit auf der Baustelle nicht immer erreichbar. Allerdings muss der Arbeitsprozess beim Ersatz der Fahrstreifen weder die angrenzenden Fahrstreifen, noch die Unterlage beeinträchtigen.

- **Streifenersatz mit Erhöhung der Deckendicke; Streifenersatz inkl. Austausch des ungebundenen Unterbaus- gültig für Deutschland**

Eine weitere Möglichkeit zur Ausführung der Maßnahme Streifenersatz zur Behebung einer Unterdimensionierung der Platten ist mit Erhöhung der vorhandenen Deckendicken verbunden. Es muss darauf geachtet werden, dass die unterschiedlichen Dicken der gebundenen Schichten benachbarter Platten einen negativen Einfluss ausüben könnten.

Bei streifenweiser Ersatz mit Erhöhung der vorhandenen Deckendicke (z.B. auf 30 cm) sollten die ungebundenen Schichten unter der verbleibenden Betondecke des benachbarten Fahr- bzw. Seitenstreifens im Randbereich gesichert werden, um unterläufige Materialausbrüche infolge Erschütterung oder Ausspülung zu vermeiden (Abbildung 35).

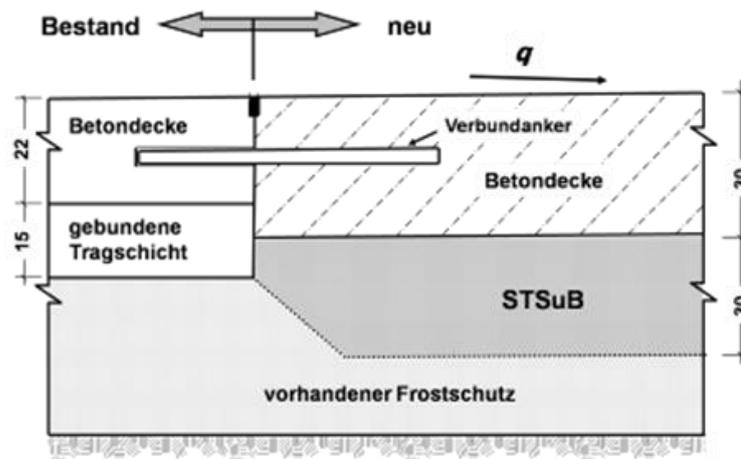


Abbildung 35: 30 cm Betondecke auf Schottertragschicht STSuB, Querschnitt ²⁸ (gültig für Deutschland)

Wenn es unter der verbleibenden Decke eine gebundene Tragschicht steht, muss der Abfluss des Oberflächenwassers, das in die Schicht eingedrungen ist, an der Pressfuge gewährleistet sein. Eine solche Leistung als Sicherungsmaßnahme ist durch den Einbau von Dränbeton und Verlegung eines Vliesstoffs erreichbar.

²⁸ ZTV BEB StB 2010, S. 62

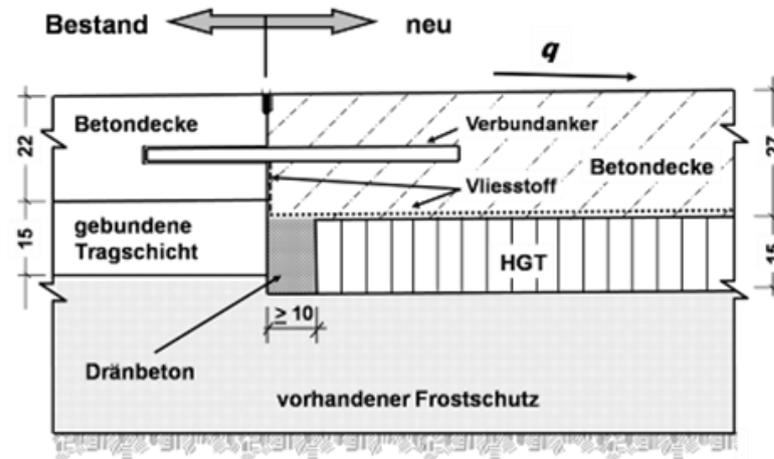


Abbildung 36: Betondecke auf gebundener Tragschicht, Querschnitt²⁸ (gültig für Deutschland)

Verkehrsfreigabe: Die Regelungen für die Verkehrsfreigabe bei neuen Betondeckenfeldern nach RVS 08.07.02 müssen eingehalten werden. Eine fertiggestellte Betonfahrbahndecke darf im Allgemeinen drei Tage nach der Herstellung für den öffentlichen Verkehr freigegeben werden, wobei Die Sperrzeit in Abhängigkeit von der Temperatur schwanken können (bei 12°C nach 4 Tagen, bei 5 °C nach 6 Tagen). Ist eine frühere Verkehrsfreigabe erforderlich, ist durch eine Erhärtungsprüfung nachzuweisen, dass mindestens 70 % der nach 28 Tagen geforderten Spaltzugfestigkeit erreicht worden ist.

Bauzeit & Bauabschnittslänge: Die Bauabschnittslängen betragen in Abhängigkeit von der Belastung des zu erhaltenden Straßenabschnitts von 500m bis 10km. Die Ausführung der Maßnahme könnte von 2 bis 4 Wochen dauern, wobei der Ansatz mit Veränderung der Deckendicke zeit- und arbeitsaufwendiger ist.

Kosten: Beim Streifenersatz unter Beibehaltung der vorhandenen Deckendicke ist mit Kosten von ca. 70-80 €/m² zu rechnen. Muss die Dicke der Platte verändert werden, steigen die mittleren Kosten für die Ausführung der Maßnahme auf 100-120 €/m².



Abbildung 37: Streifenersatz²⁹

²⁹ PIARC- Manual: Best Practice Guide for Maintenance of Concrete Roads, S.22

M02 – 3. Ersatz von Streifen und Fahrbahnen						Fotodokumentation
Pos. Nr./ LV-Pos.	Leistungsbeschreibung	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamt-betrag [€]	Arbeitsschritte im Detail
1	<p>Baustelle einrichten und räumen, Verkehrssicherung</p> <p>Geräte, Werkzeuge und sonstige erforderliche Mittel zur Durchführung der Bauleistung auf die Baustelle bringen und bereitstellen. Verkehr für die Dauer der beauftragten Arbeiten sperren.</p>		Stk			
020101A	Einrichten der Baustelle					
0209010	Besondere Verkehrsaufrechterhaltungsmaßnahmen					
020401	Räumen der Baustelle					
2	<p>Betonstreifen trennen</p> <p>Betondecke in voller Tiefe senkrecht und geradlinig einschl. Dübel und Anker und eventuell vorhandener Vliesstoff schneiden. - Besondere Leistung: wenn die gebundene Tragschicht mit erneuert werden soll, muss sie gleichfall mit durchtrennt werden.</p>		m			
030237	Beton X mit einer Dicke von X cm schneiden an horizontal oder schwach geneigten Flächen					
3	<p>Betondeckenstreifen zerkleinern</p> <p>Zerkleinerung schonend durchführen; Ausbau durch Schneiden und Herausnehmen oder durch Fräsen; wenn die Betondecke auf einer ungebundenen Tragschicht liegt auch durch Schneiden oder Fallschwert</p>		m ³			
030601	Betondecke unbewehrt abtragen und X . ladegerechtes Maß.					

030601E	Betondecke unbewehrt >20 cm abtragen und laden		m ³			
4	Besondere Leistung bei schadhafter Unterlage: Ausbessern der Unterlage, Entfernung löser Bestandteile auf der Unterlage und Abdeckung mit Vliesstoff		m			
5	Bohrlöcher seitlich in die bestehenden Betonplatten herstellen					
060211	<i>Herstellen von Bohrlöchern in StH/B, Beton oder Stein, beispielsweise zum Einbau von Steckseisen Die Leistung beinhaltet: - Das Reinigen der Bohrlöcher</i>					
060211B	Bohrlochdurchmesser: > 20 -30 mm		m			
6	Einsetzen von Dübel und Anker					
170515	<i>Dübel aus Stahl, ø X mm und X cm lang, liefern und verlegen für Querfugen als Raumpfugen Die Dübel sind in halber Höhe des Betonplatte und parallel zur Hauptbewegungsrichtung einzubauen</i>		Stk			
170519	<i>Anker aus Stahl, ø X mm und X cm lang, liefern und verlegen für Längsfugen als Pressfugen. Die Anker sind im Fugenbereich des Betonkörpers so einzubauen, dass ordnungsgemäßer Verbund sichergestellt wird.</i>		Stk			
7	Betondecke herstellen					
*Basiert weitgehend auf der LB - Verkehrsinfrastruktur						

Bauliche Instandsetzung von Betondecken

Hauptgruppe	Untergruppe Bezeichnung	Anwendung	Vorgehensweise und Wirkung	Einheit [-]	Verkehrsbelastung				
					Kfz <1.000	Kfz 1.000-5.000	Kfz 5.000-10.000	Kfz 10.000-20.000	Kfz > 20.000
Ersatz von Streifen und Fahrbahnen	Streifenersatz unter Beibehaltung der vorhandenen Deckendicke	 <p>Unterdimensionierte Abschnitte bzw. Streifen ersetzen, um eine fortschreitende Betondeckenschädigung zu vermeiden und eine bessere Deckenqualität zu erzeugen; auch wenn ein Platten- oder Plattenteilersatz zu keinen wahrnehmbaren Verbesserungen geführt hat.</p>	<p>Der streifenweise Ersatz erfolgt im Tiefeinbau, wobei die Höhenlage und Querneigung der vorhandenen Decke beigehalten werden.</p>	Kosten [€/m ²]	80	80	80	80	80
	Wirkdauer [a]			25	20	20	18	15	
	Annuität [€/m ² *a]			4.92	5.66	5.66	6.08	6.92	
	Bauzeit [d]			14	17	20	24	28	
	Abschnittslänge [m]			500 - 2.000	500 - 5.000	1.000 - 10.000	2.000 - 10.000	2.000 - 10.000	
	Streifenersatz inkl. Austausch des ungebundene Unterbaus	 <p>Unterdimensionierte Abschnitte mit mangelnder Untergrundtragfähigkeit bzw. Streifen & Fahrbahnen ersetzen, um eine fortschreitende Betondeckenschädigung zu vermeiden und eine bessere Deckenqualität zu erzeugen. Anwendung vor allem wenn ein Platten- oder Plattenteilersatz zu keinen wahrnehmbaren Verbesserungen geführt hat.</p>	<p>Der streifenweise Ersatz erfolgt nach dem Abbruch und Austausch des ungebundenen Unterbaus im Tiefeinbau, wobei die Höhenlage und Querneigung der vorhandenen Decke beigehalten werden.</p>	Kosten [€/m ²]	120	120	120	120	120
	Wirkdauer [a]			25	20	20	18	15	
	Annuität [€/m ² *a]			7.39	8.49	8.49	9.11	10.38	
	Bauzeit [d]			15	17	20	20	20	
	Abschnittslänge [m]			500 - 2.000	500 - 5.000	1.000-10.000	2.000-10.000	2.000-10.000	

*Basierend auf: RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen

3.2.4 Überbauung bestehender Decken

Eine Überbauung der bestehenden Betondecken sowohl mit einer neuen Asphalt-, oder Betondecke könnte als Instandsetzungsmaßnahme eingesetzt werden.

3.2.4.1. *Zertrümmerung/Rubblization bestehender Betondecke und Asphalt- bzw. Betonüberbau*

Problemstellung: Das Rubblization ist ein innovatives Verfahren, bei dem die alte geschädigte Betonplatte als Unterlage für eine neue Asphaltüberbauung dient. Es ist ein destruktiver Ansatz. Die Betonplatten werden in kleinen Bruchstücken abgebrochen. Die Struktur der Fahrbahn wird auf diese Weise zerstört und ihre Tragfähigkeit reduziert. Die Rubblization und Überbauung bietet sich als eine angemessene Lösung dann an, wenn die Untergrundtragfähigkeit der bestehenden Fahrbahndecke ausreichend ist, doch ist die Decke mit weit ausgedehnten Netzrisse bzw. Strukturschäden gesättigt.

Dieses Verfahren wurde in den U.S.A als eine kostengünstige Alternative des Ersatzes der Betondecken entwickelt. Es ist eine Maßnahme zur Bekämpfung der Reflexionsrissbildung in Betonfahrbahnen mit Asphaltüberbau. Bei den herkömmlichen Verfahren für die Überbauung mit Asphalt, ohne dass die Betondecke zerkleinert wird, wurde es oft zur Reflexionsrisenbildung gekommen und daher zu einer frühzeitigen Verschlechterung des Straßenzustandes. Reflexionsrisse erscheinen oberhalb den Fugenbereichen, weil der Asphalt zu schwach ist, um den Bewegungen der Betonplatten wegen der täglichen und jahreszeitlichen Temperaturschwankungen widerzustehen. Die Betondecke wird durch die Zerkleinerung in eine Tragschicht umgewandelt, ohne dass auf sie Anforderungen an die Dichtigkeit oder Kornzusammensetzung, wie bei den herkömmlichen Tragschichten, gestellt werden.

Baugrundsätze: Die bestehende Betondecke wird durch ein großformatiges Gerät, zum Beispiel eine Hochfrequenzhammer in kleinen Stücken aufgebrochen. Ihre Größe kann von Sandkörnchen bis zu 100- 200 mm breite Stücken variieren. Nach der Zerkleinerung der Betondecke wird ein gleichmäßiges Planum durch Gradern und Abwalzen hergestellt. Darüber wird eine Asphaltdecke mit der notwendigen Stärke eingebaut. Der Einbau erfolgt durch einen Fertiger und kann 1 bis 2- lagig sein.

Das Rubblization bestehender Betondecken und Betonüberbau ist eine nicht so verbreitete Maßnahme, aber sie wird eingesetzt, um die Vorteile der Betondecken auszunutzen. Es muss bei der Wahl dieser Maßnahme darauf geachtet werden, dass die zertrümmerte Betondecke ihre strukturelle Beschaffenheit verliert und einen dickeren Betonüberbau erfordert. Der Arbeitsvorgang ist wie beim Rubblization bestehender Betondecke und Asphaltüberbau, aber auf der zertrümmerten alten Betondecke wird eine neue, 1 bis 2 lagige Betondecke eingebaut.

Kosten, Bauabschnittslängen, Bauzeit und Wirkdauer:

Es gibt keine Erfahrungen über diese Instandsetzungsmaßnahme in Österreich. Die einzuschätzende mittlere **Bauzeit** für die Sanierung eines **Abschnittes** mit Asphaltüberbau von ca. 500 – 5.000 m liegt bei ungefähr 15 Tage. Für Betonüberbau mit Normalbeton ist es mit **Abschnitten** von 1.000 - 10.000 m in 30 Tagen zu rechnen.

Die sich aus Literaturrecherchen ergebenden **Kosten** für Rubblization und Asphaltüberbau liegen derzeit bei ca. 15- 25 €/m², für Rubblization und betonüberbau bei 36- 46 €/m². Die **Wirkdauer** beträgt bei technisch richtiger Anwendung 10- 15 Jahre für Asphaltüberbau und 20-30 Jahre für Betonüberbau.

M01 – 4. Rubblization und Asphaltüberbau						Fotodokumentation
Pos. Nr./ LV-Pos.	Leistungsbeschreibung	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtbetrag [€]	Arbeitsschritte im Detail
1	Rubblization bestehender Betondecke Abfräsen und Zerkleinerung der bestehenden Betondecke mit großformatigem Gerät (Hochfrequenzhämmer) Betonunterlage X cm dick abtragen und X. <i>Die Leistung beinhaltet auch:</i> - das Aufbrechen in geeigneter Weise - das Zerkleinern auf ein ladegerechtes Maß					
030715			m ³			
2	Ein gleichmäßiges Planum herstellen Gradern und Abwalzen der zertrümmerten Betonfläche Verdichten einer entspannten Betondecke mit Walzen oder Rüttelgeräten zur Erzielung einer satten Lagerung der Schollen					
030611			m ²			
030611A	Verdichten entspannte Betondecke					
3	1 bis 2-lagiger Einbau der Asphaltdecke durch einen Fertiger mit der notwendigen Stärke. <i>Asphaltbeton Typ x, Bitumen x, Korngrößenverteilung x, Gesteinskörnungsklasse x, im verdichteten Zustand x cm dick für Fahrbahn und Abstellstreifen herstellen.</i>					
160702			m ²			
160702A	AC11deck, 70/100, A1, G1, 3 cm, Fahrbahn/Abstell m ²					
160501	Asphaltmischgut liefern und auf die Unterlage profilgemäß aufbringen.					
160501	Mischgut verdichten					
**Basiert weitgehend auf der LB - Verkehrsinfrastruktur						

Bauliche Instandsetzung und Neubau von Betondecken

Hauptgruppe	Untergruppe Bezeichnung	Anwendung	Vorgehensweise und Wirkung	Einheit [-]	Verkehrsbelastung				
					Kfz <1.000	Kfz 1.000-5.000	Kfz 5.000-10.000	Kfz 10.000-20.000	Kfz > 20.000
Zerkleinerung/Rubblization und Überbauung	Zertrümmerung/Rubblization bestehender Betondecken und Asphaltüberbau 	Bei ausreichender Untergrundtragfähigkeit und ausgedehnten Netzrisse bzw. Strukturschäden ohne Höhenbeschränkung kann die bestehende Betondecke zerkleinert und mit einer neuen Asphaltdecke überbaut werden.	Abfräsen und Zerkleinerung der bestehenden Betondecke mit großformatigem Gerät (Hochfrequenzhämmer). Herstellen eines gleichmäßigen Planums durch Gradern und Abwalzen. Darüber 1 bis 2-lagiger Einbau der Asphaltdecke durch einen Fertiger mit der notwendigen Stärke.	Kosten [€/m ²]	15	18	20	23	25
				Wirkdauer [a]	12	11	10	9	8
				Annuität [€/m ² *a]	1.25	1.64	2.00	2.56	3.13
				Bauzeit [d]	10	12	15	15	15
				Abschnittslänge [m]	500 - 2.000	500 - 2.000	500 - 5.000	500 - 5.000	1.000 - 10.000

*Basierend auf: RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen

5.2.3.2 **Betonüberbau bestehender Betondecken**

Ein Betonüberbau führt zu einer Verbesserung sowohl des strukturellen Zustands, als auch der Oberflächenbeschaffenheit (Griffigkeit, Fahrkomfort, Sicherheit, Oberflächenmängel) der Fahrbahn. Es wird zwischen gebundener und ungebundener Betonüberbau unterschieden.

- Gebundener Betonüberbau- besteht aus einer dünnen Betonüberbauschicht (in den U.S.A. in den meisten Fällen 100 mm oder weniger) und trägt zur Erhöhung der Tragfähigkeit bei. Dank dem Verbund zwischen der bestehenden und der neuen Schicht, verhalten sie sich als eine dicke Betonschicht. Diese Maßnahme ist gut für Betondecken geeignet, die in einem guten strukturellen Zustand mit nur wenigen Schäden sind, die aber zu dünn sind um das erhöhte Verkehrsbelastung aufzunehmen. Gebundener Überbau erfordert ein paar Vorbereitungsmaßnahmen. Die bestehende Betondecke muss zuerst abgefräst und durch Stahlkugelstrahlen abgetragen und gereinigt werden. Ungefähr 3 mm von der Oberfläche wird auf diese Weise entfernt. Die aufgeraute Oberflächenstruktur ist sehr wichtig für den guten Verbund zwischen den beiden Schichten, der maßgebend für das Verhalten des neuen Straßenkörpers ist. Eine neue 50-100 mm Betonschicht wird direkt auf die so vorbereitete Oberfläche eingebaut. Die Fugen der neuen müssen genau über diesen der Alten Betonschicht ausgebildet werden.
- Ungebundener Betonüberbau über bestehende Betondecke ist in der Regel dicker 100-280 mm und wird dort eingesetzt, wo eine mäßige bis deutliche Verschlechterung des Straßenzustands beobachtet wird. Eine dünne Trennschicht aus Asphalt oder Geotextil wird zwischen dem bestehenden Betondecke und dem Überbau gesetzt um den Verbund zwischen den beiden Schichten Beton zu verhindern. Sie sind unabhängig voneinander und die alte Betondecke dient als Tragschicht für die neue. Auf diese Weise wird auch eine mögliche Reflexionsrissenbildung in dem Überbau vermieden. Da die neue Betondecke auf einer starken, korrosionsbeständigen Grundlage liegt, werden die Schäden, die durch hohe Verkehrslasten verursacht sind, wie mangelnde Tragfähigkeit, Eck- und Kantenschäden, Stufenbildung und Pumpen unter Verkehr minimiert. Zu einer maximalen Lastübertragungswirkung müssen die Fugen der neuen und der alten Betonschicht nicht übereinstimmen.

Gebundener Betonüberbau bestehender Asphaltdecken ist dem herkömmlichen „Whitetopping“ zuzuordnen.

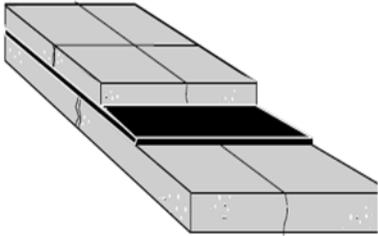
Es gibt keine Daten und Erfahrungen aus Österreich oder Deutschland bezüglich der Eckpunkte Kosten, Bauzeit und Bauabschnittslängen, da diese Sanierungsmaßnahme keine standardisierte Instandsetzungsmaßnahme in diesen Ländern ist.

Wirkdauer: Betonüberbau von Betondecken verlängert die Lebensdauer einer Straße um 15 bis 30 Jahren.

M02 - 5.Betonüberbau bestehender Betondecken- ungebundener Überbau						Fotodokumentation
Pos. Nr./ LV-Pos.	Leistungsbeschreibung	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamt-betrag [€]	Arbeitsschritte im Detail
1	Dünne Asphalt-schicht einbauen oder Geotextil setzen		m ²			
160501	Asphaltmischgut liefern und auf die Unterlage profilgemäß aufbringen.		m ²			
160501	Mischgut verdichten					
2	Betoneinbau					
130366	Beton, bewehrt oder unbewehrt, zur Ergänzung von Bauteilen... liefern und einbauen		m ²			
170410	Einschichtige Betondecke in einer Gesamtdicke von X cm maschinell herstellen		m ²			
170411	Einschichtige Betondecke in einer Gesamtdicke von X cm händisch herstellen		m ²			
3	Fugenherstellung		m			
170505	Scheinfugen durch Einschneiden von X mm breiten und X mm tiefen Fugenspalten herstellen. Die Fugen sind in den erhärteten Beton einzuschneiden		m			
170505A	Scheinfugen schneiden 2,5/50		m			
170505B	Scheinfugen schneiden 2,5/70		m			
**Basiert weitgehend auf der LB - Verkehrsinfrastruktur						

M02 - 5. Betonüberbau bestehender Betondecken- gebundener Überbau						Fotodokumentation
Pos. Nr./ LV-Pos.	Leistungsbeschreibung	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtbetrag [€]	Arbeitsschritte im Detail
1	Abfräsen und reinigen bestehender Betondecke					
030620	Abfräsen Betondecke X cm tief und X.		m ³			
030620B	Abfräsen Betondecke >2-3cm + laden		m ³			
030621A	Fräsgut Betondecke laden		m ³			
130201C	Beton horizontal Kugelstrahlverfahren. Scheuderstrahlen. Kugelstrahlverfahren, Schleuderstrahlen mit kugeligem Strahlmittel		m ²			
3	Betoneinbau					
130366	Beton, bewehrt oder unbewehrt, zur Ergänzung von Bauteilen... liefern und einbauen		m ²			
170410	Einschichtige Betondecke in einer Gesamtdicke von X cm maschinell herstellen		m ²			
170411	Einschichtige Betondecke in einer Gesamtdicke von X cm händisch herstellen		m ²			
4	Fugenherstellung		m			
170505	Scheinfugen durch Einschneiden von X mm breiten und X mm tiefen Fugenspalten herstellen. Die Fugen sind in den erhärteten Beton einzuschneiden		m			
170505A	Scheinfugen schneiden 2,5/50		m			
170505B	Scheinfugen schneiden 2,5/70		m			
*Basiert weitgehend auf der LB - Verkehrsinfrastruktur						

Bauliche Instandsetzung und Neubau von Betondecken

Hauptgruppe	Untergruppe Bezeichnung	Anwendung	Vorgehensweise und Wirkung	Einheit [-]	Verkehrsbelastung					
					Kfz < 1.000	Kfz 1.000-5.000	Kfz 5.000-10.000	Kfz 10.000-20.000	Kfz > 20.000	
Betonüberbau bestehender Betondecken	Betonüberbau bestehender Betondecken - gebundener Überbau 	Zur Erhöhung der Tragfähigkeit bestehender Betondecken mit niedrigerem Schädigungsgrad	Abfräsen und Reinigen der bestehenden Betondecke . Darüber 1 bis 2-lagiger Einbau der Betondecke durch einen Gleitschalungsfertiger mit einer Gesamtstärke von 10-25 cm Stärke und verdübelten Fugen mit Abständen von ca. 5,5 m (Querfuge). Die endgültige Waschbetonoberfläche wird durch Nachbehandlung, Bürsten, Fugenschneiden und Endreinigung erzielt.	Kosten [€/m²]	30	33	35	38	40	
				Wirkdauer [a]	25	22	20	17	15	
				Annuität [€/m²*a]	1.85	2.20	2.48	3.00	3.46	
				Bauzeit [d]	20	20	30	30	30	
				Abschnittslänge [m]	500 - 2.000	500 - 5.000	1.000 - 10.000	2.000 - 10.000	2.000 - 10.000	
		Betonüberbau bestehender Betondecken - ungebundener Überbau 	Bei mittlerem bis hohem Schädigungsgrad der bestehenden Betondecke; Zur Erhöhung der Tragfähigkeit bestehender Betondecken; Bei ausreichender Untergrundtragfähigkeit und ausgedehnten Netzrisse bzw. Strukturschäden ohne Höhenbeschränkung kann die bestehende Betondecke mit einer neuen Betondecke überbaut werden.	Zur Herstellung einer Trennschicht die bestehende Betondecke mit einer dünnen Aphaltschicht oder Geotextil überdecken. Darüber 1 bis 2-lagiger Einbau der Betondecke durch einen Gleitschalungsfertiger mit einer Gesamtstärke von 10-25 cm Stärke und verdübelten Fugen mit Abständen von ca. 5,5 m (Querfuge). Die endgültige Waschbetonoberfläche wird durch Nachbehandlung, Bürsten, Fugenschneiden und Endreinigung erzielt.	Kosten [€/m²]	40	41	45	48	50
				Wirkdauer [a]	25	23	20	17	15	
				Annuität [€/m²*a]	2.46	2.65	3.18	3.79	4.32	
				Bauzeit [d]	20	20	30	30	30	
				Abschnittslänge [m]	500 - 2.000	500 - 5.000	1.000 - 10.000	2.000 - 10.000	2.000 - 10.000	

*Basierend auf: RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen

5.2.3.3 Whitetopping

Problemstellung: Ein bekanntes Problem für die Asphaltbeläge, besonders in den heißen Jahreszeiten, ist die Spurrinnenbildung. Hauptverursacher dieser Schadensart ist der Verkehr und insbesondere der Schwerverkehr. Am meistens werden dabei die Flächen beeinträchtigt, die für einen Zuwachs der Verkehrsflüssen und Achslasten nicht geeignet sind und wo die Fahrzeuge zum Stillstand gebracht werden, wo sich Staus bilden. Solche sind Kreuzungen, Stand- und Parkflächen, aber auch Flugbetriebsflächen und Autobahnen, wo es mit großen Verkehrslasten und Fahren genau in der Spur zu rechnen ist. Die Whitetoppingbauweise ist ein innovatives Verfahren, das erst in den USA entwickelt wurde vor allem um deformierte Asphaltbauweisen wiederherzustellen. Voraussetzung dazu ist, dass die Asphaltbefestigung nicht stark strukturell geschädigt ist und eine ausreichende Tragfähigkeit aufweist. Der beschädigte Asphaltbelag wird abgefräst und darauf eine Betonbeschichtung aufgebracht. Auf diese Weise wird eine Verbundwirkung erzeugt, die gleichfalls Vorzüge beider Bauweisen aufweist.

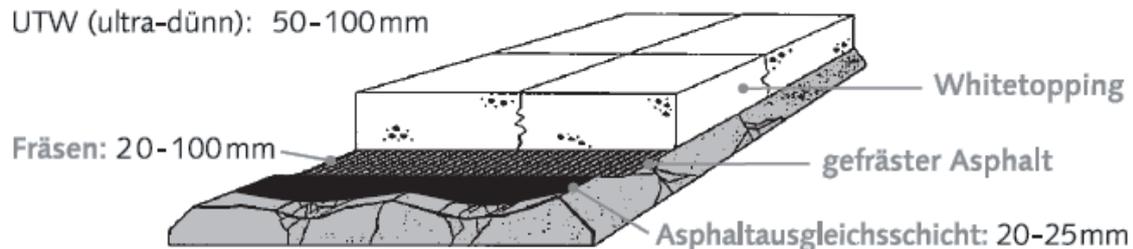
Baugrundsätze: Wichtige Punkte, auf die es geachtet werden muss um optimale Ergebnisse zu kriegen, sind Qualität des Untergrundes, maschinelle Fertigung und optimierte Ausführung der Fugen. In Abhängigkeit von dem Betonbelagsdicken unterscheidet man zwischen TCW und UTW Typen von Whitetopping- Einbauverfahren:

- TCW steht für „Thin Composit Whitetopping“. Es handelt sich um Einbaudicken zwischen 100 bis 200mm vor allem für Verkehrsflächen mit hoher Beanspruchung.
- UTW- Das „Ultra Thin Whitetopping“ mit Einbaudicken 50 bis 100mm wird in Innenstädten auf Straßen mit geringen Verkehrsbelastungen vorgezogen.

Whitetopping

TWT (dünn): 100-200mm

UTW (ultra-dünn): 50-100mm



Stark deformierte Asphaltbefestigung
(Spurrinnen, Verdrückungen, Waschbretter)

Abbildung 38: Konstruktionsschema „Whitetopping“ [Heidelbergcement]

Zuerst muss man nachweisen, dass der zu behandelnde Straßenabschnitt für einen „Whitetopping“- Eingriff geeignet ist. Das könnte durch Methoden der Zustandserfassung, wie Querebenenheits- und Tragfähigkeitsmessungen, Entnahme von Bohrkernen oder visuelle Zustandsaufnahmen überprüft werden. Eine ausreichende Tragfähigkeit und Abwesenheit von strukturellen Schäden ist dabei erforderlich. Ausbrüche und Fehlstellen werden mit Asphalt gefüllt. Die Asphaltdecke ist auf die erforderliche Tiefe, die je nach Asphaltstärke von 20 bis 100 mm schwanken könnte, abzufräsen. Auf diese Weise sind auch Unebenheiten zu beseitigen. Geeignet dazu könnten auch Kugel- oder Hochdruckwasserstrahlen sein, die die Oberfläche aufräuen und sie für den Verbund vorbereiten. Ein guter Verbund kann auch durch Herstellung einer Haftbrücke, z.B. von Bitumenemulsion oder Zementmilch sichergestellt werden. Es muss darauf geachtet werden, dass die minimale erforderliche Restas-

phaltdicke von mindestens 80mm nicht überschreitet wird. Gibt es Stellen in der Unterlage, die eine unzureichende Tragfähigkeit aufweisen, sind diese zu ersetzen, während kleine Reparaturstellen zu verdichten sind. Die gefräste Asphaltoberfläche muss vor dem Beton aufbringen gut gereinigt, (auch nassgereinigt) und getrocknet sein. Die Oberfläche muss jedoch nicht zu heiß sein. Die könnte zum Beispiel im Sommer vor einer direkten Sonnenstrahlung geschützt werden oder in Notwendigkeit mit Wasser abgekühlt und unbedingt wieder getrocknet für das Aufbringen des Betons werden, damit sie eine Temperatur von 45° nicht überschreitet. Aufgrund der spezifischen Anforderungen des Betons für den Einbau, ist diese Erhaltungsmaßnahme bei bestimmten Witterungsbedingungen durchzuführen- Lufttemperatur zwischen 5° und 25° C, niedrige Windgeschwindigkeit bei relativ hoher Luftfeuchtigkeit, Niederschlagsfreiheit. Dazu muss der Frischbeton auch entsprechend der Normen mit einer Temperatur zwischen 2° und 30° C und gleichmäßiger Konsistenz gehalten werden. Der Betoneinbau wird von den üblichen für den Betonbelagsbau geltenden Normen und Empfehlungen geregelt. Der Betoneinbau kann sowohl maschinell (Gleitschalungsfertiger, Straßenfertiger etc.), als auch händisch, einschichtig oder zweischichtig erfolgen. Welches Verfahren gewählt wird, hängt von der einzubauende Fläche ab- Größe, Lage usw. Wie bei den herkömmlichen Betonbauweisen sind Fugen zu schneiden. Nach Erfahrungen sind diese in kleineren, jedoch auf die Betondicke abgestimmte Abstände auszubilden. Es kommen Schein,- Press- und Raumbfugen vor, die quer und längs der Fahrtrichtung und rechtwinklig zueinander ausgebildet werden. Die maximalen Abstände betragen im Regelfall für UTW-Schichten 15 Mal die Plattendicke und die Plattenlänge muss kleiner als 1,5 Mal der Plattenbreite sein. Die Fugen werden weder verdübelt, noch verankert. Zur Abdichtung werden die Fugen mit heiß oder kalt verarbeitbaren Vergussmassen gefüllt, wobei für die UTW-Schichten die Möglichkeit besteht, diese unverfüllt zu lassen. Die Betonoberfläche ist nach den jeweiligen Randbedingungen entsprechend in Art und Weise wie bei der Herstellung konventioneller Betonfahrbahnen nachzubehandeln, damit sie den gestellten Anforderungen wie ausreichende Griffigkeit, gutes Lärmverhalten usw. entspricht. Der Verkehr ist erst dann freizugeben, wenn der Beton eine Mindestdruckfestigkeit von 26 N/mm² nachgewiesen hat.

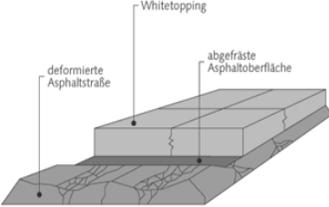
Verkehrsfreigabe: Vor der Verkehrsfreigabe muss der Beton eine Druckfestigkeit $f_{c,cube} \geq 26$ N/mm² aufweisen.

Bauzeit & Bauabschnittslänge: Eine 10 km lange Strecke mit Verkehrsbelastung bis zu 10.000 Kfz könnte in 15 Tage überbaut werden.

Kosten und Wirkdauer: Eine solche Strecke kostet 35 €/m² und es ist eine Wirkdauer von 30 Jahren zu erwarten.

M02 -6. Whitetopping bzw. Überbauung						Fotodokumentation
Pos. Nr./ LV-Pos.	Leistungsbeschreibung	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtbetrag [€]	Arbeitsschritte im Detail
1	Vorbereitung der Unterlage Vertiefungen, Löcher und Ausbrüche mit Asphalt verschließen, schadhafter Oberbau, ggf. Unterbau austauschen, Asphaltoberfläche einfräsen		m ³			  
030521	Bituminöses Feinfräsgut aus Decken auf Fahrbahnen und Abstellstreifen x.					
030521A	Bit. Feinfräsgut Fahrbahn laden					
3	Reinigen der Oberfläche		m ²			
160101	<i>Reinigen der Oberfläche</i>					
030521B	Bit. Feinfräsgut Fahrbahn Verfuhr Baustelle m ³		m ³			
030521B	Bit. Feinfräsgut Fahrbahn wegschaffen m ³		m ³			
4	Anfeuchtung Asphaltoberfläche vor Betoneinbau		m ²			
5	Betoneinbau- maschinell oder manuell, ein-oder zweischichtig <i>Betoneinbau und Nachbehandlung- siehe Neubau Betonfahrbahnen</i>		m ²			
*Basiert weitgehend auf der LB - Verkehrsinfrastruktur						

Bauliche Instandsetzung und Neubau von Betondecken

Hauptgruppe	Untergruppe Bezeichnung	Anwendung	Vorgehensweise und Wirkung	Einheit [-]	Verkehrsbelastung				
					Kfz <1.000	Kfz 1.000-5.000	Kfz 5.000-10.000	Kfz 10.000-20.000	Kfz > 20.000
Whitetopping	Whitetopping bzw. Überbauung	Überbauung bestehender Asphalt- oder Betondecken bei ausreichender Untergrundtragfähigkeit	<p>Der schadhafte Asphaltbelag wird auf die erforderliche Tiefe abgefräst und gereinigt. Fehlstellen und Ausbrüche werden mit Asphalt geschlossen. Zweckmäßig ist eine noch verbleibende Asphaltenschicht von mindestens 80 mm. Mit dem Abfräsen des Asphaltes wird zugleich die erwünschte Rauigkeit der Oberfläche erreicht. Die gefräste Oberfläche wird gründlich (nass-) gereinigt. Der Beton kann maschinell oder manuell mit den folgenden Bauverfahren ein- oder zweischichtig eingebaut werden. Das Einbauverfahren ist immer auf die Größe, Geometrie und Lage der Einbaufläche abzustimmen.</p>	Kosten [€/m²]	30	33	35	38	40
				Wirkdauer [a]	35	33	30	28	25
	Annuität [€/m²*a]	1.55		1.75	1.95	2.19	2.46		
	Bauzeit [d]	10		12	15	15	15		
	Abschnittslänge [m]	500 - 2.000		500 - 5.000	1.000 - 10.000	2.000 - 10.000	2.000 - 10.000		
	*Basierend auf: RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen								

3.2.5 Oberflächenbehandlung mit Reaktionsharzmörtel

Problemstellung: Fahrbahnoberflächen werden mit Reaktionsharzmörtel behandelt um großflächige Verbesserung der Griffigkeit und dem Lärmverhalten der Fahrbahn zu erreichen. Dadurch wird auch ein mögliches Aquaplaning vermieden und die Verschleißfestigkeit und Nutzungsdauer erhöht. Diese Maßnahme wird zur großflächigen Substanzerhaltung bei Oberflächenentmörtelungen oder Kornausbrüchen, zur Beseitigung von mechanischen Schäden durch Unfälle, Brand etc. eingesetzt.

Baugrundsätze: Die Maßnahme ist in trockeneren und wärmeren Jahreszeiten durchzuführen. Zuerst sind alle Schäden der Fahrbahn, die durch die Maßnahme Oberflächenbeschichtung durch Reaktionsharzmörtel nicht behandelt werden können, zu beseitigen. Als Vorbereitung der Betonoberfläche zum Arbeitsprozess, muss sie entsprechend durch Hochdruckwasserstrahlen oder Stahlkugelstrahlen von Verschmutzungen und Fahrbahnmarkierungen gereinigt werden. Damit diese Unterlage für die nachfolgende Beschichtung gut geeignet ist, muss sie eine niedrige Betonfeuchte nachweisen. In einem nächsten Schritt wird eine Grundierung gleichmäßig aufgetragen. Erst dann ist die Reaktionsharzmörtel maschinell aufzubringen und mit Mineralstoffen abzustreuen. Anschließend muss man nach der Erhärtung der Mörtel das Überschussmaterial abkehren und Fugen wiederherstellen.

Verkehrsfreigabe: Sobald die Reaktionsharzmörtel eine ausreichende Durchhärtung aufweist, darf der Verkehr freigegeben werden.

Bauzeit & Bauabschnittslänge: Tagesleistungen sind mit bestimmten Mörteln bis zu 20.000 m² erreichbar [“Whisper-Grip“]. Im Regelfall ist es mit 5.000 m² pro Tag zu rechnen. Im Allgemeinen wird in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung in Bauabschnittslängen von 500 bis 1.000 m² gearbeitet in 1-2 Tagen.

Kosten und Wirkdauer: Die erwartete Wirkdauer dieser Maßnahme beträgt je nach Verkehrsbelastung zwischen 10 bis 18 Jahre. Die Kosten betragen 10-20 €/m².



Abbildung 39: Reparatur von Betonfahrbahnplatten mit sofortiger Verkehrsfreigabe¹⁹

M02 -7. Oberflächenbehandlung mit Reaktionsharzmörtel						Fotodokumentation
Pos. Nr./ LV-Pos.	Leistungsbeschreibung	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamt-betrag [€]	Arbeitsschritte im Detail
1	Vorbereitung der Oberfläche Fugen, Risse und Kantenschäden behandeln, eventuell Heben bzw. Festlegen von Platten (siehe vorige LBs); Entfernen der Fahrbahnmarkierungen					
230705	<i>Entfernen von bestehenden Bodenmarkierungen Vorhandene Farb- und Plastikmarkierungen jeglicher Art, Schichtdicke x mm, sind mittels Methode X so zu beseitigen, dass ihre Funktion außer Kraft gesetzt sind und keine tiefgreifende Zerstörung der Fahrbahnoberfläche entsteht.</i>		m ²			
230705B	<i>Entfernen Bodenmarkierungen <=2,0 mm, Kugelstrahl</i>					
130201**	Altbetonflächen, horizontal oder schwach geneigt, behandeln <i>Beton horizontal Kugelstrahlverf. Schlstr.</i>		m ²			
130201C	<i>Kugelstrahlverfahren, Schleuderstrahlen mit kugeligem Strahlmittel</i>		m ²			
070205A	Beschichtung starr Reaktionsharz		m ²			
	** besondere Leistung					
*Basiert weitgehend auf der LB - Verkehrsinfrastruktur						

Bauliche Instandsetzung von Betondecken

Hauptgruppe	Untergruppe Bezeichnung	Anwendung	Vorgehensweise und Wirkung	Einheit [-]	Verkehrsbelastung				
					Kfz <1.000	Kfz 1.000-5.000	Kfz 5.000-10.000	Kfz 10.000-20.000	Kfz > 20.000
Oberflächenbeschichtung	Oberflächenbehandlung mit Reaktionsharz (OB-RH)	Zur großflächigen Verbesserung der Oberflächeneigenschaften wie Griffigkeit und Lärmverhalten. Vermeiden von Aquaplaning und Erhöhung der Verschleißfestigkeit.	Die Betondeckenoberfläche wird durch HDW oder Kugelstrahlen entsprechend gereinigt und vorbereitet. Nach entsprechender Prüfung von Haftzug und Betonfeuchte wird Reaktionsharz aufgebracht, mit Mineralstoffen abgestreut und anschließend nach der Aushärtung das Überschussmaterial abgekehrt.	Kosten [€/m ²]	15	20	25	25	25
				Wirkdauer [a]	18	17	15	13	11
	Annuität [€/m ² *a]			1.14	1.58	2.16	2.41	2.74	
	Bauzeit [d]			1	2	3	7	9	
	Abschnittslänge [m]			300 - 1.000	300 - 1.000	500 - 1000	1.000 - 5.000	2.000 - 10.000	
*Basierend auf: RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen									

3.3 Erneuerung/ Neubau von Streifen und Fahrbahnen

3.3.1 Erneuerungsverfahren

Neben den Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen spricht man auch von Erneuerung der Betondecken. Erneuerungsmaßnahmen werden in größten Zeitschritten und Ausmaß- auf die ganze Fahrbahnbreite getroffen. Dabei wird eine vollständige Wiederherstellung des Gebrauchs- und Substanzwertes der Betondecke erzielt. Das erfolgt durch Aufbringen einer neuen Fahrbahndecke aus Beton auf der vorhandenen solche oder durch Ersatz von Einzelschichten beziehungsweise der gesamten Betonbefestigung. Dementsprechend wird die Erneuerung nach ZTV BEB-StB 02 weiter in 3 Unterbegriffen unterteilt:

- Erneuerung im Hocheinbau
- Erneuerung im Tiefeinbau
- Erneuerung in Kombination von Hoch- und Tiefeinbau

Die Tabelle 6 zeigt eine Zuordnung der Auswahlkriterien zu geeigneten Erneuerungsverfahren nach ZTV BEB-StB 02.

Tabelle 7: Auswahlkriterien Erneuerungsverfahren

Auswahlkriterium	Erneuerungsverfahren nach Abschnitt		
	Hoch-einbau	Tief-einbau	Kombination beider
<i>Streckenabschnitt ohne Höhenbindung</i>	+	+	+
<i>Streckenabschnitt mit Höhenbindung</i>	-	+	0
<i>erneuerungsbedürftiger Unterbau bzw. Untergrund</i>	-	+	-
<i>erneuerungsbedürftige Tragschicht</i>	-	+	0
<i>erhaltenswerte Tragschicht</i>	0	-	+
<i>kontaminierte, ungeschädigte Tragschicht</i>	+	-	0

Aufgrund wirtschaftlicher Einschätzung werden die Zeichen folgenderweise erläutert:

+ geeignet

Nicht geeignet

0 bedingt geeignet

Problemstellung: Eine Erneuerung kommt als sinnvolle Maßnahme dann vor, wenn es festgestellt wird, dass die Schadenserscheinungen und die Ursachen dazu durch die herkömmlichen Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen nicht erfolgreich behandelt werden können. Sie bietet sich besonders dann ein, wenn die Ursache für verschieden Mängelarten eine unzureichende Tragfähigkeit der Befestigung ist.

Mit der Planung einer Erneuerungsmaßnahme sollte es stets eine Überprüfung der Linienführung im Lage- und Höhenplan sowie des Querschnitts einhergehen. Die Wahl der Erneuerungsmaßnahme ist von technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten abhängig. Wichtige Entscheidungskriterien sind mit der Wiederverwendung von Baustoffen und den örtlichen Gegebenheiten verbunden, z.B. Verkehrsführung während der Bauzeit, Dauer der Bauarbeiten, Länge der Erneuerungsabschnitte, Anzahl von Über- und Unterführungsbauwerken, Einmündung und Kreuzungen.²²

Baugrundsätze Erneuerungsverfahren:

- ***Erneuerung im Hocheinbau***

Bei diesem Verfahren entfernt man die vorhandene schadhafte Befestigung nicht, sondern sie bleibt erhalten um als Unterlage der einzubauenden neuen Betondecke zu dienen, daher ist diese Maßnahme zu der „Zertrümmerung bestehender Betondecke und Betonüberbau“-Maßnahme (P. 3.2.4.) relevant. Zuerst ist die alte Betondecke zu entspannen. Das erfolgt auf solcher Art und Weise, dass es eine gleichmäßige Rissbildung und Plattenteile mit einer Kantenlänge bis zu 50 cm entstehen. Die so bearbeitete alte Betondecke wird in die Zukunft die Rolle einer Tragschicht spielen, daher muss sie eine ausreichende Tragfähigkeit, Entwässerungsmöglichkeit und Brauchbarkeit beweisen. Dazu wird sie mit einer Ausgleichsschicht, entweder aus frostbeständigem Beton oder Asphalt bedeckt zum Zweck Erhaltung einer profilgerechten Lage und Ebenheit der Unterlage. Die Ausgleichsschicht muss entsprechend dimensioniert werden. Sie muss auch gemäß der Fugeneinstellung sowohl der alten als auch der einzubauenden Betondecke gekerbt werden zum Zweck Einschränkung einer Reflexionsrissenbildung in der neuen Decke.

- ***Erneuerung im Tiefeinbau***

Dieses Verfahren bietet sich dann an, wenn die alte Betondecke infolge verschiedenen Struktur- oder Gefügeschäden, Unterdimensionierung, Schäden infolge Frost-/Tausalzwirkung oder Gefügeschäden infolge Alkalizuschlagreaktionen, z.B. völlig ausgebaut werden muss und an ihrer Stelle eine neue Betondecke eingebaut werden muss. Es ist ratsam die alte Betondecke abzubauen, aufzubereiten und wieder als RC- Zuschlag > 2 mm zu verwenden. Die weitere Betrachtung des Arbeitsprozesses wird im Punkt „Neubau von Betondecken“ gegeben.

- ***Erneuerung in Kombination von Hoch- und Tiefeinbau***

Dieses Verfahren setzt sich sehr gut dann ein, wenn die vorhandene Tragschicht erhaltenswert ist, oder kontaminiert doch ungeschädigt. Das Prinzip besteht in einer Erneuerung in Hocheinbau, wobei aber die vorhandene alte Decke zum Teil ausgebaut und ersetzt wird.

3.3.2 Neubau von Streifen und Fahrbahnen

Baugrundsätze: Die Standardbauweise ist die unbewehrte, raumfugenlose Betondecke. Betondecken werden neu entweder mit oder ohne Fertiger (manuell, händisch) errichtet. Betonstraßen werden aufgrund ihrer hohen Leistungsfähigkeit vorwiegend für hochbelastete Strecken (Autobahn oder Schnellstraße) eingesetzt und bei größeren Abschnitten mit dem Fertiger eingebaut. An hochbelasteten innerstädtischen Bereichen z.B. bei Haltebereichen von Autobussen, Kreuzungsbereichen oder Kreisverkehren werden sie üblicherweise ohne Ferti-

ger eingebaut. Es wird weiter zwischen einschichtige und zweischichtige Bauweise unterschieden. Bei der einschichtigen weist die gesamte Dicke eine einheitliche Zusammensetzung, doch kann sie ein- oder zweilagig gebaut werden, während bei der zweischichtigen Bauweise man von Unterbeton und Oberbeton spricht, die eine unterschiedliche Zusammensetzung aufweisen. Wenn es zweischichtig, bzw. einschichtig zweilagig gebaut wird, sind zwei hintereinander laufende Fertiger einzusetzen. Es wird so zu sagen „frisch auf frisch“ aufgebaut und der Oberbeton wird verdichtet, bevor der Unterbeton abtrocknet.

Erster Schritt bei dem Neubau Betonfahrbahndecken ist das Vorbereiten des Planums, bzw. der Unterlage der Betondecke. Im Prinzip wird in Österreich ausschließlich bituminöse Unterlage genutzt. Ungebundene Tragschichten kommen nur bei ländlichen und schwach belasteten Straßen vor. Eine 2-lagige je 20 bis 25 cm dicke zementstabilisierte oder ungebundene Tragschicht wird eingebaut, darüber eine mindestens 5 cm dicke bituminösen Tragschicht. In Abhängigkeit von der Einbauweise werden entweder Schalungsschienen eingerichtet, oder der Führungsdraht wird beim Einbau mit Gleitschalungsfertiger gespannt. Empfehlenswert ist der Einbau auf der ganzen Deckenbreite, d. h. Fahrstreifen zusammen mit befestigten Randstreifen.

- **Neubau mit Fertiger**

Im noch frischen Unterbeton werden die Dübel und Anker im Fugenbereich eingesetzt, ohne dass der Fertiger zum Stillstand gebracht wird. Die Querfugenabstände betragen dabei eine Länge von ca. 5,5 m. Die endgültige Waschbetonoberfläche wird durch Nachbehandlung, Bürsten, Fugenschneiden und Endreinigung erzielt.

- **Neubau manuell**

Die manuelle Herstellung von Betonfahrbahnen bietet sich für kleinere Straßenabschnitte an. Für kurze Strecken erfordert sie geringere Herstellungskosten als das maschinelle Verfahren auf.

Erste Anforderung für weitere Arbeitsvorgänge ist das gut vorbereitete Arbeitsplanum. Dann ist die Schalung einzubauen und die Dübel mit entsprechenden Abstandhaltern in die Fahrbahn einzubauen. Der Beton ist mit einem Bagger in die Schalung einzubringen und weiter zu verdichten. Es muss eine gleichmäßige Oberfläche erzielt werden. Diese ist auch entsprechend feucht zu halten, da sonst beim schnellen Austrocknen eine Schwindrissbildung entsteht. Die Oberfläche ist auch entsprechend zu behandeln, damit es eine ausreichende Griffigkeit erreicht wird, z.B. abziehen mit einem Besen. Im schon erhärteten Beton sind anschließend die Fugen zu schneiden. Zum Schluss wird die Schalung entfernt und die Anschlussbereiche gereinigt.

M02 -Neubau Betondecken- mit Fertiger						Fotodokumentation
Pos. Nr./ LV-Pos.	Leistungsbeschreibung	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtbetrag [€]	Arbeitsschritte im Detail
1	Vorbereiten des Planums und der Unterlage der Betondecke- bituminöse Unterlage					  
170201	Mit Zement stabilisierte Tragschichte Typ X, im verdichteten Zustand X cm dick im Baumischverfahren herstellen...		m ²			
170201B	Zementstab. Tragsch. ST-Z, 20cm BMV		m ²			
(170202)	Mit Zement stabilisierte Tragschichte Typ X, im verdichteten Zustand X cm dick im Zentralmischverfahren herstellen....		m ²			
2	Betondeckenherstellung					
170401	Zweischichtige Betondecke aus X cm Unterbeton mit Material aus Altbeton und X cm Oberbeton maschinell herstellen.					
(170410)	Einschichtige Betondecke in Gesamtdicke maschinell herstellen					
3	Setzen der Dübel und Anker im Unterbeton (im Fertiger geladen und automatisch in Beton eingedrückt)		Stk.			
4	Nachverdichten und Glätten		m ²			

5	Aubringen von Emulsion		m ²		
6	Nachbehandlung und Säuberung mittels "Besenstrich"		m ²		
7	Besondere Leistung: Nachbehandlung: Aufsprühen von nachbehandlungsmittel, evtl. Folie		m ²		
8	Fugenherstellung				
170505	Scheinfugen durch Einschneiden von X mm breiten und X mm tiefen Fugenspalten herstellen. Die Fugen sind in den erhärteten Beton einzuschneiden		m		
170505A	<i>Scheinfugen schneiden 2,5/50</i>		m		
170505B	<i>Scheinfugen schneiden 2,5/70</i>		m		
*Basiert weitgehend auf der LB - Verkehrsinfrastruktur					



M01 -Neubau Betondecken- manuell						Fotodokumentation
Pos. Nr./ LV-Pos.	Leistungsbeschreibung	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtbetrag [€]	Arbeitsschritte im Detail
1	Vorbereiten des Planums und der Unterlage der Betondecke					
2	Schalung herstellen					
3	Dübel liefern, in Abstandhaltern in die Fahrbahn hineinstellen		Psch.			
170405	<i>Zweischichtige Betondecke aus X cm Unterbeton mit Material aus Altbeton und X cm Oberbeton händisch herstellen.</i>		m ²			
(170411)	<i>Einschichtige Betondecke in Gesamtdicke händisch herstellen</i>		m ²			
3	Setzen der Dübel und Anker im Unterbeton (im Fertiger geladen und automatisch in Beton eingedrückt)		Stk.			
4	Nachverdichten und Glätten		m ²			
5	Aubringen von Emulsion		m ²			
6	Nachbehandlung und Säuberung mittels "Besenstrich"		m ²			

7	Nachbehandlung: Aufsprühen von nachbehandlungsmittel, evtl. Folie		m ²		
8	Fugenherstellung Scheinfugen durch Einschneiden von X mm breiten und X mm tiefen Fugenspalten herstellen. Die Fugen sind in den erhärteten Beton einzuschneiden		m		
170505			m		
170505A	<i>Scheinfugen schneiden 2,5/50</i>		m		
170505B	<i>Scheinfugen schneiden 2,5/70</i>		m		
9	Schalung entfernen				
*Basiert weitgehend auf der LB - Verkehrsinfrastruktur					

Bauliche Instandsetzung und Neubau von Betondecken

Hauptgruppe	Untergruppe Bezeichnung	Anwendung	Vorgehensweise und Wirkung	Einheit [-]	Verkehrsbelastung				
					Kfz <1.000	Kfz 1.000-5.000	Kfz 5.000-10.000	Kfz 10.000-20.000	Kfz > 20.000
Neubau von Streifen und Fahrbahnen	Neubau von Betondecken mit dem Fertiger	 <p>Rund 40 % der hoch belasteten Bundesstraßen (A+B) in Österreich sind heute in Beton ausgeführt. Die Standardbauweise ist die unbewehrte, raumfugenlose Betondecke. Betonstraßen werden aufgrund ihrer hohen Leistungsfähigkeit vorwiegend für hochbelastete Strecken (Autobahn oder Schnellstraße) eingesetzt und bei größeren Abschnitten mit dem Fertiger eingebaut.</p>	<p>Einbau einer 2-lagigen je 20 bis 25 cm dicken zementstabilisierten oder ungebundene Tragschicht, darüber Einbau einer mindestens 5 cm dicken bituminösen Tragschicht. Darüber 2-lagiger Einbau der Betondecke durch einen Gleitschalungsfertiger mit einer Gesamtstärke von 20-25 cm Stärke und verdübelten Fugen mit Abständen von ca. 5,5 m (Querfuge). Die endgültige Waschbetonoberfläche wird durch Nachbehandlung, Bürsten, Fugenschneiden und Endreinigung erzielt.</p>	Kosten [€/m ²]	50	50	55	58	60
	Wirkdauer [a]			40	37	35	33	30	
	Annuität [€/m ² *a]			2.43	2.51	2.83	3.07	3.34	
	Bauzeit [d]			10	12	15	15	15	
	Abschnittslänge [m]			500 - 2.000	500 - 5.000	1.000 - 10.000	2.000 - 10.000	2.000 - 10.000	
	Händischer Neubau von Betondecken ohne Fertiger	 <p>Betonstraßen an hochbelasteten innerstädtischen Bereichen z.B. bei Haltebereichen von Autobussen, Kreuzungsbereichen oder Kreisverkehren werden üblicherweise ohne Fertiger eingebaut</p>	<p>Einbau einer 2-lagigen je 20 bis 25 cm dicken zementstabilisierten oder ungebundene Tragschicht, darüber Einbau einer mindestens 5 cm dicken bituminösen Tragschicht. Die Betondecke wird meist einlagig in die Schalung eingebracht, wobei die Verdübelung durch Bewehrungskörbe lagemäßig versichert sind. Die Verdichtung erfolgt durch einen Schalungsrüttler. Die endgültige Waschbetonoberfläche wird durch Nachbehandlung, Bürsten, Fugenschneiden und Endreinigung erzielt.</p>	Kosten [€/m ²]	70	75	80	82	85
	Wirkdauer [a]			40	37	35	33	30	
	Annuität [€/m ² *a]			3.40	3.77	4.12	4.34	4.73	
	Bauzeit [d]			20	20	30	30	30	
	Abschnittslänge [m]			0 - 1.000	0 - 1.000	0 - 2.000	0 - 2.000	0 - 2.000	

*Basierend auf: Skriptum Erhaltungsmanagement HOFFMANN (2010); RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen

4. MASSNAHMENANWENDUNGS-UND ERHALTUNGSSTRATEGIEN

Unter **Erhaltungsstrategie** wird eine Abfolge von einer oder mehreren Erhaltungsmaßnahmen, bzw. Einzelereignissen während der Analyseperiode verstanden, wobei auch die „Nullstrategie“ (Nichts- Tun- Strategie) zur Anwendung gelangen kann. Die Einzelmaßnahmen können dabei zu unterschiedlichen Zeitpunkten, aber auch zum gleichen Zeitpunkt auftreten. Erhaltungsstrategien können dabei aus einer Vielzahl von unterschiedlichen Einzelereignissen bestehen, die entweder gleichzeitig und/ oder zu unterschiedlichen Zeitpunkten durchgeführt werden, unabhängig um welche Art der Maßnahme es sich handelt.³⁰

4.1 Anwendung nach Schadensbild, Aufstellen einer Erhaltungsstrategie

In der vorliegenden Diplomarbeit ist schon eine Palette von baulichen Erhaltungsmaßnahmen angeboten. Weiters ist es festzustellen welche dieser Maßnahmen, bzw. eine Kombination von denen, nach welchem Schadensbild anzuwenden ist. Die Wahl der angemessenen Behandlung für das jeweilige Erhaltungsprojekt erfordert einen systematischen Ansatz, bei dem auch eine Reihe von Randbedingungen berücksichtigt werden muss. Die Aufstellung einer Erhaltungsstrategie besteht nämlich darin, eine oder die Abfolge mehreren Erhaltungsmaßnahmen und deren Wirkungen nach Schadensbildern, unter den bestimmten Randbedingungen und mit Hinblick auf die jeweiligen Zielsetzungen in Zeit und Raum zu betrachten und zu optimieren. Im Folgenden wird einen Ansatz vorgestellt, der Schritt für Schritt den Prozess der Auswahl der angemessenen Maßnahmen für ein jeweiliges Erhaltungsprojekt erläutert.

- (1) Ableitung des Erhaltungsbedarfs- durch Zustandserfassung und Zustandsbewertung- und anhand *Zustandsaufnahmeformulare* und *Schadenskataloge*

Zur Ermittlung des Erhaltungsbedarfs eines Straßennetzes ist eine Zustandserfassung durchzuführen. Auf Basis dieser werden Abweichungen von Ist- zu Soll-Zustand definiert und weiter wird eine Bewertung der Netzqualität und Zustandsverlaufanalyse gemacht. So kann in den weiteren Schritten ein Vorrang bei den Erhaltungsarbeiten in Abschnitten des betrachteten Straßennetzes vorgeschlagen werden, z. B. kurzfristige Erhaltungsmaßnahmen zur Erhaltung der Verkehrssicherheit werden nach vorne gezogen und Zeitpunkte für Eingriffsmaßnahmen der Instandsetzung anhand dem „Schwellenwert“ definieren. Zur Erfüllung dieser Anfangsschritte stehen Zustandsaufnahmeformulare und Schadenskataloge zur Verfügung.

- (2) Maßnahmenauswahl- Anwendung nach Schadensbild- *Maßnahmen VS Schäden Matrix, Maßnahmenkataloge*

Kennzeichnen der Maßnahmen, die zur Behandlung der verschiedenen Schadenstypen vorkommen- Zuordnung der Maßnahmen zu den Schadensbildern. Es handelt sich hier mehr um die Anwendungsmöglichkeit der einzelnen Maßnahmen zur Verbesserung des strukturellen und funktionellen Straßenzustands mit Hinblick auch auf die möglichen zukünftigen Mängel. Zu diesem Punkt wird noch keine Vergleichsanalyse der Effektivität der einzelnen Maßnahmen zu dem jeweiligen Zustandsbild durchgeführt, d.h. mehrere Maßnahmen könnten als mögliche Behandlung zu einem einzelnen Schaden identifiziert werden.

³⁰ Weninger- Vycudil, Handbuch Pavement Management in Österreich 2009, S.77

(3) Optimierung

- Festlegen der **Randbedingungen**
 - Vorhandenes Budget
 - Zukünftige Erhaltungsbedarf
 - Baustelleneinrichtung
 - Zeitaufwand
 - Verkehrsorganisation und Sicherheit
 - Umgebung
 - Umweltauswirkungen
- **Erarbeitung möglicher praxisrelevanten Erhaltungsstrategien**

Planung wann, welche Maßnahme-n für eine bestimmte Periode einzusetzen ist, z.B. Durchführung eines Fahrbahnschleifens jede 8-10 Jahren für einer Periode von 25 Jahren. Andere Strategie zum selben Projekt, könnte von Verdübeln und Verankern und danach Schleifen bestehen.
- **LCCA** der Erhaltungsstrategien unter den Randbedingungen
- Auswahl der am besten geeigneten Strategie

Bei der Planung für die Anwendung der Erhaltungsmaßnahmen muss man grundsätzlich davon ausgehen, dass es verschiedene Erhaltungsmodelle einerseits in Abhängigkeit von der zur Verfügung stehenden Basis-, und Straßenzustandsinformationen und andererseits von den festgelegten Randbedingungen gibt. Dazu gibt es zwei Hauptverfahren bei der Analyse und Planung von Erhaltungsmaßnahmen- Reihungs- und Optimierungsverfahren.

- **Reihungsverfahren**

Die betroffenen Abschnitte werden nach bestimmten Kriterien gereiht. Solcher kann der Straßenzustand sein. Sehr verbreitet ist der „worst first“- Ansatz, bei dem der Abschnitte mit dem schlechtesten Zustand an erster Stelle behandelt werden. Die Kriterien können weiter wirtschaftlich, technisch subjektiv etc. sein.
- **Optimierungsverfahren**

Bietet sich nur für die Betrachtung einer Erhaltung in mehreren Jahren. Aufgrund der erhobenen im Laufe der Zeit Daten für den Straßenzustand werden Zustandsverlaufsprognosen gemacht, die zusammen mit den auffallenden Kosten als Einflussgrößen für eine Optimierung der Erhaltungsstrategie angesehen werden.
- Entscheidungsfindung über die zu verwirklichende Erhaltungsplanung unter Berücksichtigung:¹⁵
 - Einer netzweiten streckenbezogenen Erhaltungsplanung mit möglichst langen Erhaltungsintervallen
 - Einer Nutzenoptimierung für die Verbesserung der Substanz und Verkehrssicherheit mit den verfügbaren Haushaltsmitteln sowie
 - Eines Wirtschaftlichkeitsvergleichs und einer nachvollziehbaren Darstellung des Entscheidungsprozesses.¹⁵
- Überprüfung der getroffenen Entscheidungen durch eine Abschätzung darüber, wie sich die Erhaltungsstrategie auf die Netzentwicklung voraussichtlich auswirken wird. Gegebenenfalls ist die in den vorigen Schritten gewählte Erhaltungsstrategie zu modifizieren.¹⁵

4.2 Finanztechnische Grundlagen zur wirtschaftlichen Optimierung

4.2.1 Überblick Begriffsdefinitionen, Wirtschaftliche Parameter

Zinssatz: Darunter wird das geliehene Kapital in Prozent pro Zeiteinheit verstanden. Der Zinssatz beeinflusst aufgrund des Zinseffektes die Wirtschaftlichkeitsberechnungen entscheidend. In Berechnungen wird meist vereinfacht von einem Inflationsbereinigten Zinssatz sowie der Gleichheit für Spar- und Kreditzinssatz ausgegangen. Ausgehend von langjährigen Leitzinssatz der Nationalbank sowie bestehenden Erfahrungen wird für öffentliche Netzbetreiber bzw. Unternehmen mit Staatsgarantie in den Wegekostenrechnungen; i.a. von einem inflationsbereinigten Kapitalzinssatz von 4% p.a. ausgegangen und für die Sensitivitätsanalyse ein Wert von $\pm 1 \dots 2\%$ verwendet.

Barwert: Der Barwert entspricht dem Wert, den zukünftig anfallende Zahlungsströme in der Gegenwart. Dadurch hat man die Möglichkeit den Wert aktueller und künftiger Zahlung zum Entscheidungszeitpunkt zu bestimmen und auf diese Weise einen Vergleich zwischen den verschiedenen Investitionen mit unterschiedlichen Laufzeiten und Zinssätzen. Die notwendigen Größen zur Berechnung des Barwerts sind der Zinssatz, Ausmaß und Zeitpunkt der Zahlungsflüsse. Die Formel zur Berechnung des Werts künftiger Investitionen zu $t=0$ ist:

$$B_w = \sum_{t=0}^n K_i * q^{-1} + K_h * q^{-1} * (q^1 - 1) / (q - 1),$$

B_w – Barwert aller Investitionen zu $t=0$

K_i – Einzelinvestitionen zu t

K_b – Gleichbleibende Betriebskosten von 0 bis

q – Kapitalzinssatz (i.a. 3-4)

Annuität- eine regelmäßig fließende, sich aus den Elementen Zins und Tilgung zusammensetzende Zahlung oder Rückzahlrate- die jährlichen Raten zur Kredittilgung, nennt man Annuität.

$$R = B_w * (i * q^n) / (q^n - 1)$$

$$n = -\log[1 - (i * B_w / R)] / \log(1 + i)$$

R – Annuität der jährlichen Rückzahlrate

n – Kreditlaufzeit bei gegebenem Barwert und Annuität

Straßenbaulastträgerkosten werden nach Weninger- Vycudil, (Handbuch Pavement Management in Österreich 2009) folgenderweise ermittelt:

$$S = \sum_{t=1}^n (B_t + U_t + I_t + E_t) + W_n, \text{ wobei:}$$

n – Untersuchungszeitraum in Jahre

B_t – Kosten der Investitionsmaßnahmen (Baukosten) im Jahr t

U_t – Unterhaltungskosten im Jahr t

I_t – Instandsetzungskosten im Jahr t

E_t – Erneuerungskosten im Jahr t

W_n – Wertverlust am Ende des Untersuchungszeitraums.

Auf Basis der Mittelwerte der Kosten und Wirkdauern der Erhaltungsmaßnahmen können die Annuitäten [€/a] für jede Maßnahme berechnet werden. Erst auf Basis dieser Annuitäten ist

es möglich, die vorher technisch zu einer Schadensbehebung ausgewählten und geeigneten Maßnahmen nach wirtschaftlichen Kriterien sinnvoll zu beurteilen.

Zur Berechnung der Kosten für die jeweiligen Erhaltungsmaßnahmen wird nach Weninger-Vycudil, (Handbuch Pavement Management in Österreich 2009) die folgende Formel benutzt:

$$GK_{m,t,i} = EP_m \cdot Länge_j \cdot Breite_j \cdot AF_j \cdot \left[1 + \frac{i}{100} \right]^n, \text{ mit } n = t - t_0$$

$GK_{m,t}$ = Gesamtkosten Maßnahmen m auf dem Abschnitt j zum Zeitpunkt t

EP_m = Kosten/m² für die Maßnahme m

$Länge_j$ = Länge des Abschnitts j

$Breite_j$ = Breite des Abschnitts j

4.2.2 Wirtschaftliche Untersuchungen

Im Rahmen einer Erhaltungsstrategiebereitstellung sind alle im Lebenszyklus auftretende Kosten und Nutzen zu erfassen und zu vergleichen. Eine Gegenüberstellung der reinen Kosten und Nutzen der einzelnen Erhaltungsmaßnahmen funktioniert aber in der Regel nicht, insbesondere wegen der Schwierigkeit die Nutzen gut genug zu quantifizieren. Es werden Bewertungsverfahren benötigt, die auch externe Aspekte des jeweiligen Projekts berücksichtigen um zu brauchbaren Resultaten zu kommen.

- Nutzen Kosten Untersuchungen

Der Anwendungsbereich der Nutzen-Kosten-Untersuchungen (NKU) erstreckt sich auf das gesamte Spektrum baulicher, betrieblicher und organisatorischer Maßnahmen im Verkehrswesen. Die NKU dienen im Wesentlichen der wirtschaftlichen Rechtfertigung des Einsatzes öffentlicher Mittel nach den Prinzipien der Zweckmäßigkeit, Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit. Durch eine systematische Gegenüberstellung von positiven und negativen Wirkungen von Maßnahmen ermöglichen sie eine rational begründete sowie transparente und daher nachvollziehbare Beurteilung.³¹

Die unterschiedlichen Methoden zur Durchführung einer NKU sind:

- Wirkungsanalyse- Nach RVS 02.01.22 erfolgt in der WA eine schematische Darstellung sämtlicher erfassbarer qualitativer und quantitativer Auswirkungen und deren weitgehend verbale Beurteilung, also ohne formalisierte Wertsynthese. Unter (formalisierter) Wertsynthese versteht man die Aggregation unterschiedlicher Wirkungsdimensionen zu einer entscheidungsrelevanten Maßzahl, dem Entscheidungskalkül. Bei der WA führt der Bearbeiter die Wertsynthese intuitiv pragmatisch durch.³²
- NKA- Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen werden einbezogen und monetär dargestellt. Dabei werden das Nutzen- Kosten- Verhältnis, bzw. die Annuität beabsichtigt um die Effizienz der einzelnen Maßnahmen zu ermitteln.
- NWA- Nutzwertanalyse wird im Allgemeinen bei gleichwertigen oder irrelevanten Kosten angewendet. Viel mehr wird bei einer NWA die Effektivität eines Projektes als sein Effizienz ermittelt.

³¹ RVS 02.01.22, S. 4

³² Hoffmann, M.: Erhaltungsmanagement von Straßen, Skript zur Lehrveranstaltung „Erhaltungsmanagement von Strassen“ Teil 4, S.4

- KWA- Kosten- Wirksamkeitsanalyse- Monetäre Ermittlung der anfallenden Kosten, wobei anstelle des Nutzens die zu erwartende Wirkung angeführt wird.

Die Effektivität einer Maßnahme kann durch ein Nutzen- Kosten- Verhältnis aller Maßnahmen beurteilt werden. Die günstigsten Maßnahmen zeigen einen hohen Nutzen- Kosten- Verhältnis. Stellt man die Kosten und Nutzen einer Erhaltungsmaßnahme, bzw. Strategie graphisch gegenüber, bekommt man das „Effektivitätsdiagramm“ der jeweiligen Maßnahmen, bzw. Strategien.

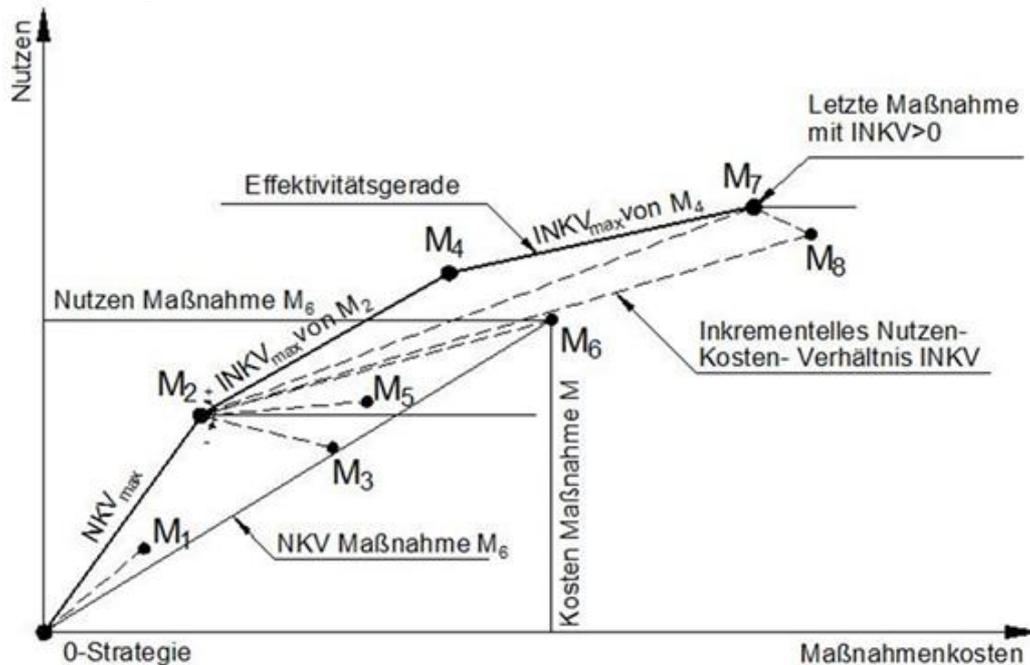


Abbildung 40: Darstellung des Effektivitätsdiagramms³³

Mit den Punkten „M1“ bis „M8“ sind die anwendbaren Maßnahmen bezeichnet. Die abschnittsweise gerade Funktion, bzw. Kurve, die alle diesen Punkten umhüllt, wird „Effektivitätsgerade“ genannt. Sichtbar ist es, dass die Maßnahmen mit dem geringeren Kosten- Nutzen Verhältnis unterhalb und die mit dem größerem bzw. entlang dieser „Effektivitätsgerade“ liegen. Daraus ist es festzustellen, dass die unwirtschaftlichen Maßnahmen sich im Effektivitätsdiagramm unter der „Effektivitätsgerade“ und die effektiven entlang dieser befinden.

Mit diesem Verfahren ist es möglich, ohne die Angaben von Grenzwerten, jene Erhaltungsmaßnahme zu bestimmen die als wirtschaftlich eingestuft werden können und die auch im Zuge einer Optimierung als mögliche Lösungen zur Verfügung stehen sollten. ³³

4.2.3 LCC- Prinzip

Die Lebenszykluskostenanalyse ist ein Verfahren für die wirtschaftliche Beurteilung von Erhaltungsaktivitäten technischer Einrichtungen. Das Verfahren gibt die Möglichkeit verschiedene Erhaltungsstrategien unter vorgegebenen Randbedingungen zu vergleichen und die optimale diesen Anforderungen entsprechende Erhaltungsstrategie anzugeben. Die Randbedingungen könnten sowohl einen monetären Herkunft haben, z.B. vorhandenes Budget, als auch Anforderungen an den Zustand sein. Es werden sowohl die unterschiedlichen Anforderungen auf einem einzelnen Abschnitt, als auch die Strategien für diese einzelnen Ab-

³³ Weninger- Vycudil, Heft 14, 2003, S.258

schnitte auf den anderen Abschnitten des gesamten zu untersuchenden Straßennetzes analysiert.

Man unterscheidet im Allgemeinen zwischen zwei Berechnungsansätze bei der Lebenszykluskostenuntersuchungen: deterministische und stochastische. Gegenwärtig wird vorwiegend der deterministische Ansatz benutzt, bei dem für jede LCCA- Eingangsgröße ein fester, diskreter Wert steht, der sich in der Regel auf historische/empirischen Daten oder Untersuchungen beruht. Der stochastische Ansatz ist ein neuer Ansatz, bei dem bei der Kostenrechnung auch die Unsicherheiten und Eintrittswahrscheinlichkeit der Eingangsgrößen in Betracht genommen werden. Da dieser Ansatz noch nicht völlig entwickelt ist, benutzt man noch den deterministischen Ansatz.

Der Lebenszyklus einer Straße bzw. des Straßenoberbaus lässt sich nur bedingt generell festlegen, da bereits bestimmte Erhaltungsmaßnahmen (z.B. strukturelle Verstärkung) einen solchen Zyklus unterbrechen bzw. verlängern können. Der theoretische Lebenszyklus eines Straßenoberbaus kann als jene Periode definiert werden, für welche der Oberbau grundsätzlich bemessen wurde. In Österreich sind diese für Betondecken 30 Jahre. Da nicht alle Konstruktionen zum gleichen Zeitpunkt errichtet bzw. bemessen wurden, müsste genau genommen für jeden einzelnen Abschnitt eine individuelle Festlegung des Betrachtungszeitraumes vorgenommen werden. Darüber hinaus ist mit großer Wahrscheinlichkeit der rechnerische Lebenszyklus nicht gleich dem tatsächlichen Lebenszyklus, welcher durch Beanspruchungen und durchgeführte Erhaltungsmaßnahmen nachhaltig beeinflusst wird.³⁴ Die Analyseperiode einer LCCA muss mindestens dem theoretischen Lebenszyklus des Straßenoberbaus entsprechen und alle in dieser Periode anfallenden Kosten und Entwicklungen sind zu berücksichtigen. Es wird bei der Lebenszyklusanalyse der Erhaltungsmaßnahme eigentlich von keinem Lebenszyklus, sondern von Analysezyklus gesprochen. Die Parameter, die zu einer LCCA notwendig sind, sind nach Weninger- Vycudil (2009)³⁴:

- Zustandsdaten- beschreiben sowohl die Oberbauweise- und Eigenschaften, als auch den jeweiligen Straßenzustand nach einer Straßenzustandserfassung.
- Analyseperiode
- Den Zustandsverlauf des Straßenabschnittes beschreibende Zustandsprognosemodelle
- Kennwerte von baulichen Erhaltungsmaßnahmen(Maßnahmenkatalog)
- Wirtschaftlichkeitsparameter zu Beurteilung der Wirtschaftlichkeit Erhaltungsstrategien, z.B. Kostenwirksamkeitsuntersuchung
- Optimierungsparameter zur Festlegung der Zielfunktionen und der Restriktionen.

4.2.4 Optimierte Erhaltungsstrategie

Es wird hier eine Strategie vorgestellt, die einen flexibleren und umfassenderen Ansatz verfolgt. Dazu werden zuerst die standardisierten und bewährten Erhaltungsmaßnahmen mit ihren mittleren Kosten und ihrer Wirkdauer bei optimalem Einsatz erfasst.

Die Kosten werden dann gemäß unterem Diagramm für eine variable Wirkdauer von 1 bis n Jahren (Zinssatz z.B. 4%) berechnet. Über die sich ergebenden Annuitätenkurven kann die Wirtschaftlichkeit von generellen Strategien (über die optimale Wirkdauer) bzw. auf Projektebene (über die erwartete Wirkdauer) unmittelbar abgelesen werden.³⁵

³⁴ Weninger- Vycudil, Handbuch Pavement Management in Österreich 2009

³⁵ Hoffmann, M. 2009, Skript Erhaltungsmanagement von Straßen, Teil 3, S.56

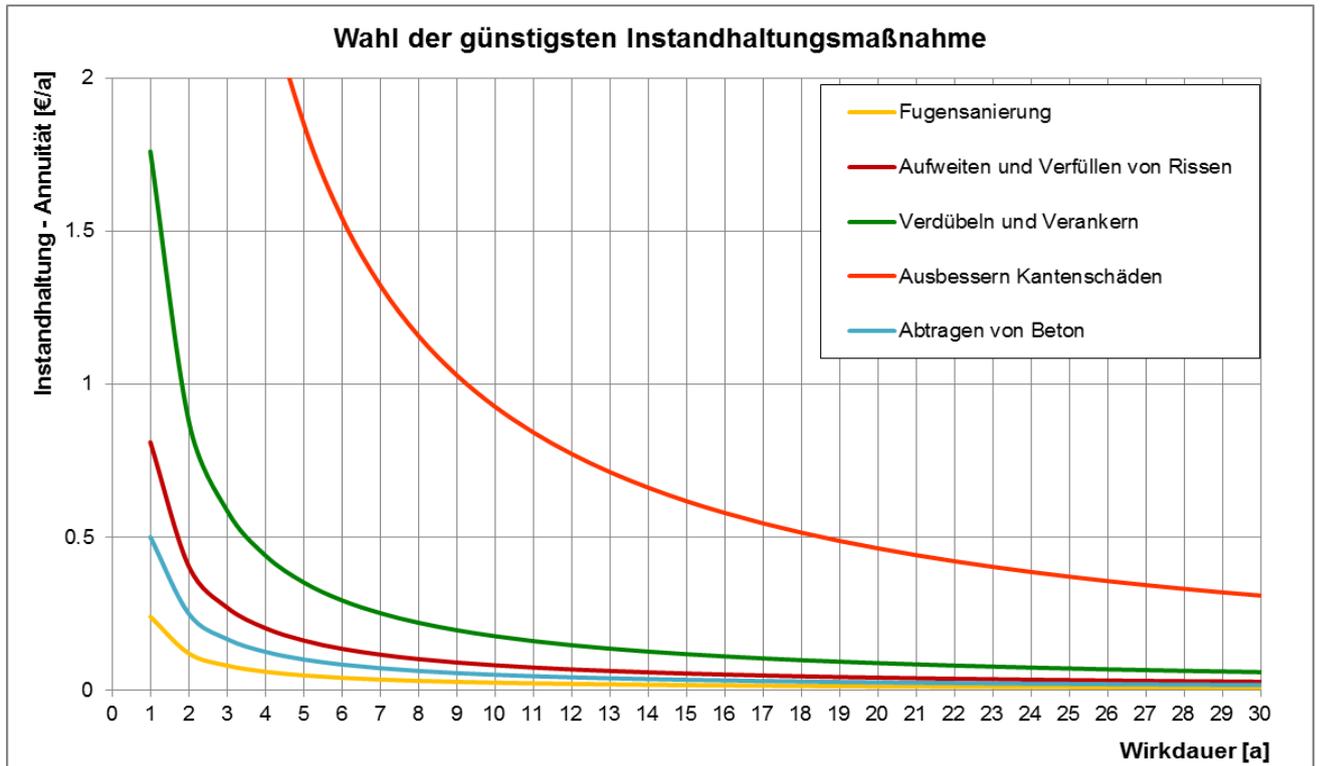


Abbildung 41: Wahl der günstigsten Einzelmaßnahmen über die jährlichen lebensdauerabhängigen Annuitäten der Instandhaltungsmaßnahmen

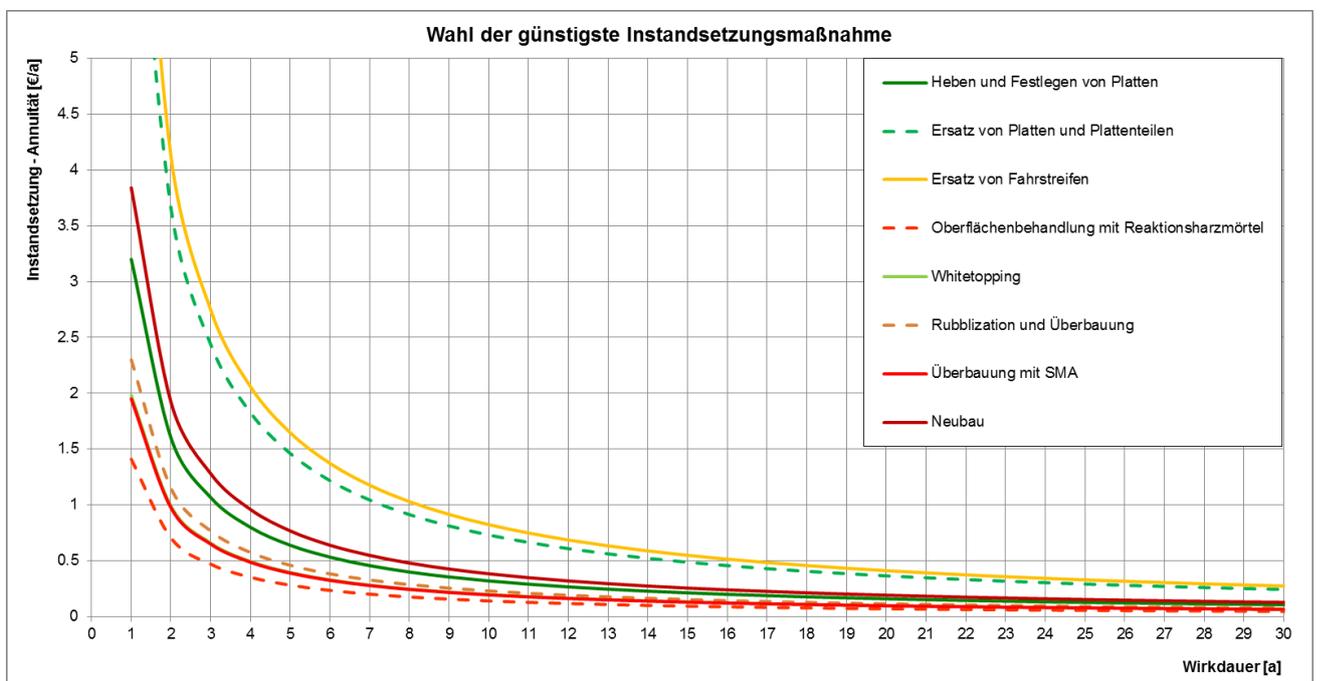


Abbildung 42: Wahl der günstigsten Einzelmaßnahmen auf Projektebene über die jährlichen lebensdauerabhängigen Annuitäten der Instandsetzungsmaßnahmen

In dem darauffolgenden einfachen Beispiel wird ein Ansatz vorgestellt, der anhand der wirtschaftlichen Beurteilung der Maßnahmenwirkung eine Gegenüberstellung der unterschiedlichen Maßnahmen und Strategien zulässt. Zur wirtschaftlichen Beurteilung des Neubaus und der Maßnahmenwirkung wird ein Straßenabschnitt betrachtet, der eine Fläche von 1.000m² aufweist.

Neubau:Die durchschnittlichen Kosten für den Neubau von Betondecken betragen derzeit 55 €/m². Ausgehend davon, dass je nach der Beanspruchung und Ausführung nach 15-25 Jahren erste Reparaturen der Betondecke erforderlich werden, wird für dieses Beispiel eine Wirkdauer für den Neubau einer Strecke in Betonbauweise von 30 Jahre angenommen.

Bau: 1.000 m² x 55 €/m² = 55.000 €

Wirkdauer: 30 Jahre → 50.000 € / 30 Jahre ~ 1.833 €/a

Kosten Neubau pro Jahr: 1.833 €/a

Laufende Instandhaltung: Eine bestehende Untersuchungsstrecke in Betonbauweise weist leichte bis mittlere Oberflächenschaden- kleinflächige Aplatzungen mit Materialverlust, Risse und Kantenschäden an einigen der Betonplatten. Um eine fortschreitende Schadensausprägung zu vermeiden müssen Investitionen getätigt werden um eine rechtzeitige Erhaltung zu gewährleisten. Sinnvoll werden in diesem Fall Maßnahmen zum Ausbessern von Rissen und Kantenschäden und ein nachträgliches Abtragen der Betonoberfläche durch Grinding. Die erfasste Fläche, die mit Rissen versehen ist, beträgt 500m. Diese gehen nicht durch die ganze Plattendicke durch, sind aber breiter als 1mm, deshalb müssen sie verschlossen werden. Durch ein Abtragen der Betonoberfläche durch Grinding werden die Ausbrüche behandelt. Es wird auch eine verbesserte Entwässerung, Ebenheit und Griffigkeit, sowie eine Verminderung der Lärmemissionen erzielt. Die notwendigen Daten zu den Kosten und Wirkdauer der einzelnen Maßnahmen sind dem zugehörigen Kataloge zu entnehmen.

Aufweiten und Verfüllen von Rissen: 500m x 10 €/lfm = 5.000 €

Wirkdauer: 8 Jahre → 5.000 € / 8 Jahre = 625 €/a

Grinding: 1.000m² x 8 €/m² = 8.000 €

Wirkdauer: 10 Jahre → 8.000 € / 10 Jahre = 800 €/a

Gesamt Instandhaltung: 625 €/a + 800 €/a = 1.425 €/a

Kosten Instandhaltung pro Jahr: 1.425 €/a

Werden keine Instandhaltungsmaßnahmen zum richtigen Zeitpunkt getroffen, werden größere Reparaturarbeiten oder anschließend generelle Erneuerung nach vorne in der Zeitachse geschoben. Die anfallenden Kosten bei so einem verzögerten Eingreifzeitpunkt für das angeführte Beispiel werden bei einem beispielhaften Ansatz für Instandsetzung folgenderweise ermittelt.

*75 m² Lageberichtigung der Platten:*100 m² x 18 €/m² = 1.800 €

Wirkdauer: 11 Jahre → 1.800 € / 11 Jahre ≈ 163 €/a

Fugensanierung: 570 lfm x 4 €/lfm = 2.280 €,

bei einer Wirkdauer von 8 Jahren → 2.280 € / 8Jahre= 285 €/a

Ersatz von Platten und Plattenteilen: 200 m² x 120 €/m² = 24.000 €

Bei einer Wirkdauer von 20 Jahren: 24.000 € / 20 Jahre = 1.200 €/a

Gesamt Instandsetzung: 163 €/a + 285 €/a + 1.200 €/a = 1.648 €/a

Kosten Instandsetzung pro Jahr: 1.648 €/a

Tabelle 8: Beispiel: Kosten Strecke Neubau, Instandhaltung, Instandsetzung

	Maßnahme/n	Ausmass der Arbeiten	Einheitspreis	Gesamtkosten Arbeiten	Wirkdauer	Kosten/Jahr	Gesamtkosten/Jahr
	-	m / m ²	€/m od. €/m ²	€	a	€ / a	€ / a
Neubau	Neubau	1000m ²	55	55.000	20	2.750	2.750
	Neubau	1000m ²	55	55.000	30	1.833	1.833
Instandhaltung	Aufweiten und Verfüllen von Rissen	500m	10	5.000	8	625	1.425
	Grinding	1000m ²	8	8.000	10	800	
Instandsetzung	Heben und Festlegen von Platten	100m ²	18	1.800	11	163,64	1.648,64
	Fugensanierung	570m	4	2.280	8	285	
	Ersatz von Platten und Plattenteilen	200m ²	120	24.000	20	1.200	

Schlussfolgerungen: Die theoretische Nutzungsdauer einer Straßenbefestigung kann nur dann erreicht werden, wenn zeitgerecht die erforderlichen Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt werden. Werden diese Maßnahmen infolge unzureichender Finanzmittel aufgeschoben oder durch einfachere, billigere Maßnahmen ersetzt, beschleunigt sich der Substanzverlust. Auf die Dauer führt dies zum Abgleiten von instandsetzungsbedürftigen Straßen in einen Zustand, bei dem nur noch eine grundhafte Erneuerung mit einem Anstieg der Gesamterhaltungskosten möglich ist.³⁶

Wird eine Straße neu gebaut oder substanziell erweitert, ist es mit hohen Anfangsinvestitionen zu rechnen. Die Betriebs und Instandsetzungskosten in den nachfolgenden Jahren sind danach relativ gering, aber steigen mit der Alterung jedem Exploationsjahr an. Mit dem rechtzeitigen Einsatz von Instandhaltungsmaßnahmen, das heißt wenn der Betonbelag keine große Schäden aufweist, ist es möglich die Fahrbahn durch relativ einfache und kostengünstige Maßnahmen in einem befriedigenden funktionsfähigen Zustand zu halten.

³⁶ Merkblatt für den Finanzbedarf der Straßenerhaltung in den Gemeinden, 2004, S.8

5. ZUSAMMENFASSUNG

Betonstraßen haben in Österreich eine lange Tradition. Die in starrer Bauweise ausgeführten Fahrbahnen gelten als besonders geeignet für hohe Verkehrslasten und langzeitige Lebensdauer. Vereinzelt vorzeitige Ausfälle sind in erster Linie auf zu geringe Oberbaudimensionierung sowie nicht mehr zeitgemäße Bauweisen zurückzuführen. Tatsächlich liegt das mittlere Alter der bestehenden Betonfahrbahnen bei 17 Jahren, woraus geschlossen werden kann, dass die Bemessungslebensdauer von 30 Jahren in der Regel auch erreicht wird.

Aufgrund des bestehenden Alters der Betonfahrbahnen kommt es nun aber vermehrt zu Schäden, die eine entsprechende Instandhaltung oder Instandsetzung erfordern. Lange Zeit herrschte die Meinung vor, dass Reparaturen- bzw. Sanierungsmaßnahmen an Betondecken verhältnismäßig lange dauern und kostspielig sind. Mit den heutigen Technologien und systematisch zusammengestellten praktischen Maßnahmen, ist es möglich kürzere Bauzeiten bei gleichzeitig langen Wirkdauern zu erzielen, die sich auch in einer Lebenszyklusanalyse auch als wirtschaftlich erweisen.

Die vorgelegte Diplomarbeit ist so aufgebaut, dass sie zuerst das notwendige Basiswissen zu den unterschiedlichen Oberbautypen für Betonfahrbahnen mit den damit verbundenen Zustandsmerkmalen, Schadenbildern und Schadensverläufe zur Verfügung stellt. Es hat sich erwiesen, dass die Schäden an Betonbauweisen in „Oberflächenschäden“ und „Rissen“ verallgemeinert werden können. Ausgegangen von dem bestehenden Schadenskatalog von HOFFMANN sind die häufigsten Schadenbilder für Betonfahrbahnen mit deren Zustandsverlauf zusammengestellt. Kapitel 2.3. beinhaltet Erläuterungen zu den Grundlagen der Straßenzustandserfassung. Unerlässlich für die Festlegung des Erhaltungsbedarfs und für die Straßenerhaltungsplanung ist eine Zustandsbewertung. In der Diplomarbeit werden die Stützpunkte einer Zustandsbewertung gekennzeichnet.

Die Hauptziele der Straßenerhaltung sind es die Verkehrssicherheit, Komfort und Leistungsfähigkeit der Straßen mit möglichst geringen Kosten und Zeitaufwand zu gewährleisten. Um eine möglichst größte Effizienz dabei zu erzielen ist die angemessene Anwendung der einzelnen Erhaltungsmaßnahmen- und Strategien von wesentlicher Bedeutung. Diesbezüglich wurde eine Matrix „Maßnahmen VS Schäden“ entwickelt, die als Ausgangsbasis für die weiteren Überlegungen und für die praktische Umsetzung der Maßnahmen dient. Hier werden die Maßnahmen nach Schadenbildern zugeordnet.

Im Kapitel 3 werden wertvolle Informationen für die bauliche Erhaltung des Straßenoberbaus in starrer Bauweise geliefert. Es beinhaltet Expertenwissen und aktuelle Angaben. Ausgangsbasis sind Literaturrecherchen, aufgrund deren eine durchgehende Systematik der Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen vervollständigt und angeboten worden ist. Bezüglich der Eckpunkte Kosten, Wirkdauer, Bauzeit und Bauabschnittslängen der einzelnen Maßnahmen je nach Verkehrsbelastung wurden Befragungen und Gespräche mit Fachspezialisten durchgeführt um relevante und aktuelle Informationen zu kriegen. Die Annuitäten werden berechnet und alle Angaben sind in Form von Maßnahmenkatalogen zusammengestellt. Die Ergebnisse können weiter als Eingangsdaten in einem Erhaltungsmanagementsystem genutzt werden.

Die häufig angewendeten baulichen Instandhaltungsmaßnahmen sind Fugensanierung, Aufweiten und Verfüllen von Rissen, Nachträgliches Verdübeln und Verankern, Ausbessern von Kantenschäden und Eckausbrüche, Abtragen von Beton. Sie weisen eine kurze Wirkdauer und geringe Kosten auf, deshalb eignen sie sich für einen präventiven Einsatz bei geringem bis mittlerem Schadensausmaß. Dadurch wird eine wesentliche Verbesserung des Schadenfortschrittes, ohne substanzielle Verbesserung des Straßenzustandes.

Die Instandsetzungsmaßnahmen sind mit Arbeiten größeren Umfangs verbunden, die der Verbesserung der Befahrbarkeit und Substanzerhaltung dienen. Darunter sind für Betonfahrbahnen die Lageberichtigung der Decken, der Ersatz von Platten- und Plattenteilen, Ersatz von Fahrstreifen, Oberbaubehandlungen und Überbauung zu zählen. Die Erneuerungsmaßnahmen könnten auch darunter fallen. Sie sind in der Regel langfristig geplant und benötigen für ihre Umsetzung mehrere Wochen. Alle diese Arbeiten werden im Kap. 3 ausführlich beschrieben.

Kurzzeitige Erhaltungsmaßnahmen (Instandhaltung) erfordern niedrige, sich eher verteilende Kosten, aber auch kürzeren Instandhaltungsintervalle. Hochwertige Instandsetzungsmaßnahmen sind mit höheren Kosten zum Zeitpunkt der Eingriff verbunden, aber sie gewährleisten eine längere Wirkungsdauer mit einem Minimum an Zwischeninterventionen.

Bei dem Aufstellen von Erhaltungsstrategien könnte man von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehen. In der Praxis werden Erhaltungsarbeiten an Straßenabschnitte mit Sicherheits- und funktionaler Bedeutung mit Vorrang durchgeführt. Hinweise für die Gestaltung von Erhaltungsstrategien werden in Kap. 4.1. betrachtet. Die optimale Strategie ergibt sich aus der Anwendung technisch geeigneter Maßnahmen nach Schadensmerkmal unter Betrachtung der Wirtschaftlichkeit. Dazu könnten Nutzen- Kostenanalysen oder wirtschaftliche Optimierungen auf Basis von Annuitätentafeln (HOFFMANN 2006) angewendet werden. Die finanztechnischen Grundlagen zur Aufstellung einer Erhaltungsstrategie, sowie die Annuitätentafeln sind im Kap. 4.2. betrachtet.

6. ANHANG

6.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung der Einteilung der Verkehrsträger in Europa.....	2
Abbildung 2: Längenverteilung Bauweisen (ASFINAG- Netz).....	3
Abbildung 3: Entwicklung des Bundesstraßennetzes nach Bundesländern.....	4
Abbildung 4: Längenverteilung Bauweisen (ASFINAG- Netz).....	4
Abbildung 5: Durchgehend bewehrte Betondecke.....	10
Abbildung 6: Betondecke- unbewehrt und Raumbfugenlos.....	11
Abbildung 7: Bemessungstabelle für Oberbauten mit Betondecken.....	11
Abbildung 8: Bauweise für Betondecken in Österreich.....	12
Abbildung 9: Einflussfaktoren auf die Straßenbefestigung.....	13
Abbildung 10: Road STAR Meßfahrzeug.....	14
Abbildung 11: Zustandsaufnahme „Strecke“ (Deutschland).....	15
Abbildung 12: Merkmalsgruppen für Betonbauweisen.....	16
Abbildung 13: (von links nach rechts) SRT- Pendelgerät, Grip Tester, Stuttgarter Reibungsmesser, Road STAR.....	17
Abbildung 14: Benkelman Beam, Falling Weight Deflectometer.....	18
Abbildung 15: Schadenskatalog „Oberflächenschäden“.....	21
Abbildung 16: Schadenskatalog „Risse in der Fahrbahn“.....	22
Abbildung 17: Ablauf Zustandsbewertung.....	23
Abbildung 18: Zustandswerte.....	24
Abbildung 19: Ausbessern von Fugenfüllungen.....	27
Abbildung 20: Sanieren von Fugen.....	28
Abbildung 21: Ersatz von Fugenprofilen.....	29
Abbildung 22: Verfüllen von Rissen.....	33
Abbildung 23: Verdübeln/ Verankern von Fugen und Risse.....	36
Abbildung 24: Nachträglich eingebauter Dübel im Schnitt nach ZTV BEB- StB 02.....	37
Abbildung 25: Verankerung mit profiliertem Rundstahl in Querrichtung nach ZTV BEB- StB 02.....	38
Abbildung 26: Verankerung mit profiliertem Rundstahl mit abgebogenen Enden Querrichtung nach ZTV BEB- StB 02.....	38
Abbildung 27: Verankerung mit Schrägankerpaaren mit profiliertem Rundstahl Querrichtung nach ZTV BEB- StB 02.....	38
Abbildung 28: Eckabbrüche.....	42
Abbildung 29: Grinding.....	48
Abbildung 30: Grooving.....	48

Abbildung 31: Stahlkugelstrahlen	49
Abbildung 32: Rissbilder	61
Abbildung 33: Zeitaufwand Arbeiten mit Schnellbeton.....	62
Abbildung 34: Reparatur von Betonfahrbahnplatten mit sofortiger Verkehrsfreigabe.....	63
Abbildung 35: 30 cm Betondecke auf Schottertragschicht STSuB, Querschnitt (gültig für Deutschland).....	68
Abbildung 36: Betondecke auf gebundener Tragschicht, Querschnitt ²⁸ (gültig für Deutschland).....	69
Abbildung 37: Streifenersatz	69
Abbildung 38: Konstruktionsschema „Whitetopping“ [Heidelbergcement].....	80
Abbildung 39: Reparatur von Betonfahrbahnplatten mit sofortiger Verkehrsfreigabe.....	84
Abbildung 40: Darstellung des Effektivitätsdiagramms	99
Abbildung 41: Wahl der günstigsten Einzelmaßnahmen über die jährlichen lebensdauerabhängigen Annuitäten der Instandhaltungsmaßnahmen.....	101
Abbildung 42: Wahl der günstigsten Einzelmaßnahmen auf Projektebene über die jährlichen lebensdauerabhängigen Annuitäten der Instandsetzungsmaßnahmen	101

6.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zur Begriffssystematik der Straßenerhaltung	8
Tabelle 2: Instandhaltung VS Schäden	26
Tabelle 3: Anwendungen der Maßnahme Bearbeiten der Betonoberfläche nach M BEB 09	46
Tabelle 4: Instandsetzung VS. Schäden	54
Tabelle 5: Kriterien für die Wahl des geeigneten Unterpressmaterials [ZTV BEB- StB 2010; eigene Darstellung]	55
Tabelle 6: Richtwerte für die Anordnung der Bohrlöcher beim Unterpressen von Betonplatten [ZTV BEB- StB 2010; eigene Darstellung]	56
Tabelle 7: Auswahlkriterien Erneuerungsverfahren	87
Tabelle 8: Beispiel: Kosten Strecke Neubau, Instandhaltung, Instandsetzung	103

6.3 Literaturverzeichnis

- [1] Für ein mobiles Europa, Halbzeitbilanz zum Verkehrsweißbuch der EK , 2001, S.36
- [2] *Weninger- Vycudil*:Handbuch Pavement Management in Österreich, 2009
- [3] *Wallner, R* „Die Betondecke im städtischen Straßennetz – ein unverzichtbarer Faktor am Beispiel der Stadt Wien“, Betonstraßen 2007, 2007, S. 23
- [4] *Werner,R.,Hermann,K.:* “Moderner Betonstraßenbau“, Zementbulletin Nr.7/8, Juli/ August 2000, S.3
- [5] Verkehr in Zahlen, 2007, S.49
- [6] *Hoffmann,M.:* Erhaltungsmanagement von Straßen, Skript zur Lehrveranstaltung „Erhaltungsmanagement von Strassen“ Teil 3, S.4
- [7] RVS 13.01.41: Straßeninstandsetzung, Asphaltstraßen, Grundlagen zur Zustands- und Maßnahmenbeurteilung. Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße- Schiene- Verkehr, Wien, 1988
- [8] *Krause,G.:* „Systematische Straßenerhaltung und Pavement Management System“, SEP Maerschalk 2001, S.2
- [9] RVS 03.08.63 Straßenplanung- Bautechnische Details- Oberbaubemessung, April 2001
- [10] Guide for Design and Construction of New Jointed Plain Concrete Pavements, Januar 9, 2008, S. 3
- [11] *Krause,G.:* „Systematische Straßenerhaltung und Pavement Management System“, SEP Maerschalk 2001, S.14
- [12] *Hoffmann M.:* Erhaltungsmanagement von Straßen, Skript zur Lehrveranstaltung „Erhaltungsmanagement von Straßen“ Teil 2, S.54
- [13] Anger,R., Villaret,S.: Rechtzeitige Instandhaltung und Instandsetzung von Betondecken als Prävention gegen vorzeitige Erneuerungen, Straße+Autobahen, 09.2003, S. 7
- [14] ZTV BEB- StB 2010, S.11
- [15] *Beckedahl, H-J.:* Schlagloch/ Straßenerhaltung- Handbuch Straßenbau- Band 1,2010, S. 27
- [16] *Weninger- Vycudil*:Handbuch Pavement Management in Österreich, 2009, S.20
- [17] *Hoffmann,M.:* Erhaltungsmanagement von Straßen, Skript zur Lehrveranstaltung „Erhaltungsmanagement von Straßen“ Teil 3, S.47
- [18] *Beckedahl, H-J.:* Schlagloch/ Straßenerhaltung- Handbuch Straßenbau- Band 1,2010, S. 69-77
- [19] Fotos: Otto Alte- Teigeler GmbH
- [20] www.dot.state.mn.us- “Dowel bar retrofit”
- [21] ZTV BEB- StB 02
- [22] *Beckedahl, H-J.:* Schlagloch/ Straßenerhaltung- Handbuch Straßenbau- Band 1,2010, S. 98

- [23] *Beckedahl, H-J.:* Schlagloch/ Straßenerhaltung- Handbuch Straßenbau- Band 1,2010, S. 127-128
- [24] M BEB Merkblatt für die bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen aus Beton
- [25] PIARC- Manual: Best Practice Guide for maintenance of concrete roads, S.46
- [26] *Beckedahl, H-J.:* Schlagloch/ Straßenerhaltung- Handbuch Straßenbau- Band 1,2010, S. 27
- [27] *Anger,R., Villaret,S.:* Rechtzeitige Instandhaltung und Instandsetzung von Betondecken als Prävention gegen vorzeitige Erneuerungen, Straße+Autobahen, 09.2003, S. 59
- [28] ZTV BEB StB 2010, S. 62
- [29] PIARC- Manual: Best Practice Guide for Maintenance of Concrete Roads, S.22
- [30] *Weninger- Vycudil,* Handbuch Pavement Management in Österreich 2009,S.77
- [31] RVS 02.02.22, S.4
- [32] *Hoffmann,M.:* Erhaltungsmanagement von Straßen, Skript zur Lehrveranstaltung „Erhaltungsmanagement von Straßen“ Teil 4, S.4
- [33] *Weninger- Vycudil,* Heft 14, 2003, S.258
- [34] *Weninger- Vycudil,* Handbuch Pavement Management in Österreich 2009
- [35] *Hoffmann,M.:* Erhaltungsmanagement von Straßen, Skript zur Lehrveranstaltung „Erhaltungsmanagement von Straßen“ Teil 3, S.56
- [36] Merkblatt für den Finanzbedarf der Straßenerhaltung in den Gemeinden, 2004, S.8
- [37] *Eisenmann, J., Leykauf, G,* Betonfahrbahnen, 2. Auflage, 2003.
- [38] Guide for Design and Construction of New Jointed Plain Concrete Pavements, January 9, 2008
- [39] PIARC- Manual: Best Practice Guide for Maintenance of Concrete Roads (draft)
- [40] *Weninger- Vycudil,* Handbuch Pavement Management in Österreich 2009
- [41] *Hoffmann, M.* 2009, Skript Erhaltungsmanagement von Straßen, Teil 3, S56

Internetquellen:

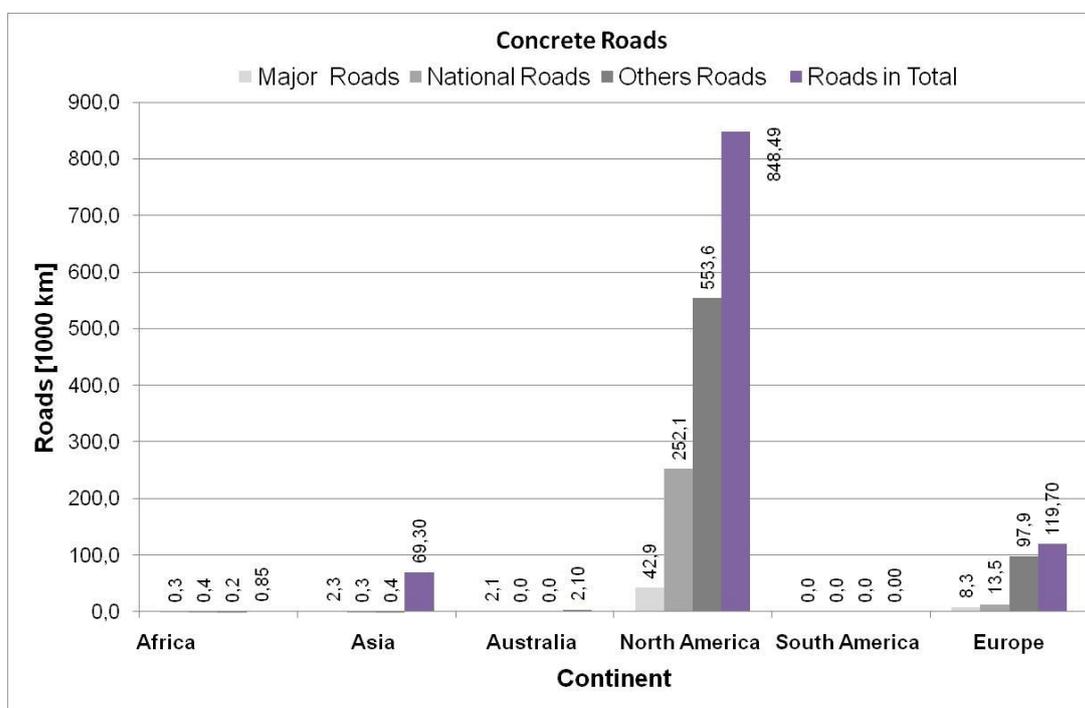
- www.oat.de - Otto Alte- Teigeler GmbH
- www.possehl-spezialbau.de - Possehl Spezialbau GmbH
- www.betondeckenbau.at – Betondecken ARGE
- www.dot.state.mn.us- “Dowel bar retrofit”

ANHANG A:

A 1 Statistik Betonstraßen weltweit

Die „World Road Association“ stellt in ihrem „PIARC- Manual: Best Practice Guide For Maintenance of Concrete Roads“, der im Jahre 2011 zu veröffentlichen ist, folgende statistische Daten für die Betonfahrbahnen weltweit.

Continent	Countries		Major Roads	National Roads	Others Roads	Roads in Total	Concrete
			[1000 km]	[1000 km]	[1000 km]	[1000 km]	[%]
Africa	3	(Moroc., Namibia, SA)	0,3	0,4	0,2	0,8	0,2
Asia	3	(S.Korea; India; Kirgi.)	2,3	0,3	0,4	69,3	0,9
Australia	1	Australia	2,1	0,0	0,0	2,1	0,5
North America	3	complete	42,9	252,1	553,6	848,5	11,8
South America	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Europe	15	...	8,3	13,5	97,9	119,7	1,6
	25		55,9	266,2	651,9	974,0	4,0
Concrete [%]			8,8	12,5	4,8	4,0	



- Verwendete Baukonstruktionstypen
 - Unbewehrte Betondecken ohne Raumfugen 21 Staaten
 - Bewehrte Betondecken mit Raumfugen 5 Staaten
 - Durchgehend bewehrte Betondecken 7 Staaten
- Sanierungsintervalle
 - Unregelmäßig
- Verwendete Erhaltungsmethode
 - Fugensanierung 19 Staaten
 - Aufweiten und Verfüllen von Rissen 17 Staaten
 - Ausbessern von Kanten- und Eckschäden 11 Staaten
 - Grinding 13 Staaten
 - Grooving 9 Staaten
 - Hochdruckwasserstrahlen 6 Staaten
 - Oberflächenbeschichtung mit Reaktionsharz 6 Staaten
 - Oberflächenbeschichtung mit Reaktionsharzmörtel 4 Staaten
 - Nachträgliches Verdübeln und Verankern 11 Staaten
 - Heben und Festlegen von Platten 8 Staaten
 - Ersatz von Platten und Plattenteilen 15 Staaten
 - Ersatz von Fahrstreifen 10 Staaten

Maßnahmen VS Schäden /Betonfahrbahnen/			SCHADENSTYPEN									
			Unebenheiten					Risse			Sonstige	
			Ausbrüche mit Materialverlust	Abplatzungen	Stufenbildung bzw. Höhenunterschiede bei Stoßfugen zw. Platten	Eckabbrüche	Randabbrüche	Quer- und Längsrisse	Feine Risse und unregelmäßig verteilte Netzrisse	Risse im Querfugenbereich	Griffigkeit (hochrangige Straßen)	Fugenschäden
ERHALTUNGSMASSNAHMEN												
Bauliche Instandhaltung	1	Ausbessern von Fugenfüllungen					X			X		X
	2	Aufweiten und Verfüllen von Rissen						X				
	3	Verdübeln und Verankern			X			X				
	4	Ausbessern Kantenschäden / Eckausbrüche	X			X	X					
	5	Abtragen von Beton	X	X	X				X	X		
	6	Griffigkeitsverbessernde Maßnahmen									X	
	7	Fugensanierung					X					X
Bauliche Instandsetzung und Neubau	8	Heben und Festlegen von Platten			X							
	9	Ersatz von Platten und Plattenteilen	X	X	X	X	X	X	X	X		
	10	Ersatz von Fahrstreifen / Plattenreihen	X	X	X	X	X	X		X		
	11	Oberflächenbehandlung mit Reaktionsharz/mörtel	X	X					X			
	12	Whitetopping (auf Asphalt/Beton)										
	13	Rubblization und Überbauung	X	X	X	X	X	X	X	X		
	14	Überbauung mit SMA	X	X	X	X	X	X		X	X	
	15	Neubau von Betondecken	X	X	X	X	X	X	X	X		

*Basierend auf: Skriptum Erhaltungsmanagement HOFFMANN (2010); RVS 13.01.51 Betondeckenerhaltung; ZTV BEB- StB 02 - Erhaltung von Betonweisen