

Brückenabdichtungen und Brückenbeläge

Untersuchung verschiedener Systeme in der Schweiz

Etanchéités et revêtements de ponts

Etude de divers systèmes en Suisse

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Dübendorf
H.W. Fritz, dipl. Bauing. ETH/SIA

Ingenieurbüro Zollikofer, Dietikon
J.W. Zollikofer, dipl. Bauing. ETH

Forschungsauftrag 26/79 auf Antrag der
Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS)

Brückenabdichtungen und Brückenbeläge

Untersuchung verschiedener Systeme in der Schweiz

Eidgenössisches Verkehrs- und
Energiewirtschaftsdepartement, Bern
Forschungsauftrag 26 / 79

Zusammenfassung

Hauptsächlich in den Jahren ab 1979 bis 1990 sowie 1995/1996 konnten Felderhebungen durchgeführt werden. Insgesamt wurden 143 Brückenbauwerke inspiziert: 121 bituminöse Abdichtungen und Beläge wurden in 17 Systeme und 22 Objekte in Beton-Ausführungen in sechs Systeme unterteilt. Sämtliche Systeme aller 143 inspizierten Objekte wurden auf Langzeitbewährung bzw. Schadenanfälligkeit hin inspiziert und entsprechend den erhaltenen Fakten beurteilt. Eine erhebliche Anzahl der Felduntersuchungen und Objektbeurteilungen konnte anlässlich von Sanierungsmassnahmen erfolgen. Dies erlaubte oft eine eingehende Beurteilung der obgenannten Punkte.

Die Forschungsstelle konnte nach einem sofortigen Beginn nur nach Unterbrüchen die Felderhebungen durchführen und diese vorerst 1990 «abschliessen». Ab 1988 wandte sich die Forschungsstelle an die EMPA und erhielt beratende Unterstützung. Ab 1990 wurden dann an der EMPA einzelne Berichtsteile geschrieben. Schliesslich übergab die Forschungsstelle im zweiten Halbjahr 1991 die handschriftlichen oder geschriebenen Unterlagen der EMPA.

Aufgrund der Resultate und Erkenntnisse aus vorliegender Forschungsarbeit konnten zahlreiche Normen über Brückenabdichtungen und Brückenbeläge grundlegend überarbeitet und durch die Publikation der SN 640 490 b «Brückenabdichtungen und Brückenbeläge; Konzeption, Anforderungen, Ausführung» termingerecht ersetzt werden. Wesentliche Erkenntnisse aus den Zustandsbewertungen sind im folgenden hervorgehoben.

Gussasphaltschichten GA haben sich sowohl als Abdichtung als auch als Belag in allen Systemen **gut** verhalten. Insbesondere haben sich GA- und HRA-Beläge auch auf den geklebten Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen PBD und den Kunststoff-Vollverbund-Abdichtungen bestens bewährt. **Hot-Rolled-Asphalt HRA** ist nicht bedenkenlos als Abdichtung anzuwenden.

Beläge aus Asphaltbeton AB auf Brücken haben sich im Vergleich zu den GA- und HRA-Belägen **signifikant ungünstiger** verhalten, das heisst meist nur **befriedigend** und teilweise sogar **nicht befriedigend**. **AB-Schutzschichten** bewährten sich im allgemeinen **nicht** und haben sich auch oft auf Abdichtungen und/oder Beläge **nachteilig** ausgewirkt.

Verankerte Beton-Deckbeläge sind durch Stahlanker mit den Brückenplatten monolithisch verbundene Betondeckbeläge, die sich als statisch mittragende Ausführung in der Hälfte der Fälle gut bis sehr gut **bewährt haben**. Die übrigen sieben Objekte verhielten sich stark unterschiedlich und in drei Fällen war ein schlechtes Verhalten festzustellen. Das mittlere Alter betrug 23 Jahre. **Verankerte Betondeckschichten mit Heizung** sind wegen der diffizilen Ausführung nur in begründeten Ausnahmefällen angezeigt.

Die anderen inspizierten Einzelfälle **schwimmender Betonbrückenbeläge** mit bzw. ohne bituminöse Abdichtungen haben sich über 20 Jahre bewährt. Je ein **haftender Betonbelag** und eine **haftende (dünn!) Betondeckschicht** bewährten sich während 40 bzw über 46 Jahre.

Planung, Projektierung

Wannen auf Brücken vermeiden.

Minimales Fallliniengefälle der Brückenplatten von 3 % einhalten.

Minimales Wasserrinnengefälle von 1,5 % einhalten.

Das System «Brückenabdichtung und Brückenbelag» bei der Projektierung des Brückenobjektes frühzeitig mit einbeziehen.

Konzeption

Die ganzheitliche Betrachtungsweise von Brückenabdichtung und Brückenbelag ist unerlässlich.

Materialien

Einzelne Abdichtungsmaterialien wurden nicht mehr normiert und andere neu in das Normenwerk aufgenommen. Im weiteren resultierten Hinweise für künftige Normrevisionen.

Schichtdicken

Teilweise mussten gegenüber den vorhergehenden Normen neue grössere Schichtdicken vorgeschrieben werden.

Voraussetzung für einwandfreie Systeme sind sorgfältig eingebaute wasserdichte und frosttausalzresistente Betonbrückenplatten, tadellos ausgeführte Abdichtungen, Beläge, Entwässerungen, Randaufbordungen, Übergangsanschlüsse, Fugenverguss etc. sowie eine gute Überwachung und Ausführung des erforderlichen Unterhaltes.

Ausführung

Sorgfältiges Ausführen der Brückenabdichtungen und Brückenbeläge ist von primordialer Bedeutung. Die besten Materialien können bei mangelhaftem Verarbeiten und Einbauen zu drastisch verkürzten Gebrauchsdauern der Brückenabdichtungen und Brückenbelägen führen.

Überwachungen, Inspektionen, Kontrollen und Unterhalt

Regelmässige Inspektionen des gesamten Fahrbahnbereiches durch den Bauherrn sind von eminenter Bedeutung, um notwendige Unterhaltsmassnahmen frühzeitig zu erkennen und auszuführen. Nur damit ist eine möglichst grosse Gebrauchsdauer der Brückenobjekte zu erreichen.

Mit dem Schlussbericht zu dieser praxisbezogenen Forschungsarbeit hoffen die Autoren, dass schon in nächster Zukunft beim Ausarbeiten des Projektes hinsichtlich Wahl des Systems (Brückenabdichtung inklusive Brückenbelag) die erforderlichen Dispositionen stets mit dem nötigen Weitblick rechtzeitig getroffen werden.

Résumé

Des relevés de l'état de l'étanchéité de ponts ont été effectués principalement au cours des années 1979 à 1990 ainsi qu'en 1995/1996. Au total 143 ponts ont été inspectés: 121 étanchéités et revêtements bitumineux ont été répartis en 17 systèmes et 22 objets exécutés en béton ont été subdivisés en 6 systèmes. Tous ces systèmes ont été évalués quant à leur comportement à long terme et à leur susceptibilité aux dommages. Un nombre important de ces inspections ont été effectuées à l'occasion de travaux de réparation, ce qui a permis une appréciation détaillée des points mentionnés ci-dessus.

Après un début rapide, le laboratoire qui a lancé à cette étude n'a pu poursuivre ces inspections qu'après des interruptions et les «achever» provisoirement en 1990. A partir de 1988 ce laboratoire s'est adressé à l'EMPA qui l'a soutenu de ses conseils. A partir de 1990 l'EMPA s'est chargée de la rédaction de certaines parties du rapport. Finalement dans le courant du deuxième semestre 1991, tous les documents ont été remis à l'EMPA.

Les résultats et les conclusions de ce travail de recherche ont conduit à une révision profonde de nombreuses normes sur les étanchéités et les revêtements de ponts qui s'est concrétisée par la publication dans les délais prévus de la norme SN 640 490 b «Etanchéités et revêtement des ponts, conception, exigences, exécution». Les principaux résultats de cette étude sont mentionnés ci-après.

Les couches d'asphalte coulé GA, utilisées comme étanchéité ou comme revêtement, ont fait preuve d'un **bon comportement** dans tous les systèmes. En particulier, les revêtements GA et HRA se sont avérés excellents aussi pour l'application sur les lés d'étanchéité à base de bitume-polymère collés et sur les lés d'étanchéité en matière synthétique. Le **Hot-Rolled-Asphalt HRA** ne peut s'utiliser qu'avec certaines réserves comme étanchéité.

Par rapport au GA et au HRA, les **revêtements en béton bitumineux AB** sur les ponts ont fait preuve d'un comportement **significativement moins bon**, soit le plus souvent seulement **satisfaisant** et parfois même **insatisfaisant**. Les **couches de protection AB** ne se sont d'une manière générale **pas avérées bonnes** et se sont même révélées souvent **défavorables** en couverture des étanchéités et/ou comme revêtement.

Les **revêtements de couverture en béton ancrés** sont constitués de dalles de béton reliées au tablier du pont au moyen d'ancrages en acier de manière à former un ensemble monolithique. Dans leur version participant à la capacité portante statique, ces revêtements se sont avérés être **bons à très bons** dans la moitié des cas. Les sept autres objets restant présentaient un comportement très variable et dans trois cas ce comportement était mauvais. L'âge moyen des objets atteignait 23 ans. Du fait de leur réalisation délicate, les **couches de couverture en béton ancrées chauffées** ne sont indiquées que dans des cas exceptionnels bien définis.

Les quelques autres objets avec des **revêtements flottants en béton** avec ou sans étanchéité bitumineuse présentent un bon comportement depuis plus de 20 ans. Un **revêtement de béton**

adhérent et une **couche de couverture de béton** (mince!) adhérente font preuve d'un bon comportement depuis 40, respectivement 46 ans.

Planification des projets

Eviter les formes concaves sur les ponts.

Respecter une plus grande pente du tablier d'au minimum 3 %

Respecter une pente minimale des caniveau de 1.5 %.

Inclure suffisamment tôt le système «étanchéité et de revêtement» dans l'étude du projet.

Conception

Une conception globale de l'étanchéité et du revêtement du pont est indispensable.

Matériaux

Certains matériaux d'étanchéité ne sont plus normalisés et des nouveaux matériaux ont été inclus dans les normes. De plus cette étude émet quelques propositions pour la révision future des normes.

Épaisseurs de couche

Des exigences d'épaisseurs de couche plus élevées ont parfois dû être formulées par rapport aux anciennes normes.

La condition préalable à la réalisation de systèmes exempts de défaut est un tablier soigneusement exécuté, étanche à l'eau et résistant aux sels de déverglaçage, une exécution parfaite de l'étanchéité, du revêtement, de l'évacuation des eaux, des bordures, des raccords et du colmatage des joints, etc., ainsi qu'une bonne exécution et une surveillance des travaux d'entretien.

Exécution

L'exécution soignée de l'étanchéité et du revêtement des ponts est d'une importance primordiale. Même avec les meilleurs matériaux, une mauvaise utilisation et une mise en œuvre défectueuse peuvent conduire à une réduction de la durée de vie de l'étanchéité et du revêtement.

Surveillance, inspections, contrôles et entretien

Des inspections régulières de l'ensemble de la zone de la chaussée par le maître de l'ouvrage sont d'une importance capitale pour reconnaître et exécuter à temps les mesures d'entretien nécessaires. Ce n'est qu'à cette condition que les ponts peuvent atteindre une durée de vie maximale.

Avec le rapport final de ce travail de recherche orienté vers la pratique, les auteurs espèrent que dans un avenir proche, dans le cadre de l'étude des projets de ponts et lors du choix d'un système (étanchéité et revêtement du pont) les dispositions nécessaires seront toujours prises à temps avec la clairvoyance nécessaire.

Summary

Field surveys were carried out from 1979 to 1990 and also 1995/1996 during which a total of 143 bridges were inspected: 121 bituminous sealings and surfaces were divided into 17 different systems and 22 concrete constructions divided into six different systems. All systems of the 143 constructions were inspected for long-term damage and assessed according to the collected data. A large number of the surveys were carried out during reconstruction work which permitted a comprehensive evaluation of the above-mentioned points.

After an early start the field surveys were carried out by the research group after interruptions and could not be completed before 1990. From 1988 the group turned to EMPA for support. From 1990 individual parts of the reports were written at EMPA. Finally in the second half of 1991, the research group handed over all relevant documents to EMPA.

On the basis of the results from this research work a large number of standards for bridge sealings and bridge surfaces were completely revised and replaced by the publication SN 640 490 b «Bridge sealings and surfaces; concept, specification, execution». The main conclusions resulting from the evaluation of the condition of the bridges are contained in the following paragraphs:

Melted asphalt layers provided **good** service both for sealing and as road surface. Melted asphalt and hot rolled asphalt layers exhibited excellent characteristics in particular on adhered polymer bitumen waterproof layers and fully bonded plastic sealing layers. **Hot rolled asphalt**, however, cannot be used for sealing without careful consideration.

Surfaces on bridges made of asphalt concrete exhibited **less favourable characteristics** compared with melted asphalt and hot rolled surfaces. These surfaces were either **just satisfactory** and in some cases **unsatisfactory**. **Asphalt concrete protective layers** were in general **not reliable** and often had a **negative impact** on the sealing or the road surface.

Steel anchored concrete surface pavements, which serves as static joint bearing, proved to be good or very good in 50% of the cases. The 7 remaining cases differed considerably and in 3 cases the system was unsatisfactory. The average age of the constructions was 23 years.

Anchored concrete surface pavements with built-in heating are only advisable in exceptional cases due to the difficult work involved.

The other individual constructions inspected with **floating concrete bridge pavements**, both with and without bituminous sealing, have provided satisfactory service for over 20 years. One construction with **bonded concrete layer** and the other with a (thin) **bonded concrete surface layer** have proven themselves satisfactorily for 40 respectively 43 years.

Project planning

Avoid troughs on the bridge. Ensure that the gradient slope of the bridge pavements are at least 3%. Ensure that the gutter gradient is at least 1.5%. Include the system «bridge sealing and bridge surface» at an early stage in the project planning.

Concept

The sealing and the road surface of the bridge must be treated as a complete unit.

Materials

Individual sealing materials were eliminated from the standard and some new ones were included. In addition certain results indicated future revisions to the standard.

Layer thickness

The thickness of some layers specified in the previous standard had to be increased.

Specifications for trouble-free systems

This demands carefully installed water-tight and salt-resistant concrete bridge plates, perfect sealing, surfaces, drainage, borders, joints, etc., together with first class supervision to ensure that necessary maintenance work is carried out.

Quality of workmanship

The quality of the work carried out on the sealing and surfaces of the bridge is of vital importance. Even using the best materials available, poor workmanship during the building can drastically shorten the useful life of the sealing and road surface of a bridge.

Supervision, inspection and maintenance

Regular inspection of the roadway is important in order to ensure early detection of any necessary maintenance work. Maintenance work carried out at an early stage helps to lengthen the useful life of a bridge.

The authors hope that this final report to the practical research work will in the near future provide a basis for long-term project planning when selecting the most suitable sealing and roadway surface for bridges.

Inhaltsverzeichnis

	Seiten
Zusammenfassung / Résumé / Abstract	3-4 / 5-6 / 7-8
Inhaltsverzeichnis	9 - 10
Liste der Abkürzungen	11
A Auftrag und Ziele	11
B Ausgangslage	13
C Vorgehen	14
1. Felderhebungen	14
2. Planung	14
3. Umfang, zeitlicher Ablauf	14
D Berichterstattung	16
E Brückenabdichtungen und Brückenbeläge	17
1. Überblick	17
2. Entwicklung	17
3. Systeme	17
F Felderhebungen	18
1. Umfragen	18
2. Vorgehen	18
3. Bituminöse Brückenabdichtungen	19
4. Bituminöse Brückenbeläge	19
5. Bituminöse Systeme	19
6. Betonbrückenbeläge, Systeme	20
7. Protokolle	22
8. Bohrkernentnahmen	26
G Übersicht und Zusammenfassung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen	27
H Kommentar zu den einzelnen Systemen	118
1. Sys 1a GA/GA	118
2. Sys 1b GA(AB)-HRA	119
3. Sys 2 GA/AB	120
4. Sys 3a M/GA	121
5. Sys 3b M/AB	122
6. Sys 4 WM/AB/GA	123
7. Sys 5a WM/AB	124
8. Sys 5b WM/AB/HRA	125
9. Sys 6 BD/GA	126
10. Sys 7 BD/AB	127
11. Sys 8a PBD/GA	127
12. Sys 8b PBD/AB/HRA	128
13. Sys 9 PBD/AB	128
14. Sys 10a K/GA	129
15. Sys 10b K/AB	129
16. Sys 11 HRA/HRA	130
17. Sys 12 BA/AB/AB	130

		Seiten
	18. Sys 13a BD/BH schwimmend	131
	19. Sys 13b WM/BH schwimmend	131
	20. Sys 14 BH schwimmend	132
	21. Sys 15 BH haftend	132
	22. Sys 16a und b BH verankert	133
I	Dicken und Bewährung der Systeme	134
K	Folgerungen	137
	1. Ergebnisse der Zustandsbewertungen	137
	2. Beton, Betonsanierungen	142
L	Empfehlungen	143
M	Schlussfolgerungen	145

Anhang zum Schlussbericht

Sämtliche Felderhebungen sind im separaten Anhang zusammengestellt. Dieser Anhang wird nicht publiziert. Jedoch ist ein Exemplar des Anhanges in der Bibliothek der EMPA Dübendorf, CH-8600 Dübendorf, deponiert und kann dort eingesehen werden.

Abkürzungen

BA	Bituminöser Anstrich
AB	Asphaltbeton (SN 640 431 a)
BD	Bitumen-Dichtungsbahn (SIA 281)
BH	Hochwertiger Beton
FDM	Fugendichtungsmasse
GA	Gussasphalt (SN 640 440 a)
HRA	Hot-Rolled-Asphalt
K	Kunststoff
M	Mastix (SN 640 440 a)
PBD	Polymer-Bitumen-Dichtungsbahn (SIA 281)
PC	Portlandzement
Sys	System umfassend Abdichtung und Belag
TA	Teerasphaltbeton
WM	Weichmastix (SN 640 440 a)
*	Naturasphalt (Trinidad-Epuré)
**	maschineller Einbau
***	Handeinbau
Gg	Glasgewebe
Gv	Glasvlies
A	Aussen-Gefälle in %
I	Innen-Gefälle in %
L	Längs-Gefälle in %
Q	Quer-Gefälle in %
F	Falllinien-Gefälle in %
<	zu klein, zu dünn, zu schwach
>	zu gross, zu dick, zu stark
x	ausgeführt, vorhanden
–	nicht ausgeführt, ohne
v	mit, genügend
/	bis
f	Fehler (Proj./Ausführung)
i.O.	in Ordnung
n	neu
sg	sehr gut
g	gut
m	mangelhaft
s	schlecht
d	defekt
sa	sanieren
u	ungenügend, ungünstig; jedoch im Zusammenhang mit der Bezeichnung von Asphaltbeton (wie AB 16u) dient dieses u zum Kennzeichnen der Ausgleichsschichten gemäss SN 640 431 (Ausgabe 1976)
vorg	vorgesehen

A Auftrag und Ziele

Das Eidgenössische Departement des Innern erteilte am 12. September 1979 aufgrund des Bundesratsbeschlusses den Forschungsauftrag Nr. 26/79 «Brückenabdichtungen und Brückenbeläge, Untersuchung verschiedener Systeme in der Schweiz» verschiedene Systeme an möglichst langfristig befahrenen Objekten, die auf ihre Eignung bzw. Schadenanfälligkeit hin zu analysieren waren, an Herrn J.W. Zollikofer, Dipl. Ing. ETHZ, CH-8953 Dietikon, mit Unterstützung der EMPA, CH-8600 Dübendorf, Abteilung 113, Strassenbau/Abdichtungen.

Im Vordergrund für die Felderhebungen standen in einer ersten Etappe vorerst visuelle Beurteilungen an einer gezielten Auswahl von Brückenbauwerken mit verschiedenen Abdichtungen und Belägen durchzuführen. Solche Felduntersuchungen waren insgesamt an rund 60 Objekten durchzuführen. Hauptaugenmerk war dabei auf die Undurchlässigkeit der verschiedenen Systeme bestehend aus Brückenabdichtungen und Brückenbelägen zu richten, und im besonderen allfällige Wasseraustritte, Risse, Schäden am Beton, am Belag und an Anschlüssen sowie allfällige Konstruktionsfehler waren festzustellen und zu protokollieren. Im weiteren waren aufgetretene Schäden zu beurteilen und Bewährung und Schadenanfälligkeit der untersuchten Brückenabdichtungen und Brückenbeläge zu kommentieren.

Hauptziel war das Erarbeiten möglichst umfassender Unterlagen zum Normieren der geeigneten Abdichtungs- und Belagssysteme und notwendig erscheinender Empfehlungen bei der Bauausführung.

Eine zweite Etappe sowie deren Ziele sind allenfalls nach Abschluss der ersten Etappe zu formulieren.

B Ausgangslage

In der Zeit einer enormen Entwicklung des Strassenwesens und der im Brückenbau mit wechselndem Erfolg angewandten Abdichtungen und Beläge waren die Ursachen der Schadenanfälligkeit mangelhafter oder sanierungsbedürftiger Objekte festzustellen und an guten Konstruktionen die notwendigen baulichen Voraussetzungen und Bedingungen für sichere, dauerhafte Systeme bestehend aus Brückenabdichtungen und Brückenbelägen zu erarbeiten, dies sowohl für die allgemeine Normierung als auch für Empfehlungen bei Bauausführung, Unterhalt der Betonkonstruktionen, Abdichtungen und Belägen.

Zuvor veranlasste spezifische Umfragen bei den Kantonen und Städten ergaben wohl eine gewisse Übersicht, erlaubten aber keine schlüssigen Folgerungen. Aus vorstehend dargelegten Gründen wurde beschlossen, im Rahmen dieser systematischen Forschungsarbeit in unserem Land eine grosse Anzahl unterschiedlicher Ausführungen zu beurteilen. Diese Felderhebungen sind an häufig erstellten Brücken-, Abdichtungs- und Belagssystemen durchzuführen, um deren aktuellen Zustand erfassen zu können.

C Vorgehen

1. Felderhebungen

Nach der Auftragserteilung konnte bereits 1979 mit Felderhebungen und handschriftlicher Protokollierung begonnen werden.

Durch Augenscheine an Brückenbauwerken – vorgenommen in der Regel nach Kontaktnahme und in Anwesenheit der Bauherrschaft – wurden Daten wie Baujahr, Konstruktion, Abdichtungs- und Belagsaufbau, Rand- und Übergangsanschlüsse, Sonderausführungen usw. erhoben und visuell Zustand, Vorkommnisse, Unterhalt, Mängel, Schäden und Fehler festgestellt sowie Fotos und Skizzen gemacht. In den Protokollen sind zusätzliche Verbesserungs- oder Sanierungsvorschläge festgehalten.

2. Planung

Notwendige Voraussetzung war einerseits, zahlreiche gute Ausführungen bewährter Brückenbauwerke zu analysieren, um dadurch leistungsfähige Brückenabdichtungen und Beläge mit kleiner Schadenanfälligkeit und minimalen Unterhaltskosten zu erhalten. Andererseits wurde erwartet, auch andere Ausführungen, die sich weniger bewährten, in die Felderhebungen miteinbeziehen zu können.

Mit der Inangriffnahme der Arbeiten zeigte sich je länger je mehr, dass eine enge Begrenzung auf wenige Systeme nicht sinnvoll war. Die Vielfalt der in der Schweiz – oft nach regionalen Präferenzen – ausgeführten Brückenabdichtungen und Brückenbeläge erheischte vielmehr ein Erfassen möglichst aller Objekte, die der Forschungsstelle zugänglich waren.

3. Umfang, zeitlicher Ablauf

Hauptsächlich in den Jahren ab 1979 bis 1990 sowie 1995/1996 konnten die Felderhebungen durchgeführt werden. Insgesamt wurden 143 Brückenbauwerke inspiziert: 121 bituminöse Abdichtungen und Beläge wurden in 17 Systeme und 22 Objekte in Beton-Ausführungen in sechs Systeme unterteilt. Sämtliche Systeme aller 143 inspizierten Objekte wurden auf Langzeitbewährung bzw. Schadenanfälligkeit hin inspiziert und entsprechend den erhaltenen Fakten beurteilt. Es war deshalb notwendig, sowohl die Ursachen des Gelingens oder Misserfolges von Abdichtung und Belag als auch das Verhalten der Brückenkonstruktion – insbesondere Zustand und Beanspruchung der Brückenplatte infolge Lage, Verkehrsbelastung und Winterdienst – mit in die Bewertung einzubeziehen.

D Berichterstattung

Die Berichterstattung zum Forschungsauftrag «Brückenabdichtungen und Brückenbeläge, Untersuchung verschiedener Systeme in der Schweiz» erfolgt mit dem möglichst konzisen Schlussbericht. Diesem Schlussbericht liegt ein detaillierter Anhang zugrunde, der jedoch nicht publiziert wird.

Schlussbericht

Der Schlussbericht basiert auf den weitgehend von der Forschungsstelle durchgeführten Felderhebungen. Alle Protokolle der Felderhebungen sind im separaten Anhang zum Schlussbericht enthalten. Der vorliegende Schlussbericht enthält Auswertungen, Übersichten, Zusammenfassungen, Kommentare, Empfehlungen und Folgerungen.

Anhang zum Schlussbericht

Sämtliche Protokolle der Felderhebungen sind im separaten Anhang zusammengestellt. Dieser Anhang wird jedoch gemäss Beschluss der Kommission «Beläge und Dimensionierung der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute» nicht publiziert. Auf Verlangen kann der separate Anhang in der Bibliothek der EMPA Dübendorf, CH-8600 Dübendorf, eingesehen werden.

Die Forschungsstelle konnte nach einem sofortigen Beginn nur nach Unterbrüchen die Felderhebungen durchführen und diese vorerst 1990 abschliessen. Ab 1988 wandte sich die Forschungsstelle an die EMPA und der Unterzeichnende half in sehr zahlreichen Sitzungen beratend mit. Ab 1990 wurden dann an der EMPA einzelne Felderhebungen und später Berichtsteile geschrieben. Schliesslich übergaben die Forschungsstelle im zweiten Halbjahr 1991 die handschriftlichen oder geschriebenen Unterlagen dem Unterzeichnenden. Dieser versuchte in einem grossen Effort 1993/94 die Arbeit abzuschliessen. Dies war jedoch sehr mühselig, so dass ein Unterbruch bis Ende 1995 erfolgen musste. Die Forschungsstelle selbst musste in den 80er und 90er Jahren verschiedene gesundheitlich bedingte, längere Unterbrüche an dieser Arbeit einlegen.

Für die Gewährung der Fristerstreckung zur Ablieferung des Schlussberichtes möchten die Forschungsstelle und der Unterzeichnende auch an dieser Stelle bestens danken. Die Fristerstreckung war einerseits wegen des rund dreifachen Umfangs der Arbeit gegenüber des ursprünglich geplanten Aufwandes bedingt und andererseits zur Objektivierung von Aussagen und Beurteilungen wichtig und notwendig. Aus diesen Gründen mussten noch ergänzende Felderhebungen 1995 und 1996 erfolgen.

F Felderhebungen

1. Umfragen

In der zweiten Hälfte der Siebzigerjahre Jahre beauftragte die VSS-Kommission «Beläge» die Subkommission «Brückenabdichtungen» mit der Überarbeitung der Schweizer Normen über Brückenabdichtungen und Brückenbeläge. Aufgrund stark divergierender Ansichten in dieser Subkommission wurde beschlossen, bei Bauherrschaften gezielte Umfragen zu veranlassen. Diese Umfragen bei Kantons- und Stadtbauämtern über Erfahrungen mit angewandten Brückenabdichtungen und Brückenbelag ergaben wohl eine gewisse Übersicht, aber zu wenige schlüssigen Fakten für Projektierungs- und Ausführungsnormen.

Wegen der an neuen Brücken immer häufiger und markanter auftretenden Schäden wurde beschlossen, im Rahmen einer systematischen Arbeit eine Auswahl guter und schlechter Ausführungen, insbesondere der am häufigsten erstellten Brückenabdichtungen und Brückenbeläge, zu beurteilen. Dies führte zur vorliegenden Forschungsarbeit.

2. Vorgehen

Durch Augenscheine an Brückenbauwerken – vorgenommen in der Regel nach Kontaktnahme und in Anwesenheit der Bauherrschaft – wurden Daten über Baujahr, Konstruktion, Abdichtungs- und Belagsaufbau, Rand- und Übergangsanschlüsse, Sonderausführungen erhoben und visuell Vorkommnisse, Unterhalt, Mängel, Schäden und Fehler festgestellt sowie Fotos und Skizzen gemacht.

Die erhaltenen Auskünfte und die Feststellungen wurden protokolliert, die inspizierten Ausführungen beurteilt und die Ergebnisse zusammengestellt. In den Protokollen sind zusätzliche Verbesserungs- oder Sanierungsvorschläge festgehalten.

Im Zeitraum von 1979 bis 1990 und 1995/1996 wurden die Abdichtungen und Beläge von 143 Brückenbauwerken systematisch untersucht. Diese Objekte verteilten sich möglichst über die ganze Schweiz. Im Hinblick auf die Überarbeitung der schweizerischen Normen über Brückenabdichtungen und Brückenbeläge wurden möglichst langfristig befahrene Objekte und die verschiedenen in der Schweiz gebräuchlichen Abdichtungs- und Belagssysteme auf deren Eignung, Funktionstüchtigkeit sowie auf deren Schadenanfälligkeit untersucht und beurteilt. Von den insgesamt untersuchten 143 Brückenbauwerken waren 121 Objekte mit bituminösen Brückenabdichtungen und Brückenbelägen erstellt und 22 Objekte waren in Betonbauweise ausgeführt worden.

E Brückenabdichtungen und Brückenbeläge

1. Überblick

Die rasante Entwicklung im Strassenverkehr, insbesondere die Zunahme des Fahrzeugaufkommens und die Achslasterhöhungen, bedingten ein stetiges Angleichen der Strassendecken und speziell der Brückenkonstruktionen, -abdichtungen und -beläge.

Seit Beginn dieses Jahrhunderts wurden auf chaussierten Landstrassen zur Staubbekämpfung Oberflächenbehandlungen mit Heisstee und später mit Bitumenemulsionen oder Heissbitumen und auf Stadtstrassen auch Schottertränkungen ausgeführt. Solche «Strassenbefestigungen» blieben in der Schweiz bis zum und während des Zweiten Weltkrieges teilweise Normalausführung. Die schweren Fahrzeuge rollten ursprünglich mit eisenbereiften Rädern mit Vollgummipneus über Strassenbefestigungen und ungeschützte Beton-Brückenoberflächen. Schlaglöcher in Strassendecken und Betonausbrüche auf Brückenplatten waren bei der stetigen Verkehrszunahme drohende Anzeichen des Zusammenbruchs.

Später wurden über die Brückenplatten bituminöse Strassenbeläge durchgezogen. Dies diente oft mehr der Kontinuität als dem Fahrkomfort. In dieser Phase wurden jedenfalls noch keine Abdichtungen eingebaut! Teilweise wurden noch Ende der Sechzigerjahre und sogar bis anfangs der Siebzigerjahre selbst auf Nationalstrassen keine Brückenabdichtungen eingebaut. In diesen Fällen vermochten auch 70 bis 80 mm dicke Asphaltbetonbeläge samt bituminösen Anstrichen auf der Betonbrückenplatte (Haftvermittlern) Salzschäden und Zerstörungen an den Brückenkonstruktionen nicht zu verhindern!

Neue widerstandsfähige Systeme (Brückenabdichtungen und Brückenbeläge) mussten entwickelt werden, welche den erhöhten Verkehrsbelastungen besser standhalten sollten. Anfänglich vermochten, mit Ausnahme von Gussasphalt- und Betonbelägen, keine anderen Systeme genügend Schutz zu bieten gegen eindringendes Oberflächenwasser. Speziell seit der «Schwarzräumung» im Winterdienst und deren damit notwendigen Einsatz von Tausalz wirkten sich fehlende Abdichtungen zum Teil verheerend auf die Beton-Brückenkonstruktionen aus, im speziellen auf die Betonbrückenplatte samt ihren Kordons.

2. Entwicklung

Seit Anfang der Fünfzigerjahre wurden auch in der Schweiz zahlreiche Versuche mit Systemen (Kombinationen von verschiedenen Brückenabdichtungen und Brückenbelägen) gemacht, die bei zweckmässigem und sorgfältigem Einbau die Betonkonstruktion einwandfrei vor Schaden schützen sollten und oftmals auch konnten. Die Vielfalt der in unserem Gebirgsland im Brückenbau ausgeführten Brückenabdichtungen und Brückenbeläge brachte Probleme und Schwierigkeiten mit sich, die aber zu interessanten Erfahrungen und vorteilhaften Lösungen führen sollten.

3. Systeme

Die in den Felderhebungen einbezogenen Kombinationen von Brückenabdichtungen und Brückenbelägen wurden im folgenden stets mit «Systeme» bezeichnet.

An sämtlichen 143 Objekten wurden ausschliesslich Felduntersuchungen durchgeführt. Diese visuellen Inspektionen erfolgten gemäss einer umfangreichen Checkliste, die in Ziffer 7 enthalten ist.

Ursprünglich waren Felduntersuchungen an rund 60 Objekten vorgesehen. Aus sachlichen Gründen wurden jedoch deutlich mehr als die doppelte Anzahl der ursprünglich vorgesehenen Objekte inspiziert. Zahlreiche der erfassten Objekte wurden zudem nach deren Sanierung erneut inspiziert, so dass insgesamt über 180 Inspektionen stattgefunden haben.

3. Bituminöse Brückenabdichtungen

Nachfolgend angeführte bituminöse Brückenabdichtungen (bituminöse Abdichtungen und Kunststoffabdichtungen) wurden in die Untersuchungen einbezogen:

– Gussasphalt	GA
– Mastix	M
– Weichmastix	WM
– Bitumen-Dichtungsbahnen	BD
– Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen	PBD
– Kunststoff-Abdichtungen	K

Die beiden im folgenden genannten bituminösen Varianten wurden gelegentlich als praktisch abdichtend beurteilt. Sie gelten jedoch nicht als eine eigentliche Abdichtungsschicht gelten.

– Hot-Rolled-Asphalt	HRA
– Bituminöser Anstrich	(Dicke < 3 mm)

4. Bituminöse Brückenbeläge

In die Untersuchungen einbezogen wurden folgende bituminöse Brückenbeläge:

– Gussasphalt	GA
– Hot-Rolled-Asphalt	HRA
– Asphaltbeton	AB

5. Bituminöse Systeme

Die systematische Einteilung der in die Felderhebungen einbezogene Kombination von bituminösen Brückenabdichtungen und Brückenbelägen führte zu 17 bituminösen Systemen (Sys 1 bis 12, teilweise in a) und b) unterteilt).

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die Einteilungen in die verschiedenen bituminösen Systeme mit den dazugehörigen Brückenabdichtungen und Brückenbelägen (in Kurzform) samt der Anzahl der durchgeführten Felderhebungen aufgelistet.

Tabelle 1**Bituminöse Systeme, Abdichtungs- und Belagsarten sowie Anzahl Objekte**

Sys	Abdichtungs-/Belagsarten	Anzahl Objekte
1a	GA/GA	18
1b	GA (AB) HRA	3
2	GA/AB	36
3a	M/GA	1
3b	M/AB	2
4	WM/GA	1
5a	WM/AB	11
5b	WM/HRA	1
6	BD/GA	2
7	BD/AB	7
8a	PBD/GA	7
8b	PPD/HRA	3
9	PBD/AB	14
10a	K/GA	3
10b	K/AB	3
11	HRA/HRA	1
12	BA/AB	8
Total		121

6. Betonbrückenbeläge, Systeme

In dieser Forschungsarbeit wurden sechs Systeme von Betonbrückenbelägen unterschieden. Die sechs Varianten enthalten in drei Systemen mit «schwimmender» Ausführung des Betonbelages, der allenfalls auf einer zusätzlichen Abdichtung angeordnet ist. Bei den drei Systemen mit schwimmendem Betonbelag wurden zwei Abdichtungen erfasst.

- Bitumen-Dichtungsbahnen BD und
- Weichmastix WM.

Beim dritten System mit schwimmendem Betonbrückenbelag wurde dieser direkt auf die Brückenplatte aufgebracht.

Beim vierten System hafteten die direkt auf die Betonbrückenplatte aufgetragenen Betonbeläge bzw. Betondeckschichten.

Bei den beiden Systemen mit verankerten Betondeckschichten wurden diese mit der Brückenplatte monolithisch verbunden. Es wird unterschieden zwischen den Systemen ohne und mit Heizungen.

Die Felderhebungen der Betonbrückenbeläge führte zur Einteilung in sechs Systeme. In der nachfolgenden Tabelle 2 ist die Einteilung in schwimmende, haftende und monolithisch verbundene Betonbrückenbeläge vorgenommen, wobei bei den schwimmenden Betonbrückenbelägen zwischen solchen ohne und solchen mit bituminösen Abdichtungen unterschieden wird.

Tabelle 2

Betonbrückenbeläge, Systeme und Anzahl Objekte

System		Anzahl Objekte
13a	BH schwimmend mit zusätzlicher Abdichtung BD	1
13b	BH schwimmend mit zusätzlicher Abdichtung WM	1
14	BH, schwimmend	1
15	BH, haftend	2
16a	BH, verankert	15
16b	BH, verankert mit Heizung	2
Betonbrückenbeläge Total		22

In der nachfolgenden Tabelle 3 im Kapitel F sind einerseits die verschiedenen Systeme (Sys) mit den dazugehörigen Brückenabdichtungen und Brückenbelägen (in Kurzform) samt der Anzahl inspezierter Brückenobjekte aufgelistet, und andererseits sind zu den einzelnen Systemen die zugehörigen Protokolle mit den entsprechend dem Besichtigungsablauf zugeteilten Nummern aufgeführt.

7. Protokolle

An sämtlichen 142 Objekten wurden ausschliesslich Felduntersuchungen durchgeführt. Diese visuellen Inspektionen erfolgten gemäss einer umfangreichen Checkliste, die nachfolgend in ihrer ganzen Ausführlichkeit enthalten ist. Diese Checkliste umfasste folgende Hauptpunkte:

- 1 Fahrbahn
- 2 Gehwege/Standstreifen/Kordon
- 3 Anschlüsse
- 4 Betonbrückenplatte
- 5 Betonschäden und Reparaturen
- 6 Belagsschäden
- 7 Abdichtungsschäden
- 8 Betonbeläge, schwimmend
- 9 Betonbeläge, verankert
- 10 Fugenabdichtung
- 11 Unterhalt und Kontrolle (jährlich)
- 12 Sanierung
- 13 Fehler
- 14 Fugen
- 15 Unterhalt
- 16 Zustand
- 17 Baudaten

Zu jedem der vorgenannten Hauptpunkte wurden weitere Detaillierungen vorgenommen, die nachstehend aufgelistet sind.

1 Fahrbahn

- 10 Deckschicht
- 11 Tragschicht
- 12 Ausgleichsschicht
- 13 Schutzschicht
- 14 Abdichtung
- 15 Trennschicht
- 16 Voranstrich / Haftmittel
- 17 Abdichtung /Imprägnierung
- 18 Belag /Abdichtung: zu dünn
- 19 Griffigkeit

2 Gehwege /Standstreifen

- 20 Deckschicht
- 21 Tragschicht
- 22 Abdichtung
- 23 Trennschicht
- 24 Sickerbeton
- 25 Unterbau
- 26 zu schwacher Belag
- 27 zu dünne Abdichtung
- 28 zu dünne Kordon-Beschichtung

3 Anschlüsse

- 30 Randaufbordung
- 31 Übergangsschlüsse
- 32 Einbauten, Schächte, Randstein
- 33 Randanschlüsse fehlen, undicht
- 34 offene Fugen

4 Betonbrückenplatte

- 40 Gefälle
- 41 Ebenheit
- 42 Übergangskonstruktion
- 43 Gefällsbeton
- 44 Sickerbeton
- 45 Lecca Beton, Unterlagsschicht
- 46 Entwässerungsröhrchen
- 47 Mörtelunterlagsschicht
- 48 undichte Stellen
- 49 Umbau/Verbreiterung

5 Betonschäden und Reparaturen

- 50 Druckschäden
- 51 Sinterungen
- 52 Frost-Tausalzschäden (Beton)
- 53 Salzschäden (Armierung)
- 54 abfräsen, egalisieren
- 55 Stocken/abspitzen
- 56 Spritzbeton-Anstrich
- 57 Imprägnierung/Anstrich
- 58 Anstrich, Beschichtung, Reparatur **Epoxi**
- 59 Beton-Ausgleich-Verstärkung, Beton-Deckbelag

6 Belag

- 60 zu dünn
- 61 unregelmässig, schadhaft, uneben
- 62 deformiert/verformt
- 63 instabil/schiebt
- 64 Spurrinnen
- 65 zerrissen
- 66 wasserunterläufig
- 67 glatt, nicht griffig
- 68 Frostschäden/Ausbrüche
- 69 Belagsverstärkung (zweite Schicht)

7 Abdichtung

- 70 zu dünn
- 71 unregelmässig/ungenügend
- 72 unstabil/verdrückt
- 73 aufgestiegen
- 74 abgelöst
- 75 nicht verklebt
- 76 zu starr
- 77 geflämmt
- 78 "verbrannt"
- 79 Blasen

8 Betonbeläge, schwimmend

- 80 **Oberschicht** BH 350, 50 mm
- 81 Luftporen-Mittel LP
- 82 Hartsplitt
- 83 Stahldrahtnetz-Vollarmierung
- 84 **Unterschicht** BN 250, 150 mm
- 85 Profilstahl-Randarmierung
- 86 Profilstahl-Anker
- 87 Rundstahl-Dübel
- 88 Trennschicht
- 89 Oberflächen-Nachbehandlung

9 Betonbeläge, verankert

- 90 Hartsplitt-Beton BH 350, 90 mm
- 91 Luftporen-Mittel LP
- 92 Hartsplitt
- 93 Stahldrahtnetz-Vollarmierung
- 94 Profilstahl-Randarmierung
- 95 Profilstahl-Anker
- 96 Rundstahl-Dübel
- 97 Steinschrauben-Haftanker
- 98 PC-Mörtel-Haftbrücke, einreiben auf gewässerte Brückenplatte

10 Fugendichtung

- 100 vergiessen mit bituminöser Fugendichtungsmasse
- 101 verfüllen mit Neoprene-Profil
von Fahrbahn- und Gehweg-Rändern,
Konsolköpfen, u. Anschlüssen u. Kordons
- 102 undichte Fugen

11 Unterhalte und Kontrolle

- 110 Beton kontrollieren
- 111 Abdichtung und Entwässerung kontrollieren
- 112 Fugenabdichtung kontrollieren
 - Fremdkörper entfernen
 - Fugenverguss ergänzen
- 113 Belag kontrollieren
- 114 Allgemeiner Unterhalt

12 Sanierung

- 120 Brückenplatten-Beton
- 121 Abdichtung
- 122 Fugen
- 123 Belag
- 124 Jahr

13 Fehler

- 130 Brücken Projektierung
- 131 Ausführung

14 Fugenunterhalt

- 140 undichte Fugen
- 141 Fugen reinigen von Fremdkörpern und Nachverguss

15 Zustand

- 150 Beurteilung

16 Baudaten

- 160 Baujahr
- 161 Kontrolle(n)
- 162 Sanierung

Die in den Protokollen, Tabellen und Übersichten verwendeten weiteren Abkürzungen sind in der Liste der Tabelle 1 (Abkürzungen) enthalten.

Die erhaltenen Angaben und die eigenen Feststellungen und Beurteilungen wurden in den einzelnen Protokollen der Felderhebungen festgehalten. Diese Protokolle sind vollumfänglich im Anhang enthalten. Die Protokolle sind nach Systemen gegliedert und innerhalb eines Systems in aufsteigender Nummernfolge im Anhang angeordnet. Die Übersicht über die Systeme und die Anzahl der Objekte, die in die Felderhebungen einbezogen wurden, samt den zugehörigen Protokoll-Nummern sind in der Tabelle 4 enthalten.

8. Bohrkernentnahmen

Eine erhebliche Anzahl der Felduntersuchungen und Objektbeurteilungen konnte anlässlich von Sanierungsmassnahmen erfolgen. Dies erlaubte oft eingehende Feststellungen bezüglich Zustand der Brückenplatte, der Brückenabdichtung und Aufbau sowie Zustand des Belages und erlaubte Beurteilungen ohne spezielles Entnehmen von Bohrkernen. Bei einzelnen Objekten wurden aus anderen Gründen Bohrkern entnommen, so dass die daraus resultierenden Erkenntnisse festgehalten wurden. Aus dem dargelegten Sachverhalt konnte deshalb sachlich begründet auf spezielle Bohrkernentnahmen verzichtet werden.

Ursprünglich waren Felduntersuchungen an rund 60 Objekten vorgesehen. Aus sachlichen Gründen wurden jedoch etwa die zweieinhalbfache Anzahl der ursprünglich vorgesehenen Objekte inspiziert. Zahlreiche der erfassten Objekte wurden zudem mehrmals – beispielsweise erneut nach deren Sanierung – inspiziert, so dass insgesamt über 180 Inspektionen stattgefunden haben.

Unter Einrechnung der Kontrollen nach Sanierungen von Brücken und teilweisen Mehrfachkontrollen wurde durch die Forschungsstelle mehr als die dreifache Anzahl der ursprünglich geplanten Inspektionen durchgeführt. Auf das Entnehmen von Bohrkernen und deren Untersuchung musste zudem aus finanziellen Erwägungen verzichtet werden.

G Übersicht und Zusammenfassung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen

Die durchgeführten Felderhebungen sind in der Tabelle 3 «Systeme, Abdichtungs-/Belagsarten, Anzahl Objekte und zugehörige Protokoll-Nummern» übersichtlich aufgelistet.

Tabelle 3: Systeme, Abdichtungs-/Belagsarten, Anzahl Objekte und zugehörige Protokoll-Nummern

System	Abdichtungs-/Belagsarten	Anzahl Objekte	Protokoll-Nummern
1a	GA/GA	18	53, 74 – 79, 80, 82, 83, 85, 89, 94, 104, 110, 111, 113, 114
1b	GA/(AB)/HRA	3	99, 100, 136
2	GA/AB	36	6 – 10, 12 – 14, 20, 22, 28, 31, 54, 59, 64 – 70, 72, 73, 95 – 98, 101, 108, 109, 112, 119 – 122, 141
3a	M/GA	1	24
3b	M/AB	2	37, 38
4	WM/GA	1	87
5a	WM/AB	11	1 – 3, 5, 15, 19, 35, 36, 42, 49, 118
5b	WM/AB/HRA	1	21
6	BD/GA	2	11, 135
7	BD/AB	7	25, 27, 30, 34, 39, 40, 86
8a	PBD/GA	7	123, 130 – 134, 139
8b	PPD/(AB)/HRA	3	93, 105, 124
9	PBD/AB	14	32, 41, 44 – 47, 50, 81, 88, 92, 102, 103, 125, 138
10a	K/GA	3	4, 48, 52
10b	K/AB	3	58, 84, 90
11	HRA/HRA	1	117
12	BA/AB/AB	8	23, 29, 33, 71, 126 – 129
13a	BH mit zus. Abdichtung BD	1	61
13b	BH mit zus. Abdichtung WM	1	91
14	BH schwimmend	1	142
15	BH haftend	2	60, 140
16a	BH verankert	14	16 – 18, 26, 43, 51, 55 – 57, 62, 62a, 106, 107, 115, 116
16b	BH verankert mit Heizung	2	63, 137
Total		143 Objekte	

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen**Sys 1a GA / GA Gussasphalt-Abdichtungen, Gussasphalt-Beläge**

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1979 bis 1996 insgesamt 18 Brückenabdichtungen und Brückenbeläge des Systems 1a GA / GA, Gussasphalt-Abdichtungen und Gussasphalt-Beläge, inspiziert. Es sind dies die

Objekte 53, 74-80, 82, 83, 85, 89, 94, 104, 110, 111, 113, 114

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In den Tabellen auf den nächsten vier Seiten sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 1a GA / GA Gussasphalt-Abdichtungen, Gussasphalt-Beläge

Objekte	53	74	75	76	77
Fahrbahn					
Deckschicht	11, 40	11, 40	11, 30	11, 30	11, 30
Tragschicht	16, 40	16, 40	16, 25/35	16, 30	16, 30
Abdichtung	8, 20	40, 20*	8, 25	8, 25	8, 25
Trennschicht	Oe	Oe	Oe	Oe	Oe
Total: soll min 80:	100	100	80/90	85	85
Gehweg, Standstreifen					
Deckschicht	11, 40	11, 40	11, 35	11, 35	11, 30
Tragschicht	16, 40	16, 40			
Abdichtung	8, 20	4, 20*	BD	BD	BD
Trennschicht	Oe	Oe	Oe	Oe	Oe
Gesamtdicke	100	100	40	40	35
Anschlüsse					
Randaufbordung	—	PBD	BD	BD	BD
Übergangsanschluss	—	PBD	BD	BD	BD
Betonbrückenplatte					
Ebenheit	g	g	g	g	g
Übergangskonstruktion	—	v	v	—	—
Entwässerungs-Röhrchen	—	v	v	—	—
Beton	v	v	v	v	v
Sinterungen	—	—	—	—	—
Salzschäden, Beton	—	—	—	—	—
Salzschäden, Armierung	—	—	—	—	—
Anstrich	v				
Belag	v	v	v	v	v
Abdichtung	g	g	g	g	g
Fugendichtung	v	v	v	v	v
Unterhalt	v	v	v	v	v
Stahlkonstruktion					
Rostschutzanstrich	x				
Zustand, Beurteilung	g	g	g	g	g
Baudaten					
Baujahr	1969	1979/80	1979	1981	1982
Kontrolle	1980, 87	1987, 88	1988	1988	1988
Sanierung (Stahlkonstr.: Anstrich)	(1985)				
Kontrolle	1989				

System 1a GA / GA Gussasphalt-Abdichtungen, Gussasphalt-Beläge

Objekte	78	79	80	85	104
Fahrbahn				1985	
Deckschicht	8, 35	11, 35	11, 35	GAT 10, 30	11, 30
Tragschicht	16, 35	16, 35	16, 35	10, 20	11, 25/30
Abdichtung	8, 25	8, 25	11, 25	GAT, 20	8, 20/25
Trennschicht	Oe	Oe	Oe	70	Gv
Gesamtdicke	95	95	95		75/85
Gehweg, Standstreifen					
Deckschicht			11, 30		11, 30
Tragschicht					11, 25/30
Abdichtung	8, 35	11, 30	BD		8, 20/25
Trennschicht	Oe	Oe	Oe		Gv
Gesamtdicke	35	30	35		75/85
Anschlüsse					
Randaufbordung	BD	BD	BD	BD, Gehweg u. Kordon	PBD
Übergangsanschluss	BD	BD	BD	BD	PBD
Betonbrückenplatte					
Gefällbeton				Betonkeil im Gehwegber. 2.5 Quergefälle	
Ebenheit	g	g	g		g
Übergangskonstruktion	–	–	–		–
Entwässerungs-Röhrchen	–	–	–		Entwässerungs- und Entlüftungs- Röhrchen
Beton	v	v	v		–
Sinterungen	–	–	–		–
Salzschäden, Beton	–	–	–		–
Salzschäden, Armier	–	–	–		–
Anstrich	–	–	–		–
Belag					
Abdichtung	v	v	v		v
Fugendichtung	v	v	v		v
Unterhalt	v	v	v	m/g	v
Zustand, Beurteilung	g	g	g	87: m/s, 96: s	g
Baudaten					
Baujahr	1978	1969	1976	1958	1975
Kontrolle	1988	1987	1988	1980 (Obj. 31)	1987
Sanierung				1982, 85	
Nachkontrolle				1987, 96	

System 1a GA / GA Gussasphalt-Abdichtungen, Gussasphalt-Beläge

Objekte	82	83	89	94
Fahrbahn	bergseitig		81	talseitig
Deckschicht	11, 30/40	11, 30	16, 30/35	11, 30/40
Tragschicht	16, 30/50	16, 30/45	11, 30/40	16, 30/50
Abdichtung	6, 25	8, 30	8, 20/30	8, 20/30
Trennschicht	Oe	Oe	Gv	Oe
Gesamtdicke	85/115	90/105	80/105	80/120
Gehweg, Standstreifen				S
Deckschicht	11, 30/40		16, 30/50	11, 30/35
Tragschicht	16, 30/50			16, 30/45
Abdichtung	6, 25	11, 30	PBD	8, 20/30
Trennschicht	Oe	Oe	Gv	Oe
Gesamtdicke	85/115	30	35/55	80/110
		–		
Randaufbordung	PBD	PBD	PBD	PBD
Betonbrückenplatte				
Gefälle	prakt. 0%	–		prakt. 0%
Übergänge				
Entwässerungs-Röhrchen	neu eingebaut	–	neu eingebaut	neu eingebaut
Salzschäden Platte	keine	Rep.	abgefräst, abgestoht	–
Kordonwasser unter Glasvlies	–	–		x
Unebenheiten abfräsen		x		
Beton				
Sinterungen	keine	–	–	–
Epoxi-Imprägnierung				
Risse			saniert	
Belag				
Risse	–	–	–	–
Abdichtung	g	g	g	g
Fugen				
Randabdichtung	neu eingebaut	neu eingebaut	Randstein und Kordonfugen neu	neu eingebaut
Unterhalt	m	g	v	v
Zustand, Beurteilung	g	g	g	g
Baudaten				
Baujahr	1968	1985	1963	1968
Kontrolle	1979	1989	1980	1979
Sanierung	1979		1981	1980
Kontrolle	1988		1988	1988

System 1a GA / GA Gussasphalt-Abdichtungen, Gussasphalt-Beläge

Objekte	110	111	113	114
Fahrbahn	82	56	82	88
Deckschicht GA	16, 35		16, 30	16, 30/35*
Tragschicht GA	16, 40			16, 30/35
Abdichtung	6, 25	11, 40	16, 20	8, 20/25
Trennschicht	Oe		Gv	Oe
Gesamtdicke	100	40	50	80/95
Gehweg, Standstreifen				
Deckschicht GA	50		10, 30	16, 30/35
Abdichtung	25	11, 40	16, 20	8, 20/25
Trennschicht	Oe		Gv	Gv
Gesamtdicke	75	40	50	50/60
Beton-Oberfläche			gut	
Anschlüsse				
Randaufbordung	PBD	–		PBD
Übergangsanschluss		–		
Betonbrückenplatte				
Gefälle			6/10	
Übergänge		–		neu eingebaut
Entwässerungs-Röhrchen	neu eingebaut	Stellenweise	x	neu eingebaut
Salzschäden Platte	–			
Kordonwasser unter Glasvlies				
Unebenheiten abfräsen				
Beton				
Sinterungen	–	Versinterte Risse	–	
Epoxi-Imprägnierung		leichte Ober-	g	
Risse		flächenschäden		
Belag	g			g
Abdichtung	g	m	–	g
Fugen		m	–	
Randabdichtung	neu eingebaut			neu eingebaut
Unterhalt		m	g	m
Zustand, Beurteilung	gut	m	88: g, 96: s	gut
Baudaten				
Baujahr	1968	1956	1961	1963
Kontrolle	1981	1987		1988
Sanierung	1982	1989	1982	1988
Kontrolle	1987		1988, 96	1989

Sys 1a Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
53	1969	1989	20	g
74	1979	1988	9	g
75	1979	1988	9	g
76	1981	1988	7	g
77	1982	1988	6	g
78	1978	1988	10	g
79	1969	1987	18	g
80	1976	1988	12	g
82	1979	1988	9	g
83	1985	1989	4	g
85	1985	1996	11	g
89	1981	1988	7	g
94	1980	1989	9	g
104	1975	1987	12	g
110	1982	1987	5	g
111	1956	1989	33	m
113	1982	1986	14	s
114	1988	1989	1	g
Durchschnittliches Alter:			11	

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen

Sys 1b GA/(AB)/HRA
Gussasphalt-Abdichtung, (Asphaltbeton-Tragschicht),
Hot-Rolled-Asphalt-Deckschicht

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1983 bis 1989 insgesamt 3 Brückenabdichtungen und Brückenbeläge des Systems 1b GA/(AB)/HRA, Gussasphalt-Abdichtungen sowie allfällige Asphaltbeton-Tragschichten und Hot-Rolled-Asphalt-Deckschichten, inspiziert. Es sind dies die

Objekte 99, 100, 136

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In der Tabelle auf der nächsten Seite sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

**System 1b GA/(AB)/HRA Gussasphalt-Abdichtungen (Asphaltbeton-Tragschichten),
Hot-Rolled-Asphalt-Deckschichten**

Objekte:	99	100	136
Bemerkung		Trog-Brücke	85
Fahrbahn	Hot-Rolled-Asphalt	Hot-Rolled-Asphalt	Hot-Rolled-Asphalt
Deckschicht	HRA 35 mm	HRA 35 mm	HRA 30 mm *
Tragschicht	AB 16, 40	AB 16, 40	GA 16, 30/45
Ausgleichsschicht		AB 10, 5/25	
Abdichtung GA	8, 20	6, 20	11, 20/25
Gesamtdicke	95	95/120	80/100
Gehweg, Standstreifen	HRA	HRA	HRA
Deckschicht	HRA 35	HRA 30	HRA 11, 30
Tragschicht	AB 16, 40	–	
Abdichtung GA	8, 20	6, 20	11, 20
Gesamtdicke	95	50	50
Anschlüsse			
Randaufbordung	PBD	PBD horiz. 0.6 m aufgeb. 0.45 m	PBD
Betonbrückenplatte			
Entwässerungs-Röhrchen	v	v	v
Entlüftungs-Röhrchen	v	v	
Beton			
Sinterungen	–	–	–
Polyester-Beschichtung		1 + 1 mm	
Spez. Anstrich		min. 0.3 mm	
Belag			
Spurrinnen	–	–	–
Abdichtung			
wasserunterläufig	–	–	–
Fugendichtung			neu
Randabdichtung	PBD/FDM	PBD-Dichtungsband	PBD an Gehwege
Unterhalt	gut	gut	gut
Zustand, Beurteilung	gut	sg	gut
Baudaten			
Baujahr	1984	1986/87	1964
Kontrolle	1988	1988	1983
Sanierung	–	–	1985
Kontrolle	1989	1989	1989

Sys 1b Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
99	1984	1989	5	g
100	1986	1989	3	sg
136	1985	1989	4	g
Durchschnittliches Alter:			4	

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen**Sys 2 GA/AB Gussasphalt-Abdichtungen, Asphaltbeton-Beläge**

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1979 bis 1996 insgesamt 36 Brückenabdichtungen und Brückenbeläge des Systems 2 GA/AB, Gussasphalt-Abdichtungen und Gussasphalt-Beläge, inspiziert. Es sind dies die

**Objekte 6-10, 12-14, 20, 22, 28, 31, 54, 59, 64-70, 72, 73, 95-98, 101, 108, 109,
 112, 119-122, 141**

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In den Tabellen auf den nächsten sieben Seiten sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 2: GA / AB Gussasphalt-Abdichtungen, Asphaltbeton-Beläge

Objekte	6/10	12/14	20	22	28
Fahrbahn				berg-/talseitig	
Deckschicht AB	11, 40	11, 40	11, 15	11, 35	16, 40/60
Tragschicht AB	16, 25/30	16, 30	13, 20	16, 35	11, 25/60
Abdichtung GA	11, 15	15	6, 20	6, 25	11, 25
Gesamtdicke	80/85	85	55	95	90/145
Trennschicht	Oe	Oe		Oe	Oe
Profilausgleich	x	x			
Instabil				x / x	
Gehweg, Standstreifen					
Deckschicht	11, 22/30	11, 40	11, 15	11, 30/35	
Abdichtung	11, 15	11, 15	6, 20	6, 20/25	11, 25
Gesamtdicke	40/45	40	35	50/60	25
Blasen	x	x			
Anschlüsse					
Randaufbordung	x	x	x	x / x	x
Übergangsanschluss	x				
Entwässerungs-Röhrchen	x			—	
Betonbrückenplatte					
unregelmässig, rauh				x / x	var. 60 mm
Gefälle				x / 0%	
Ebenheit				—	—
Übergänge				—	
Entlüftungs-Röhrchen				—	
Entwässerungs-Röhrchen	x	x	x	x	—
Beton					
Salzschäden: Betonuntersicht	x				
Sinterungen	x	x			
Belag					
wasserunterläufig	x	x	x	x / x	x
Spurrinnen (verformt)			x	x / x	x
Risse					x
Abdichtung				gut / m	
wasserunterläufig	x	x	x	x	x
Wassersäcke				x	
Blasen	x	x			
Fugen	m/s	m/s		m	m
Fugenfüllung	m	m		x	
Unterhalt	m	m		x	
offen	x	x, Gras		m	
Zustand, Beurteilung	m	m	m	m	s
Baudaten					
Baujahr	1970/71	1974	1961	1968	1962/64
Kontrolle	1980	1980	1981	1979	1983
Sanierung			vorg. 1982	vorg. 1980	vorg. 1985
Projekt				f	
Ausführung				f	

System 2: GA / AB Gussasphalt-Abdichtungen, Asphaltbeton-Beläge

Objekte	31	54	59
Fahrbahn			68
Deckschicht AB	16, 40	10, 40/45	16, 35
Tragschicht AB	–	16, 25/75	16, 40
Abdichtung GA	20	8, 25	8, 25
Gesamtdicke	60	90/145	100
Trennschicht	Oe	Oe	Oe
Gehweg, Standstreifen			
Deckschicht	GA, 30	11, 30/40	16, 35
Tragschicht	–	–	16, 40
Abdichtung GA	20	8, 25	8, 25
Gesamtdicke	50	55/65	100
Anschlüsse			
Randaufbordung		x	–
Übergangsanschluss			Verankerung, s
Betonbrückenplatte			
unregelmässig, rau		x	
Gefälle		–	0%
Ebenheit		–	–
Übergänge			schlägt
Entlüftungs-Röhrchen	–		
Entwässerungs-Röhrchen	–		
Beton			
Salzschäden, Beton	x	x	
Salzschäden, Armierung	x		
Sinterungen	x	x	
Epoxi-Reparaturen			
Spritz-Beton			
Belag			
zu dünn	x		
unregelmässig		x	
wasserunterläufig		x	
Risse		x	
Frostschäden			
Blasen	x		
Abdichtung			
wasserunterläufig	x	x	
Wassersäcke			
Blasen	x		
Fugen	s	m	m
Fugen offen		x	
Fugenverguss			
Unterhalt	m		
Zustand, Beurteilung	s	m	m
Baudaten			
Baujahr	1958	1963	1968
Kontrolle	1980	1980	1979
Sanierung	vorg. 1982	vorg. 1981	1982
Kontrolle			1988

System 2: GA / AB Gussasphalt-Abdichtungen, Asphaltbeton-Beläge

Objekte	64	65	66	67	68	69
Fahrbahn		1948				
Deckschicht AB	10, 25	11, 30/40	16, 40	16, 40	10, 30	10, 30
Tragschicht AB	16, 30	11, 30/40			16, 30	16, 35
Abdichtung GA	8, 15/20	8, 20	8, 20	20/25	8, 15	11, 20/25
Gesamtdicke	70/75	80/100	60	60/65	75	85/90
Trennschicht	Oe	Oe	Oe	Oe	Gv	Gv
Gehweg, Standstreifen						
Deckschicht	10, 20/25	30/40	40	40	10, 30	10, 30
Tragschicht					16, 30	16, 35
Abdichtung	8, 15	8, 20	20	20/25	8, 15	11, 20
verklebt	x					
Gesamtdicke	35/40	50/60	60	60/65	75	85
Anschlüsse						
Randaufbordung	—	—	—	—	—	BD
Übergangsanschluss						
Einbauten						
Betonbrückenplatte						
Gefälle						
Ebenheit						
Übergänge						
Entlüftungs-Röhrchen						
Entwässerungs-Röhrchen	—	—	—	—		
Beton						
Salzschäden, Beton				x		
Salzschäden, Armierung				x		
Sinterungen		x		x		
Druckschäden						
Epoxi-Reparaturen						
Spritz-Beton (Unters. u. Stützen)						
Belag						
wasserunterläufig				x	x	
Risse						
Frostschäden						
Abdichtung						
wasserunterläufig		x		x		
Blasen						
Fugen	m	m	g	m	m	g
Unterhalt			g			g
offen	x			x	x	
Zustand, Beurteilung	g	m/g	m/g	m/g	g	g
Baudaten						
Baujahr	1967	1932	1938	1938	1967/70	1968/69
Sanierung		1948				
Kontrolle	1985	1985	1985	1985	1986	1986

System 2: GA / AB Gussasphalt-Abdichtungen, Asphaltbeton-Beläge

Objekte	70	72	73
Fahrbahn			
Deckschicht AB	10, 30	16, 35	16, 40
Tragschicht AB		16u, 40	16, 40
Abdichtung GA	10, 20	8, 25	8, 25/30*
Gesamtdicke	50	100	105/110
Trennschicht	Oe	Oe	G
Gehweg, Standstreifen			
Deckschicht	10, 20		16, 30/45
Abdichtung	10, 20		8, 25/30*
Gesamtdicke	40		55/75
Anschlüsse			
Randaufbordung	—		PBD
Übergangsanschluss			
Einbauten			
Betonbrückenplatte			
Gefälle		0%	
Ebenheit			
Übergänge			
Entlüftungs-Röhrchen			
Entwässerungs-Röhrchen			x
Projektierung		f	
Beton			
Salzschäden, Beton	x		
Salzschäden, Armierung			
Sinterungen			
Druckschäden	x		
Epoxi-Reparaturen			
Spritz-Beton (Unters. u. Stützen)			
Belag			
wasserunterläufig	x		
Risse	x		
Frostschäden			
Abdichtung			
wasserunterläufig	x		
Blasen			
Fugen	s		g
Unterhalt	m		g
offen	x		
Zustand, Beurteilung	m/s	m	g
Baudaten			
Baujahr	1961/62	1968	1968
Kontrolle	1985	1981	1987
Sanierung	vorg.	1982	

System 2 GA/AB Gussasphalt-Abdichtungen, Asphaltbeton-Beläge

Objekte	95	96	97	98
Fahrbahn				
Deckschicht AB	10, 30	10, 30	10, 30	10, 30
Tragschicht AB	16, 40	16, 40	16, 40	16, 40
Abdichtung GA	6, 20	6, 20	6, 20	20
Gesamtdicke	90	90	90	90
Gehweg, Standstreifen				
Deckschicht AB	10, 30	10, 30	10, 30	10, 30
Tragschicht AB	16, 40	16, 40	16, 40	16, 40
Abdichtung GA	6, 20	6, 20	6, 20	6, 20
Gesamtdicke		90	90	90
Anschlüsse				
Randaufbordung	—	—	—	PBD
Übergangsanschluss				
Betonbrückenplatte				
gut	v	v	v	v
Gefälle				
Ebenheit				
Übergänge	—	—	—	—
Entlüftungsröhrchen	—	—	—	v
Entwässerungsröhrchen	—	—	v	v
Beton				
Salzschäden, Beton				
Salzschäden, Armierung				
Sinterungen				
Druckschäden				
Risse				
Armierung, Rost				
Kordon				Polyester beschichtet
Belag				
unregelmässig				
verformt				
Risse				
Abdichtung				
zu dünn				
wasserunterläufig				
Blasen				
Fugen	g	g	g	g
Unterhalt		v		
Fehler, Proj. u. Ausführung				
Zustand, Beurteilung	gut	gut	gut	gut
Baudaten				
Baujahr	1972	1972	1972	1986
Kontrolle	1988	1988	1988	1988

System 2 GA/AB Gussasphalt-Abdichtungen, Asphaltbeton-Beläge

Objekte	101	108	109	112
Fahrbahn				
Deckschicht AB	10, 30	16, 40	16, 40	11, 35
Tragschicht AB	16, 40	11, 40/50	30/40	16, 35
Abdichtung GA	6, 20	8, 25	8, 25	8, 30
Gesamtdicke	90	105/115	95/105	100
Trennschicht				Oe
Gehweg, Standstreifen				
Deckschicht	10, 30	GA, 20/30	35/40	11, 35
Tragschicht	16, 40	–	–	–
Abdichtung	6, 20	8, 20/30	8, 25	8, 30
Gesamtdicke	90	40/60	60/70	65
Anschlüsse				
Randaufbordung	PBD	–	PBD	–
Übergangsanschluss				defekt
Proj.- u. Ausführung				f
Betonbrückenplatte				
gut				
Gefälle				
Ebenheit				rauh
Übergänge				schlagen
Entlüftungsröhrchen	v	eingebaut		–
Entwässerungsröhrchen	v	wenige		–
Beton				
Salzschäden, Beton				x
Salzschäden, Armierung				
Sinterungen		x		
Druckschäden				
Risse		x		
Armierung, Rost				
Belag				
unregelmässig				
verformt				
Risse				x
Kordon				
Abdichtung				
zu dünn				
wasserunterläufig				
Blasen				
Fugen	gut	g	g	
Unterhalt	gut	g	g	m/g
Fehler, Proj. u. Ausführung				
Zustand, Beurteilung	g	m	m/g	m/g
Baudaten				
Baujahr	1987/88	1968	1969	1963
Kontrolle	1988	1989	1988	1988

System 2 GA/AB Gussasphalt-Abdichtungen, Asphaltbeton-Beläge

Objekte	119	120	121	122	141
Fahrbahn					87
Deckschicht AB	10, 30	10, 30	16, 40	16, 30	10s, 35
Tragschicht AB	16, 35	16, 35	10, 25	10, 25	16us, 40
Abdichtung GA	11, 20	11, 20	8, 20	11, 15	10, 20
Gesamtdicke	85	85	85	70	95
Gehweg, Standstreifen					
Deckschicht	11, 30	10, 30	16, 40	<11, 30	
Abdichtung	11, 20	11, 20	8, 20	<11, 30	
Gesamtdicke	50	50	60		
Anschlüsse					
Randaufbordung	–				
Übergangsanschluss	defekt		m		
Projekt		f			
Betonbrückenplatte					
gut					
Gefälle					
Ebenheit					
Entlüftungsröhrchen		im Kasten			
Entwässerungsröhrchen					
Beton					
Salzschäden, Beton					
Salzschäden, Armierung			x		
Sinterungen					
Druckschäden			x		
Risse		x			
Armierung, Rost			x		
Belag					
unregelmässig					
verformt	m		x		
Risse	m	x			
Kordon					
Abdichtung					
zu dünn					
wasserunterläufig					
Blasen					
Fugen	m	m/s	m	g	
Unterhalt	m	m/s	m		
offen	x				
Ausführung		f			
Zustand, Beurteilung	m	m/s	m	sg	m/g
Baudaten					
Baujahr	1975	1976	1974	1968	1941
Sanierung, Verbreiterung					1987
Kontrolle	1987, 89	1989	1989	1989	1996

Sys 2 Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
6...10	1970	1980	10	m
12...14	1974	1980	6	m
20	1961	1981	20	m
22	1968	1979	21	m
28	1962	1983	21	s
31	1958	1980	22	s
54	1963	1981	18	m
59	1968	1979	11	m
64	1967	1985	18	g
65	1948	1985	37	m/g
66	1938	1985	47	m/g
67	1938	1985	47	m/g
68	1967	1986	19	g
69	1968	1986	18	g
70	1961	1985	24	m/s
72	1968	1981	13	m
73	1968	1987	19	g
95	1972	1988	16	g
96	1972	1988	16	g
97	1972	1988	16	g
98	1986	1988	2	g
101	1987	1988	1	g
108	1968	1989	21	m
109	1969	1988	19	m/g
112	1963	1988	25	m/g
119	1975	1989	14	m
120	1976	1989	13	m/s
121	1974	1989	15	m
122	1968	1989	21	sg
141	1987	1996	9	m/g
Durchschnittliches Alter:			17	

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen**Sys 3a M / GA Mastix-Abdichtungen, Gussasphalt-Beläge**

Im Rahmen der Felderhebungen wurde von 1980 bis 1989 insgesamt eine Brückenabdichtung und ein Brückenbelag des Systems 3a M/GA, Mastix-Abdichtung und Gussasphalt-Belag, inspiziert. Es ist dies das

Objekt 24

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In der Tabelle auf der nächsten Seite sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 3a M / GA Mastix-Abdichtungen, Gussasphalt-Beläge

Objekt	24
Fahrbahn	Rampen- verbreitung
Deckschicht	GA 16, 40
Tragschicht	GA 16, 40
Abdichtung	M 4, 10
Gesamtdicke	90
Trennschicht	Gv
Gehweg, Standstreifen	1980
Deckschicht	GA 16, 25
Tragschicht	–
Abdichtung	M 4, 10
Gesamtdicke	35
Unterbau	Sickerbeton
Anschlüsse	
Randaufbordung	M 4, 10
Übergangsanschluss undicht	
Betonbrückenplatte	
Gefälle	
Einheit	
Übergangskonstruktion	
Entwässerungs-Röhrchen	v
Beton	
Salzschäden Beton	–
Salzschäden Armierung	–
Sinterung	–
Kunststoffmörtel	x
Belag	
verformt	–
Risse	–
Spurrinnen	–
unterläufig	–
Frostschäden	
Abdichtung	
wasserunterläufig	
zu starr, undicht	
Fugen	g
reinigen und vergiessen	
Zustand, Beurteilung	g
Baudaten	
Baujahr	1970
Beurteilung	1980
Kontrollen	1980, 1989

Sys 3a M/GA Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
24	1970	1989	19	g

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen**Sys 3b M / AB Mastix-Abdichtungen, Asphaltbetonbeläge**

Im Rahmen der Felderhebungen wurden 1984 insgesamt zwei Brückenabdichtungen und Brückenbeläge des Systems 3b M / AB, Mastix-Abdichtungen und Asphaltbeton-Beläge, inspiziert. Es sind dies die

Objekte 37, 38

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In der Tabelle auf der nächsten Seite sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 3b M / AB Mastix-Abdichtungen, Asphaltbeton-Beläge

Objekte	37	38
Fahrbahn		
Deckschicht AB	10, 40	16, 40
Tragschicht AB	10, 40	10, 40
Abdichtung M	4, 10	3, 10
Gesamtdicke	90	90
Trennschicht	Gv	Gv
Gehweg, Standstreifen		
Deckschicht	10, 30	10, 55
Abdichtung	4, 10	3, 10
Gesamtdicke	40	65
Anschlüsse		
Randaufbordung M	undicht, weil zu starr	undicht, weil zu starr
Übergangsanschluss		
undicht	x	x
Betonbrückenplatte		
Gefälle		
Einheit		
Übergangskonstruktion		
Entwässerungs-Röhrchen		
Beton		
Salzschäden Beton	x Kontrolle!	x
Salzschäden Armierung	x Kontrolle!	x
Sinterung	x	x
Kunststoffmörtel		
Belag		
verformt		
Risse		
Spurrinnen	x	x
unterläufig	x	x
Frostschäden		
Abdichtung		
wasserunterläufig	x	
zu starr, undicht	x	x
Fugen		
reinigen und vergiessen	s	m
	x	x
Zustand, Beurteilung	m/s	m/s
Baudaten		
Baujahr	1976	1976
Kontrolle	1984	1984
Sanierung		vorg.

Sys 3b Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
37	1976	1984	8	m/s
38	1976	1984	8	m/s
Durchschnittliches Alter:			8	

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen**Sys 4 WM / GA Weichmastix-Abdichtungen, Gussasphaltbeläge**

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1983 bis 1987 insgesamt eine Brückenabdichtung und ein Brückenbelag des Systems 4 WM / GA, Weichmastix-Abdichtung und Gussasphalt-Belag, inspiziert. Es ist dies das

Objekt 87

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In der Tabelle auf der nächsten Seite sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 4 WM / GA Weichmastix-Abdichtungen, Gussasphalt-Beläge

Objekt	87
Fahrbahn	1983
Deckschicht GA	GA 8, 50/55
Trag-, Ausgleichschicht GA	GA 10, 50/60
Schutzschicht AB	–
Trennschicht	Gg
Abdichtung WM	4, 5
Voranstrich	Bituminös
Gesamtdicke	105/120
Gehweg, Standstreifen	
Deckschicht GA	8, 30
Tragschicht GA	8, 30
Abdichtung WM	5
Gesamtdicke	65
Anschlüsse	s an Geleise
Randaufbordung	Geleiseschwellen (Holz)
	m/g an Gehweg
Übergangskonstruktion	Bandeisenkonstruktionen über Betonfugen zwischen Brückenbögen Δ 35 m
Betonbrückenplatte	
Gefälle	1%
Entwässerung, Entlüftung	x, Brückenränder alle 3 m
Belag	
Risse	x über Schwellen u.längs Geleisen
schiebt	
verformt	x
Abdichtung	
wasserunterläufig	x
instabil	x
Fugen	s beidseitig der Geleise, gefräst und vergossen
undicht	x verursacht durch Geleise- Bewegung
Sanierung	1983
Projektierungsfehler	Holzschwellen, statt verankerte Stahlschwellen II
Ausführungsfehler	do.
Zustand, Beurteilung	GA Deckschicht/Tragschicht g, ohne Schutzschicht m Geleise-Konstruktion
Baudaten	
Baujahr	1966
Kontrolle	1982
Sanierung	1983
Kontrolle	1987

Sys 4 Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
87	1983	1987	4	g/m

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen**Sys 5a WM / AB Weichmastix-Abdichtungen, Asphaltbeton-Schutz- und
-Deckschichten**

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1978 bis 1989 insgesamt 11 Brückenabdichtungen und Brückenbeläge des Systems 5a WM / AB, Weichmastix-Abdichtungen und Asphaltbeton-Schutz- sowie -Deckschichten, inspiziert. Es sind dies die

Objekte 1-3, 5, 15, 19, 35, 36, 42, 49, 118

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In den Tabellen auf den nächsten drei Seiten sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 5a WM / AB Weichmastix-Abdichtungen, Asphaltbeton-Schutz- und -Deckschichten

Objekte	1	2	3	5
Fahrbahn				
Deckschicht	16, 30/40	12, 30/50	12, 40	16, 35/50
Tragschicht	16, 30	–	12, 30	16, 30/55
Schutzschicht	6, 10	8, 10	6, 10	–
Abdichtung	4, 6	3, 5	6, 8	4, 8
Gesamtdicke	75/85	45/65	90	80/100
Trennschicht	–	–	–	Gg
Voranstrich	v	–	v	Bitum. 100–150 g/m ²
Standstreifen, Gehweg				
Deckschicht	16, 20	12, 30	12, 40	–
Schutzschicht	6, 10	8, 10	6, 10	–
Abdichtung	4, 6	4, 5	6, 8	–
Gesamtdicke	35	45	60	
Anschlüsse				
Randaufbordung	m	–	m	v
Überganganschluss	s	–	m	v
undicht	x	x	x	
Betonbrückenplatte				
Gefälle			3%	(Rampe 5%)
Entwässerung, Entlüftung				x, Bohrlöcher seitlich
Ebenheit			g	
Übergänge		defekt		
Leca-Unterlagsbeton,			m	
Schäden				
Entwässerungsröhrchen		–	x	
Beton				
Salzschäden, Beton	x		x	
Salzschäden, Armierung	x		x	
Sinterungen	x	x	x	
Belag				
unregelmässig		m		
Risse				
Schutzschichten	x	x	x	
schiebt				Rampe m
verformt, instab.	x	x		x
unterlaufen			x	
Blasen		x	x	
Abdichtung				
unregelmässig		x	x	
wasserunterläufig	x		x	–
aufgestiegen	WM i. Schutzsch.	x		
Blasen		x	x	
Fugen	m	m	m	
undicht	x	x	x	–
Unterhalt	m	m	m	
Zustand, Beurteilung	m	m/g	m	g Brücke, m Rampe
Baudaten				
Baujahr	1963	1967/68	1976	1960
Kontrolle	1979	1979, 1981	1979	1979
Sanierung	1979	teilw. 1983	vorges. 1980	
Kontrolle		1989		

System 5a WM / AB Weichmastix-Abdichtungen, Asphaltbeton-Schutz- und -Deckschichten

Objekte	15	19	35	36
Fahrbahn				
Deckschicht	16, 40	16, 40/50	10, 40	10, 20/25
Tragschicht	16, 30		–	16, 30
Schutzschicht	6, 10	4, 5/10	4, 10	4, 5
Abdichtung	4, 5	4, 6	3	4, 5
Gesamtdicke	85	50/65	50/55	60/65
Trennschicht	–	–	Gg	–
Voranstrich	v	v	–	–
Standstreifen, Gehweg				
Deckschicht	25/30	16, 25	10, 30	10, <40
Schutzschicht	4, 10	5, 10	4, 10	4, 5
Abdichtung	4, 5	4, 6	3	4, 5
Gesamtdicke	40/45	40	40	<50
Anschlüsse				
Randaufbordung	m	–	–	–
Überganganschluss	m	–	–	–
Einbauten	m		Geleise s	–
undicht	x		x	
Betonbrückenplatte				
Projekt		LQF		
Gefälle		5, 7, 9		
Übergänge defekt				
Entwässerungsröhrchen			m, seitlich	
Beton				
Salzschäden, Beton				x
Salzschäden, Armierung				x
Sinterungen	x			x
Belag				
zu dünn (Projekt)			f	
unregelmässig	x			
Spurrinnen				x
Risse		x	x	x
Schutzschichten		x	x	x
verformt/instab.		x	x	x
schiebt		x	x	x
unterlaufen	x	x	x	x
Abdichtung				
unregelmässig, zu dünn		x	x	x
wasserunterläufig	x	x	x	x
aufgestiegen				x
Blasen	x			
instabil		x	x	x
verdrückt		x		
Fugen	m	m	m	m
undicht	x	m	–	m
Unterhalt	m	m	m	m
Zustand, Beurteilung	m	m	s	s
Baudaten				
Baujahr	1974	1970	1966	1965
Kontrolle	1980	1982	1982	1982
Sanierung, vorgesehen		1988	1983	1983, 84

System 5a WM / AB Weichmastix-Abdichtungen, Asphaltbeton-Schutz- und -Deckschichten

Objekte	42	49	118
Fahrbahn			
Deckschicht	16, 35	16, 30/35	16, 40
Tragschicht	16, 25	16, 25	16, 30
Schutzschicht	6, 10	8, 10	4, 10
Abdichtung	4, 4	6, 8	4, 5
Trennschicht	–	verklebt	Gg
Voranstrich	v	v	
Gesamtdicke	70/75	70/75	85
Standstreifen, Gehweg			
Deckschicht	16, 25	16, 30	16, 40
Schutzschicht	6, 10	8, 10	4, 10
Abdichtung	4, 3	6, 8	4, 5
Gesamtdicke	35	45	55
Anschlüsse			
Randaufbordung	m	m	–
Überganganschluss	m	m	–
Einbauten			
undicht	x	x	
Betonbrückenplatte			
Projekt	f		
Gefälle		s	
Übergänge	m	defekt	
Beton			
Salzschäden, Beton	x	x	–
Salzschäden, Armierung	x	x	–
Sinterungen	x	x	x
Belag			
unregelmässig	x	x	
Spurrinnen			
Risse	x		
Schutzschichten	x	x	x
verformt, instab.	x	x	
schiebt		x	x
unterlaufen		x	
Blasen			
Abdichtung			
unregelmässig, zu dünn			
wasserunterläufig	x	x	
abgelöst		x	
aufgestiegen			
instabil			
verdrückt			
Blasen			
Fugen	m	m	m/g
undicht	m	m	m
Unterhalt	m/g	m/g	m
Zustand, Beurteilung	m	m/s	m
Baudaten			
Baujahr	1955	1968	1975
Kontrolle	1982	1978	1989
Sanierung	1983		

Sys 5a Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
1	1963	1979	16	m
2	1967	1989	22	m/g
3	1976	1979	3	m
5	1960	1979	19	g, m
15	1974	1980	6	m
19	1970	1982	12	m
35	1966	1982	16	s
36	1965	1982	17	s
42	1955	1982	27	m
49	1968	1978	10	m/s
118	1975	1989	14	m
Durchschnittliches Alter:			15	

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen**Sys 5b WM/AB/HRA Weichmastix-Abdichtungen, Asphaltbeton-Schutzschichten,
Hot-Rolled-Asphalt-Deckschichten**

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1981 bis 1984 insgesamt eine Brückenabdichtung und ein Brückenbelag des Systems 5b WM/AB/HRA, Weichmastix-Abdichtung, Asphaltbeton-Schutzschicht und Hot-Rolled-Asphalt-Deckschicht, inspiziert. Es ist dies das

Objekt 21

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In der Tabelle auf der nächsten Seite sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 5b WM/AB/HRA Weichmastix-Abdichtungen, Asphaltbeton-Schutzschichten, Hot-Rolled-Asphalt-Deckschichten

Objekte	21
Fahrbahn	
Deckschicht	16, 40/50*
Tragschicht	—
Schutzschicht	4, 10
Abdichtung	4, 6
Trennschicht	—
Voranstrich	v
Gesamtdicke	55/65
Standstreifen, Gehweg	
Deckschicht	16, 30
Schutzschicht	4, 10
Abdichtung	4, 6
Gesamtdicke	45
Anschlüsse	
Randaufbordung	—
Überganganschluss	—
Einbauten	
undicht	
Betonbrückenplatte	LQF
Gefälle	1.5, 2, 2.5
Ebenheit	
Übergänge defekt	
Entwässerungsröhrchen	
Belag	
unregelmässig, zu dünn	
Spurrinnen	
Risse	
Schutzschichten	x
verformt, instab.	(x)
schiebt	(x)
unterlaufen	
Blasen	
Abdichtung	
unregelmässig, zu dünn	
wasserunterläufig	
abgelöst	
aufgestiegen	(x)
instabil	
verdrückt	(x)
Blasen	
Fugen	m
undicht	m
Unterhalt	m
Zustand, Beurteilung	g
Baudaten	
Baujahr	1971
Kontrolle	1981, 1984

Sys 5b Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
21	1971	1984	13	g

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen**Sys 6 BD / GA, Bitumen-Dichtungsbahnen, Gussasphalt-Beläge**

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1980 bis 1989 insgesamt zwei Brückenabdichtungen und ein Brückenbeläge des Systems 6 BD / GA, Bitumen-Dichtungsbahnen und Gussasphalt-Beläge, inspiziert. Es sind dies die

Objekte 11, 135

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In der Tabelle auf der nächsten Seite sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 6 BD / GA Bitumen-Dichtungsbahnen, Gussasphalt-Beläge

Objekte	11	135
Fahrbahn		~ 1970
Deckschicht	GA 11, 35	GA 11, 40
Tragschicht	–	GA 16, 30
Ausgleichsch.	–	GA, 10/70
Abdichtung	BD mit Alukasch.	BD Dichtungsbahn verklebt
Gesamtdicke	Giessverf.	80/150
Gehweg, Standstreifen		
Deckschicht	GA 11, 35	GA/GA 50
Abdichtung	BD mit Alukasch.	BD verklebt
Gesamtdicke		
Anschlüsse		
Randaufbordung	BD gut	keine
Überganganschluss	BD gut	keine
Betonbrückenplatte		
Gefällbeton		kein
Ebenheit		
Entwässerungsröhrchen	x	keine
Beton		
Betonschäden		starke Konstr.-Betonschäden, inkl. 4 Mittelpfeiler
Sinterungen		starke Armierungskorrosion (untere und obere)
Betonkeil-Gehweg		
Belag		
Risse	x	
verformt, instab. verstärken	x	
Abdichtung		
Blasen geflämmt	x	
Fugen		
undicht		Konstr.fugen und Dilatationsfugen über den Pfeilern offen
Unterhalt	m/g	Auflager verrostet u. blockiert
Zustand, Beurteilung 1980	m/g	
Sanierung	1980	
Deckbelagverstärkung (Aufdopplung)	Fahrb. GA 11, 40 Gehweg GA 11, 30	
Zustand, Beurteilung 1989	gut	s, kann nicht mehr saniert werden
Baudaten		
Baujahr	1974	1912/13
Kontrolle	1980	1989
Sanierung	1980: 2. GA-Deckschicht	Abbruch vorgesehen 1990
Kontrolle	1989	Wiederaufbau mit Betonplatte 2 Mittelträger, 2 Konsolträger

Sys 6 Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
11	1974	1989	15	g s
135	1970	1989	19	
Durchschnittliches Alter:			17	

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen**Sys 7 BD / AB, Bitumen-Dichtungsbahnen, Asphaltbeton-Beläge**

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1979 bis 1996 insgesamt sieben Brückenabdichtungen und Brückenbeläge des Systems 7 BD / AB, Bitumen-Dichtungsbahnen und Asphaltbeton-Beläge, inspiziert. Es sind dies die

Objekte 25, 27, 30, 34, 39, 40, 86

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In der Tabelle auf den nächsten zwei Seiten sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 7 BD / AB Bitumen-Dichtungsbahnen, Asphaltbeton-Beläge

Objekte	25	27	30	34
Fahrbahn				
Deckschicht	11, 30	10, 35	20	50
Tragschicht	—	16, 20	20	—
Schutzschicht				Beton 50
Abdichtung	BD 2lagig	BD	10 mm verklebt	BD 2lagig
Voranstrich				
Gesamtdicke	35	60	50	100
Standstreifen, Gehweg				
Trennschicht verlegt	x			
Giessverfahren				
Haftmittel, verklebt	x	x		x (s)
Gehweg, Korden	BD	BD		BD
Deckschicht	11, 30	11, 35		
Abdicht. Unterb. Sickerbeton	BD	BD		BD
Anschlüsse				
Randaufbordung	—	—	x	—
Übergangsanschluss	—	—	x	—
Betonbrückenplatte				
Gefällebeton	50/70		3.5, 5.2, 6.3%	
Mörtelunterlagsschicht				
Lecabeton (Verstärkung)				
Entwässerungsröhrchen	—	—	—	—
Beton				
Salzschäden Beton	x	x	x	
Armierung			x	
Sinterungen	x	x	x	
Abspitzen			x	
Epoxi-Beschichtung			x	
Imprägnierung, Anstrich			x	
Beton-, Ausgl., Verstärkung,			x	
Deckbelag				
Belag				
zu dünn	x	x		
schiebt, instabil			x	
Spurrinnen			x	
Risse				x
unzweckm. Schutzschicht		x		x
wasserunterläufig	x	x	x	
Abdichtung				
losgerissen	x	x	x	x
geflämmt		x	x	
wasserunterläufig	x	x	x	
Blasen	x	x		
verbrannt	—	—	x	
Fugen	s	s	x	m/s
Unterhalt	m/s	m	m/s	m/s
Sanierung	vorgesehen	vorgesehen	vorgesehen	
Epoxi-Mörtel			x	
Belagsverstärkung			vorgesehen	
Deckbelag	AB 11	AB 11		
Projekt	f	+35		
Ausführungsfehler		x		x
Zustand, Beurteilung	m/s	s	s	m/s
Baudaten				
Baujahr	1974	1973	1961	1914
Umbau, Verbreiterung	—	—	—	1948
Sanierung Deckschicht	—	—	1982	1973
Kontrolle	1979	1979	1980	1980
Abbruch, Neubau	—	—	—	1995, 96

System 7 BD / AB Bitumen-Dichtungsbahnen, Asphaltbeton-Beläge

Objekte	39	40	86
Fahrbahn			
Deckschicht	11, 40	11, 45	11, 30, 50
Tragschicht	16, 50	16, 45	
Schutzschicht	Flämmvers.		
Abdichtung	BD alukaschiert, geflämmt	BD verklebt, geflämmt	BD 4, verklebt
Gesamtdicke	90	90	50
Gehweg/Seitenstreifen	BD	BD	BD
Deckschicht	11, 40	30	40
Tragschicht	—	35	—
Haftmittel	x	x	x
Abdicht. Unterb. Sickerbeton	BD	BD	BD
Gesamtdicke			
Anschlüsse			
Randaufbordung	x	x	x
Überganganschluss	x	x	—
Betonbrückenplatte			
Gefällebeton			
Lecabeton (Verstärkung)			60/70
Entwässerungsröhrchen	x	x	—
Beton			
Salzschäden Beton			x
Armierung			
Sinterungen			x
Imprägnierung/Anstrich			
Belag			
zu dünn			
Risse			x
unzweckm. Schutzschicht unterläufig	x	x	
Abdichtung			
losgerissen	Flämmversuche		
geflämmt	x	x	
wasserunterläufig			x
Blasen			x
verbrannt			
Fugen			m
Unterhalt	g	g	m
Sanierung			
Abdichtung			
Deckbelag			
Verstärkung	—	—	(Sanierung)
Ausführungsfehler			
Zustand, Beurteilung	g	g	s
Baudaten			
Baujahr	1983	1983	1932/1965
Kontrolle	1987	1983	1983
Sanierung			1984
Kontrolle		1989	1988

Sys 7 Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
25	1974	1979	5	m/s
27	1973	1979	6	s
30	1961	1980	19	s
34	(1948/1973)	1980	(32/7)	(m/s)
39	1983	1987	4	g
40	1983	1989	6	g
86	1965	1983	18	s
Durchschnittliches Alter:			9	

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen**Sys 8a PBD / GA, Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen, Gussasphalt-Beläge**

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1986 bis 1995 insgesamt sieben Brückenabdichtungen und Brückenbeläge des Systems 8a PBD / GA, Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen und Gussasphalt-Beläge, inspiziert. Es sind dies die

Objekte 123, 130-134, 139

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In den Tabellen auf den nächsten zwei Seiten sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 8a PBD / GA Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen, Gussasphalt-Beläge

Objekte	123	130	131
Fahrbahn			1989
Deckschicht GA	11, 40/45	16, 40/45	16, 35/40
Tragschicht GA	35/40	16, 35/40	16, 35/40
Ausgleich /Schutzschicht GA	–	–	16, 30/40
Abdichtung	PBD	PBD	PBD
Trennschicht	verklebt und geflämmt	verklebt und geflämmt	verklebt und geflämmt
Gesamtdicke	80/90	80/90	100/120
Gehweg, Standstreifen			
Deckschicht GA	11, 30	16, 30/40	16, 35/40
Tragschicht GA	16, 35/40	16, 30/40	16, 35/40
Ausgleich/Schutzschicht GA	–	–	16, 30/40
Abdichtung	PBD, Gv	PBD 4 mm, Gv	PBD
Trennschicht	verklebt und geflämmt	verklebt und geflämmt	verklebt und geflämmt
Gesamtdicke	70/75	65/85	100/120
Anschlüsse			
Randaufbordung	PBD	PBD	PBD
Übergangsanschluss	PBD	–	PBD
Betonbrückenplatte			
Entwässerungsröhrchen	x	x	x
Gefällemörtel mit Glattstrich	–	–	Silica fume
Epoxi-Mörtel	x	x	–
Gefälle	2, 5	3.5, 5.2, 6.3	–
Beton-Oberflächen	gut	gut	Silica fume
Abdichtung			
verklebt	x	x	x
geflämmt	–	x	x
Unterhalt	g	gut	–
Fugen	g	g	g
Zustand, Beurteilung	g	g/sg	g/sg
Baudaten			
Baujahr	1956/1958	1985/1986	1966
Kontrolle			1980
Sanierung	1989	1986	1989
Kontrolle	1990	1989	1990

System 8a PBD / GA Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen, Gussasphalt-Beläge

Objekte	132	133	134	139
Fahrbahn				
Deckschicht (mit Hartsplitt) GA	11, 35/40	16, 35/40	11, 35/40	11, 40/45
Tragschicht GA	16, 35/40	16, 35/40	16, 35/40	11, 35/40
Ausgleich/Schutzschicht GA	16, 30/40	16, 30/40	16, 35/40	–
Abdichtung	PBD	PBD geklebt, geflämmt	PBD	PBD
Gesamtdicke	100/120	100/120	110/125	80/90
Gehweg, Standstreifen				
Deckschicht GA	11, 35/40	11, 35/40	11, 35/40	11, 40/45
Tragschicht GA	16, 35/40	16, 35/40	16, 35/40	16, 35/40
Ausgleich/Schutzschicht GA	16, 30/40	16, 30/40	16, 30/40	
Abdichtung	PBD	PBD	PBD	PBD
Gesamtdicke	100/120	100/120	100/120	80/90
Anschlüsse				
Randaufbordung	PBD	PBD	PBD	PBD
Übergangsanschluss	PBD	PBD		PBD
Betonbrückenplatte				
Entwässerungsröhrchen	x	x	x	x
Gefällemörtel mit Glattstrich	Silica fume	Silica fume	Silica fume	
Epoxi-Mörtel	–	–	–	
Gefälle	–	–	–	
Beton-Oberflächen	Beton-Abrieb	Beton-Abrieb	Beton-Abrieb	
Abdichtung				
verklebt	x	x	x	x
geflämmt	x	x	x	x
Unterhalt				
Fugen	g	g	g	g
Zustand, Beurteilung	g/sg	g/sg	g/sg	g
Baudaten				
Baujahr	1966	1964	1965	1912/13
Sanierung	1989	1988, 89	1989	–
Neubau	–	–	–	1990
Kontrolle	1990	1990	1990	1995

Sys 8a Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
123	89	90	1	g
130	86	90	4	g/sg
131	89	90	1	g/sg
132	89	90	1	g/sg
133	88	90	2	g/sg
134	89	90	1	g/sg
139	90	95	5	g
Durchschnittliches Alter:			2	

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen

**Sys 8b PBD/(AB)/HRA Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen,
 (Asphaltbeton-Schutz- und -Tragschichten),
 Hot-Rolled-Asphalt-Deckschichten**

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1982 bis 1989 insgesamt drei Brückenabdichtungen und Brückenbeläge des Systems 8b PBD/(AB)/HRA, Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen, allfällige Asphaltbeton-Schutzschicht und Hot-Rolled-Asphalt-Deckschichten, inspiziert. Es sind dies die

Objekte 93, 105, 124

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In der Tabelle auf der nächsten Seite sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

**System 8b PBD/(AB)/HRA Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen,
Asphaltbeton-Schutz- und -Tragschichten, Hot-Rolled-Asphalt-Deckschichten**

Objekte	93	105	124
Fahrbahn	1982	86/88	
Deckschicht	HRA, 40 mit Hartsplitt 3/6	HRA 16, 40 mit Trinidad- Epuré	HRA 16, 40
Tragschicht	AB 16, 40/90	AB 16, 30/50	AB 16, ≥40
Schutzschicht	AB 4, 15	AB 4, 15	AB 16, 20
Abdichtung	PBD	PBD 4 mm und geflämmt, vollverklebt	PBD, 5 mm
Trennschicht verklebt, geflämmt	Gv verklebt gut	Splittverankerung gut	Gv verklebt gut
Gesamtdicke	100/150	90/110	100/120
Standstreifen			
Deckschicht	HRA, 40	HRA, 40	HRA, 40
Tragschicht	AB 16, 40	AB 16, 35/45	AB 16, ≥40
Schutzschicht	AB 4, 15	AB 4, 15	AB 16, 20
Abdichtung	PBD	PBD	PBD
Gesamtdicke	90/100	100	100/120
Anschlüsse			
Randaufbordung	PBD verklebt	PBD 4 mm	PBD 5 mm
Übergangsanschlüsse	neu		PBD
Betonbrückenplatte			
Entwässerungsröhrchen	x	x	x
Gefällsbeton	x	—	—
Glattstrich	x	—	—
Gefälle	3.0	5, 7, 9	
Abdichtung verklebt/geflämmt	x	x	x
Unterhalt	g	g	g
Fugen	g	g	g
Zustand, Beurteilung	g	g	sg/g
Baudaten			
Baujahr	1968	1972	1985
Kontrolle	1979	Abbruch 1985	—
Sanierung/Neubau	1982	1986, 1988	—
Kontrolle	1984, 1988	1989	1989

Sys 8b Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
93	1982	1988	6	g
105	1988	1989	1	g
124	1985	1989	4	g/sg
Durchschnittliches Alter:			4	

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen

Sys 9 PBD/AB Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen, Asphaltbeton-Beläge

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1979 bis 1996 insgesamt 14 Brückenabdichtungen und Brückenbeläge des Systems 9 PBD / AG, Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen und Asphaltbeton-Beläge, inspiziert. Es sind dies die

Objekte 32, 41, 44-47, 50, 81, 88, 92, 102, 103, 125, 138

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In den Tabellen auf den nächsten drei Seiten sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 9 PBD / AB Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen, Asphaltbeton-Beläge

Objekte	32	41	44	45
Fahrbahn	1982		1983	
Deckschicht	16, 40	16, 50	10, 45/50	16, 40
Tragschicht	HMT 30/40	16, 45	16, 40/45	HMT 30/40
Abdichtung	PBD 5 mm	PBD 5 mm	PBD 5 mm	PBD 5 mm
Voranstrich	verklebt			verklebt
Gesamtdicke	75/85	100	95/100	75/85
Gehweg, Standstreifen				
Deckschicht	16, 30/40	16, 35	16, 45/50	16, 40
Tragschicht	16, 30/40	16, 35	16, 40/45	–
Abdichtung	PBD	PBD	PBD	PBD
Gesamtdicke	70	70	90/100	45
Anschlüsse	PBD	PBD	PBD	PBD
Randaufbordung	x	x	x	x
Übergangsanschluss	x	x	x	x
Betonbrückenplatte				
Gefälle				
Entwässerungs-Röhrchen			x	x
Beton				
Salzschäden Beton	–	–	–	x
Salzschäden Armierung	–	–	–	x
Sinterungen		–	–	x
Abspitzen			I	x
Epoxi-Beschichtung				x
Reparatur, Imprägnierung				x
Beton-, Ausgl.,				x
Verstärkung, Deckbelag				
Belag	x	g	g	g
zu dünn				
schiebt/instabil	x			
Spurrinnen				
Belagsverstärkung (Sanierung)				
Abdichtung	g	g	g	g
zu dünn				
wasserunterläufig	x			x
verklebt	x	x	x	
verbrannt				x
geflämmt, abgelöst, losgerissen				x
Unterhalt		g	g	g
Fugen	x	x	x	x
Sanierung			x	
Epoxi-Mörtel			x	
Abdichtung: Rand-Fahrbahn/ Gehw. Übergangspartien				
Zustand, Beurteilung	m/gut	gut	gut	gut
Baudaten				
Baujahr		1985	1974/1980	1984
Kontrolle	1980	1987	1980	1987
Sanierung	1982	–	1983, 84	
Kontrolle	1987	–	1989	

System 9 PBD / AB Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen, Asphaltbeton-Beläge

Objekte	46	47	50	81	88
Fahrbahn			1984	1984	1983
Deckschicht	16, 35	16, 40	11, 40/60	16, 50	16, 40
Tragschicht	HMT, 35	HMT, 40	16, 50	HMT, 30/60	16, 40
Abdichtung	PBD 5 mm	PBD 5 mm	PBD 6 mm	PBD 5 mm	PBD 3 mm
Gesamtdicke	75	85	95/115	85/115	85
Voranstrich	x	x			
Haftmittel			x	x	x
Gehweg, Standstreifen					
Deckschicht	16, 30	16, 40/60	11, 40/60	16, 50	16, 40
Tragschicht	16, 30	–	16, 50	–	16, 40
Abdichtung (Unterbau)	PBD	PBD	PBD	PBD	PBD
Gesamtdicke	60	45/65	95/115	55	85
Anschlüsse					
Randaufbordung	PBD	PBD	PBD	PBD	PBD
Übergangsanschluss	x	x	x	x	x
Betonbrückenplatte					
Gefälle					
Umbau/Verbreiterung					
Leca-Betonunterlage					
Entwässerungs-Röhrchen	x	x	x	–	x
Beton					
Salzschäden Beton					
Salzschäden Armierung					
Sinterungen					
Abspitzen					
Epoxi-Beschichtung					x
Sicker-Beton					x
Beton-/Ausgl./					
Verstärkung./Deckbelag					x
Belag	g	g			
zu dünn					
verformt/verdrückt			x		
Risse			x		x
Schutzschicht			s		
Abdichtung	g	g			
zu dünn					
Blasen				x	x
verklebt	x	x	x		
geflämmt/abgelöst/losgerissen	x	x			
Unterhalt	g	g	g	m	g
Fugen	x	x			
Sanierung:					
Epoxi-Mörtel					
Abdichtung: Rand-Fahrbahn/					
Gehw. Übergangspartien					
Zustand, Beurteilung	m/gut	sg	g	m/g	g
Baudaten					
Baujahr	1984	1984	1965	1961	1955
Kontrolle	1987	1987	1982	1982	1982
Sanierung			1984	1984	1983
Kontrolle			1988	1988	1988

System 9 PBD / AB Polymer-Bitumen-Dichtungsbahn, Asphaltbeton-Beläge

Objekte	92	102	103	125	138
Fahrbahn				Mittelstreifen	1993/94
Deckschicht	16, 30/40	11, 40/50	12, 50	16, 40/50	11s, 45
Tragschicht	16, 30/40	16, 20/30	16, 40	16, 40	16s, 60
Abdichtung	PBD 3 mm Gv	PBD	PBD 5 mm	PBD 5 mm	PBD
Gesamtdicke	65/85	65/85	95	85/95	110
Voranstrich					x
Haftmittel/Kleber	verklebt	verklebt	x	x	x
Gehweg, Standstreifen					
Deckschicht	11, 20	11/30	12, 50		
Schutz-/Tragschicht	10				
Abdichtung	PBD	PBD	PBD		
Gesamtdicke	35		55		
Anschlüsse					
Randaufbordung	PBD	PBD	PBD	PBD	
Übergangsanschluss	PBD	PBD	PBD	PBD	
Trennschicht	Glasvlies				
Fahrbahnübergänge erneuern	x	x			
Betonbrückenplatte					
Gefälle			3%		
Ebenheit					v
Entwässerungs-Röhrchen	x	x			
Beton					
Salzschäden Beton	x				
Salzschäden Armierung	x				
Spritzbetonauftrag	x				
Epoxi-Beschichtung	x				
Verstärkung					bis 100 mm
Belag	x	x	g	g	g
zu dünn					
verformt (leicht)	x				
Risse		x			
unterläufig					
Abdichtung	x	x	x	x	v
wasserunterläufig					
verklebt, geflämmt	x	x			
verbrannt					
losgerissen, abgelöst					
Unterhalt	g	g	v	v	v
Fugen					
Projektierungsfehler	f				
Zustand, Beurteilung	88:m/g 93:s	gut	88:g 93:s	g/sg	sg
Baudaten					
Baujahr	1961/1963	1970	1976	1968	1937/41
Sanierung (Teilsanierung)	(1979)				1976
Kontrolle	79,84,88		1979		1979, 83
Sanierung (Teilsanierung)	1993/1995	1982	1980	(1983)	1993, 94
Kontrolle		1988	1988	1989	1996

Sys 9 Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
32	1982	1987	5	m/g
41	1985	1987	2	g
44	1983	1989	6	g
45	1984	1987	3	g
46	1984	1987	3	m/g
47	1984	1987	3	sg
50	1984	1988	4	g
81	1984	1988	4	m/g
88	1983	1988	5	g
92	1979	1993	14	s
102	1982	1988	6	g
103	1980	1988	8	g
125	1983	1989	6	g/sg
138	1993	1996	3	sg
Durchschnittliches Alter:			5	

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen**Sys 10a K / GA Kunststoff-Abdichtungen, Gussasphalt-Beläge**

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1979 bis 1988 insgesamt drei Brückenabdichtungen und Brückenbeläge des Systems 10a K / GA, Kunststoff-Abdichtungen und Gussasphalt-Beläge, inspiziert. Es sind dies die

Objekte 4, 48, 52

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In der Tabelle auf der nächsten Seite sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 10a K / GA Kunststoff-Abdichtung, Gussasphalt-Beläge

Objekte	4	48	52
Fahrbahn			
Deckschicht	16, 20/40*	11, 35	16, 25/30
Tragschicht	16, 25*	11, 35	16, 25
Schutzschicht/Ausgleichschicht	10, 20/25*		10, 10/20
Abdichtung	K	K	K
Gesamtdicke	65/90	70	60/75
Gehweg, Standstreifen			
Deckschicht	6, 15**	11, 50	16, 25
Ausgleichschicht	16, 50**		16, 25
Abdichtung	K	K (PU)	K
Gesamtdicke	65	50	50
Fugen			
Fahrbahnrand	K-Profil mit Presskeil	Fugendichtungs- masse	K-Profil mit Presskeil
Konsolköpfe	Fugendichtungs- masse		Fugendichtungs- masse
Beton			
Anschlüsse			
Randaufbordung	K	BD	K
Fahrbahn/Gehweg			
Beläge	gut	gut	gut
Unterhalt	gut	gut	gut
Ausführung, Zustand	gut	gut	gut
Zustand, Beurteilung	g	g	g
Baudaten			
Baujahr	1976/80	1953	1978/79
Sanierung		1984	
Kontrolle	1987	1988	1987

* maschineller Einbau

** Handeinbau

Sys 10a K/GA Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
4	1980	1987	7	g
48	1984	1988	4	g
52	1979	1987	8	g
Durchschnittliches Alter:			6	

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen, Beurteilungen**Sys 10b K / AB Kunststoff-Abdichtungen, Asphaltbeton-Beläge**

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1979 bis 1996 insgesamt drei Brückenabdichtungen und Brückenbeläge des Systems 10b K / AB, Kunststoff-Abdichtungen und Asphaltbeton-Beläge, inspiziert. Es sind dies die

Objekte 58, 84, 90

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In der Tabelle auf der nächsten Seite sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 10b K / AB Kunststoff-Abdichtungen, Asphaltbeton-Beläge

Objekte	58	84	90
Fahrbahn		1976	1986/90
Deckschicht	10, 35	16, 40	16, 40
Tragschicht	16, 40	40, 90	16, 60
Tragschicht		16/25, 20/90	22, 80
Foundationsschicht (Kies)			>25 m
Vermörtelung		x	
Schutzschicht	4, 10	6, 30	
Schutzschicht (Sickerbeton)			80/100
Abdichtung	Teer-Epoxi	K (PVC)	K, 3 mm (PVC)
verklebt	x	x	x
Gesamtdicke	85	180/250	>5 m
Gehweg, Standstreifen			
Deckschicht	10, 35		
Ausgleichsschicht	16, 40		
Schutzschicht	4, 10		
Abdichtung	Teer-Epoxi		
Gesamtdicke	85		
Fugen			
Fahrbahnrand	FDM	FDM	FDM
Konsolköpfe	FDM	FDM	FDM
Beläge			
Anschlüsse			
Randaufbordung	Teer-Epoxi	K (PVC)	K, 3 mm (PVC)
Fahrbahn/Gehweg	Tausalzschäden		
Beton			
Unterhalt	m/g		v
Zustand, Beurteilung	m/g	g	g
Baudaten			
Baujahr	1972	1937/41	1968
Sanierung		1976	1986, 1990
Kontrollen	1985	1979, 83	
Neubau	1986/88	–	
Sanierung		1993, 94	
Kontrolle		1996	1996

Sys 10b K/AB Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
58	1972	1985	13	m/g
84	1976	1983	7	g
90	1968	1986	18	g
Durchschnittliches Alter:			12	

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen

Sys 11 HRA / HRA Hot-Rolled-Asphalt-«Abdichtung», Hot-Rolled-Asphalt-Belag

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1984 bis 1988 insgesamt eine «Brückenabdichtung» und ein Brückenbelag des Systems 11 HRA / HRA, Hot-Rolled-Asphalt als «Abdichtung» und als Belag, inspiziert. Es ist dies das

Objekt 117

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In der Tabelle auf der nächsten Seite sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 11 HRA / HRA Hot-Rolled-Asphalt als «Abdichtung» und als Belag

Objekt	117
Fahrbahn	1984
Belag als zweischichtige	Hot Rolled Asphalt
Abdichtungs- und	25/35
Belagsausführung	25/35
Gesamtdicke	50/70
Gehweg	
Abdichtung und Belag	25/30
(zweischichtig)	25/30
Gesamtdicke	50/60
Anschlüsse	
Randaufbordung	HRA
Betonbrückenplatte	
Gefälle	0/1%
Salzschäden Platte	—
Lecabeton-Verstärkung	60/70
Deckbelag	Risse längs Gehweganschlag, Winkeleisen, mit bituminöser Masse gefüllt
Abdichtung	
nicht verklebt	
Fugendichtung	
Unterhalt	Fugen und Risse
Unterhalt	gut
Zustand, Beurteilung	gut
Baudaten	
Baujahr	1932
Belagseinbau	1948
Sanierung (BD/AB)	1980
Kontrolle	1983
Sanierung	1984
(HRA Abdichtung, Belag)	
Kontrolle	1988

Sys 11 HRA/HRA Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
117	1984	1988	4	g

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen**Sys 12 BA/AB/AB Bitumen-Anstrich, Asphaltbeton-Beläge**

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1979 bis 1996 insgesamt acht Brückenabdichtungen und Brückenbeläge des Systems 12 BA/AB/AB, Bitumen-Anstrich und Asphaltbeton-Beläge, inspiziert. Es sind dies die

Objekte 23, 29, 33, 71, 126-129

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In den Tabellen auf den nächsten zwei Seiten sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 12 BA/AB/AB Bitumen-Anstrich, Asphaltbeton-Beläge

Objekte	23	29	33	71
Fahrbahn			1948	
Deckschicht	11, 25/30	11, 30/40	11, 30/50	16, 40/50
Tragschicht	8, 25/30	8, 20	–	HMT gem. SN
Foundationsschicht				> .4 m
Abdichtung, Voranstrich	BA	BA	BA	BA
Schutzschicht (Sickerbeton)				x
Gesamtdicke	50/60	50/60	30/50	> .5 m
Gehweg, Standstreifen				
Deckschicht	11, 25/30	11, 30	8, 15/25	
Abdicht. Unterb. Sickerbeton	BA	BA	BA	
Anschlüsse	–	–	Winkeleisen	
Betonbrückenplatten	LQF	LQ		
Gefälle	7, 3, 8%	0,2		
Beton				
Salzschäden	Plattenrand, Armierung	Tragkonstruktion Randpartien	Plattenränder	x
Armierungskorrosion		x		x
Sinterungen				x
Belag				
zu dünn				x
Risse				x
unzweckm. Schutzschicht				x
wasserunterläufig		x		x
Abdichtung				
geflämmt				x
wasserunterläufig		x		x
Fugen				m/s
Unterhalt				m/s
Sanierung				vorgesehen
Unterhalt	m	m	g	s
Sanierung vorgesehen	1984	1980 (dringend)	1984	1986
Beurteilung, Zustand	m/s	m	m	s
Baudaten				
Baujahr	1955	1950	1932/1948	1968
Kontrolle	1979	1980	1980, 1983	1984, 1996

System 12 BA/AB/AB Bitumen-Anstrich, Asphaltbeton-Beläge

Objekte	126	127	128	129
Fahrbahn				
Deckschicht	11, 50/60	11, 40/50	11, 40/50	11, 40
Tragschicht	11, 50/60	11, 40/50	AB 11, 40/50	AB 11, 30/40
Voranstrich und Haftmittel	BA	BA	BA	BA
Gesamtdicke	100/120	80/100	80/100	70/80
Gehweg/Standstreifen	BA	BA	BA	BA
Anschlüsse	—	—	—	—
Betonbrückenplatten				
Gefälle				
Beton				
Salzschäden	Oberfl.Versalzung Platten u. Widerlagerwand Beton- und Armierungs- schäden	starke Versalzung 0.1% Platte Salzschäden starke Armierungs- schäden	sehr starke Beton- Plattenschäden Armierungs- schäden	Oberfl.Betonsch. Platten und Widerlagen- wand Armie- rungsschäden
Belag				
wasserunterläufig	x			
Unterhalt	g	g	g	g
Sanierung	vorg. 1989/90	vorg. 1988/89	vorg. 1989	1989
Beurteilung, Zustand	m/s	m/s	m/s	m/s
Baudaten				
Baujahr	1965	1966	1964	1965
Kontrolle	1989	1988	1989	1989

Sys 12 Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
23	1955	1979	24	m/s
29	1950	1980	30	m
33	1948	1983	35	m
71	1968	1986	18	s
126	1965	1989	24	m/s
127	1966	1988	22	m/s
128	1964	1989	25	m/s
129	1965	1989	24	m/s
Durchschnittliches Alter:			25	

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen**Sys 13a BD/BH Bitumen-Dichtungsbahn, Betonbelag BH, schwimmend**

Im Rahmen der Felderhebungen wurde eine Brückenabdichtung und ein Brückenbelag des Systems 13a BD / BH, Bitumen-Dichtungsbahnen und schwimmender Betonbelag, berücksichtigt. Es ist dies das

Objekt 61

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In der Tabelle auf der nächsten Seite sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 13a BD / BH Bitumen-Dichtungsbahnen, Betonbeläge BH schwimmend

Objekt	61
Abdichtung	
Ausgleichsschicht	PC-Schutzmörtelschicht, talochiert, 40 mm, mit Drahtgeflechtarmierung
Trennschicht	—
Abdichtung	BD bitumenverklebt
Schutzschicht	PC-Schutzmörtel, talochiert, 40 mm
Beton-Fahrbahnbelag u. Standstreifen	
Oberschicht Beton (Hartsplitt)	50, BH PC 400
Armierung Oberschicht	Stahldrahtnetz-Vollarmierung aus Stäben
Unterschicht Beton (Rundkorn)	120/130, BH PC 350
Armierung Unterschicht	Stahldrahtnetz-Vollarmierung aus Stäben, Eckbügel
Anker in Längsfugen	Ankereisen, ø 14 mm
Dübel in Quertugen	Rundeisen-Dübel, ø 20 mm
Fugenverguss, längs und quer	Bitumendichtungsmasse
Randanschlüsse	
Betonnachbehandlung	Schutzdächer, Wässerung
Unterhalt	
Beurteilung	gut
Zustand, Beurteilung	m/s nach 35 Jahren Schwerverkehr stark zerrissen und ersetzt 1976
Baudaten	
Baujahre	1937/1941
Sanierung	1976

Sys 13a BD/BH Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
61	1941	1976	35	m/s

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen**Sys 13b WM / BH Weichmastix-Abdichtung, Betonbelag BH, schwimmend**

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1987 bis 1989 insgesamt eine Brückenabdichtung und ein Brückenbelag des Systems 13b WM / BH, Weichmastix-Abdichtung und schwimmender Betonbelag BH, inspiziert. Es ist dies das

Objekt 91

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In der Tabelle auf der nächsten Seite sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 13b WM / BH Weichmastix-Abdichtung, Betonbeläge BH schwimmend

Objekte	91
Abdichtung	1968
Ausgleichsschicht	Mörtelüberzug, talochiert
Trennschicht	Glasgewebe
Abdichtung	WM 3 aufgebordet, Glasgewebe
Schutzschicht	AB 4, 15, bindemittelarme Schutz- u. Entwässerungsschicht
Beton-Fahrbahnbelag u. Standstreifen	
Unterschicht Beton (Rundkorn)	BN 350, 150/190
Oberschicht Beton (Hartsplitt)	BH 400, 60
Gesamtdicke (Beton)	210/250
Armierung Unterschicht	Profilstahl-Randarmierung $\varnothing$ 14 mm
Armierung Oberschicht	Vollarmierung
Anker in Längsfugen	Profilstahl-Anker, $\varnothing$ 14 mm
Dübel in Querfugen	Rundeisen-Dübel, $\varnothing$ 22 mm
Fugenverguss, längs und quer	Bitumendichtungsmasse
Randanschlüsse	
Betonnachbehandlung	Curing Compound
Unterhalt	
Beurteilung	gut
Zustand, Beurteilung	m/gut nach 25 Jahren städtischem Schwerverkehr in relativ gutem Zustand und guter Fahrkomfort; leichte Spikes-Spurrinnen, keine Sinterstellen
Baudaten	
Beton-Belag	1928/1930
Beton-Belag	1968
Kontrollen	1987, 1989
Sanierung	vorgesehen

Sys 13b WM/BH Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
91	1968	1989	21	m/g

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen

**Sys 14 BH schwimmend,
 Beton-Brückenbelag, schwimmend (ohne zusätzliche Abdichtung)**

Im Rahmen der Felderhebungen wurde von 1980 bis 1989 ein schwimmender Betonbrückenbelag des Systems 14, BH schwimmend (ohne zusätzliche Abdichtung), inspiziert. Es ist dies das

Objekt 142

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In der Tabelle auf der nächsten Seite sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

**System 14 BH schwimmend,
Beton-Brückenbelag schwimmend (ohne zusätzliche Abdichtung)**

Objekt	142
Fahrbahn	
Trennschicht	—
Abdichtung	—
Schutzschicht	—
Fahrbahnbelag u. Standstreifen	
Oberschicht Beton	BH PC 350, 50
Unterschicht Beton	BH PC 250, 70
Gesamtdicke	120
Ausgleichsschicht	talochiert
Betonbehandlung	wässern
Armierung Unterschicht	Stahldrahtnetz-Vollarmierung, Eckbügel
Armierung Oberschicht	Stahldrahtnetz u. Vollarmierung
Anker in Längsfugen	Ankereisen, ø 14 mm
Dübel in Quertugen	Rundeisen-Dübel, ø 20 mm
Fugenverguss, längs u. quer	Bitumendichtungsmasse
Randanschlüsse	Bitumendichtungsmasse
Unterhalt	jährlich
Schäden	nach über 40 Jahren (z.T. intensiver Schwerverkehr) einige Eck- und Diagonal-Risse
Zustand, Beurteilung	(in relativ gutem Zustand) m/g
Baudaten	
Baujahr	1951
Kontrollen	1980, 82, 89

Sys 14 BH schwimmend Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
142	1951	1989	38	m/g

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen**Sys 15 BH haftend, Betondeckschicht direkt auf talochierter Mörtelzwischenlage
der Betonbrückenplatte haftend**

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1968 bis 1987 insgesamt zwei haftende Beton-Brückenbeläge des Systems 15 BH haftend, Beton-Brückenbeläge direkt auf talochierter Mörtelzwischenlage der Brückenplatte haftend, inspiziert. Es sind dies die

Objekte 60, 140

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In den Tabellen auf den nächsten zwei Seiten sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

**System 15 BH haftend, Beton-Brückenbelag direkt auf talochierter
Mörtelzwischenlage der Brückenplatte haftend**
Objekt 60

Fahrbahn

Trennschicht —
Abdichtung —
Schutzschicht —

Fahrbahnbelag u. Standstreifen

Oberschicht Beton BH PC 400, 60
Unterschicht Beton B PC 160, 120/170
Gesamtdicke 180/230
Ausgleichschicht talochiert
Betonbehandlung wässern
Armierung Unterschicht —
Armierung Oberschicht Längsarmierung Ø 10, ca. 0.15 m
Verteileisen Ø 5 mm
Anker in Längsfugen —
Dübel in Quertugen —
Fugenverguss, längs u. quer Bitumen
Randanschlüsse Bitumen

Unterhalt jährlich

Zustand, Beurteilung m

Baudaten

Baujahr 1928/1930
Kontrollen 1968
Sanierung 1968

System 15 BH haftend, Beton-Brückenbelag haftend direkt auf talochierter Mörtelzwischenlage der Brückenplatte**Objekt** 140**Fahrbahn**

Ausgleichsschicht	Mörtel talochiert, ca. 20
Trennschicht	—
Zusätzliche Abdichtung	—
Schutzschicht	—

Fahrbahnbelag u. Standstreifen

Betondeckschicht	BH PC 350, 60
«Einstreusplitt»	Siliciumkarbid, 800 g · m ⁻²
Betonbehandlung	wässern
Armierung	unarmiert, direkt auf Betonbrückenplatte
Fugenverguss, längs u. quer	Bitumendichtungsmasse
Randanschlüsse	Bitumendichtungsmasse

Unterhalt periodisch**Schäden** nach 46 Jahren keine gravierenden Schäden; in relativ gutem Zustand**Zustand, Beurteilung 1987** m**Baudaten**

Baujahr	1941
Kontrolle	1987
(Sanierung und Verbreiterung 1987)	siehe Objekt 141

Sys 15 BH haftend Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
60	1928	1968	40	m
140	1941	1987	46	m
Durchschnittliches Alter:			43	

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen**Sys 16a BH verankert, Betondeckschichten BH, verankert**

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1981 bis 1995 insgesamt 15 verankerte Betondeckschichten Systems 16a BH verankert inspiziert. Es sind dies die

Objekte 16-18, 26, 43, 51, 55-57, 62, 106, 107, 115, 116

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In den Tabellen auf den nächsten fünf Seiten sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 16a BH verankert Betondeckschichten, verankert

Objekte	16	17	18	26
Fahrbahnen Standstreifen				
Vorbehandlung	wässern min. 2 x 24 h	wässern min. 2 x 24 h	wässern min. 2 x 24 h	wässern min. 2 x 24 h
Betonbrückenplatte	Einwässern Einbürstmörtel Mikroverzahnung	Einwässern Einbürstmörtel Mikroverzahnung	Einwässern Einbürstmörtel Mikroverzahnung	Einwässern Einbürstmörtel Mikroverzahnung
Verankerung	Steinschrauben- Stahlanker	Steinschrauben- Stahlanker	Steinschrauben- Stahlanker	Steinschrauben- Stahlanker
Betondeckschicht	70 mm BH PC 350 mit Hartsplitt und Luftporenzusatz, streusalzresistent, praktisch wasser- undurchlässig	70/80 mm BH PC 350 mit Hartsplitt und Luftporenzusatz, streusalzresistent, praktisch wasser- undurchlässig	70 mm BH PC 350 mit Hartsplitt und Luftporenzusatz, streusalzresistent, praktisch wasser- undurchlässig	100/150 mm BH PC 350 mit Luftporenzusatz, streusalzresistent, praktisch wasser- undurchlässig
Beton-Nachbehandlung	Curing-Compound	Curing-Compound	Curing-Compound	Curing-Compound
Stahldrahtnetz	Vollarmierung	Vollarmierung	Vollarmierung	Vollarmierung
Rundstahl-Dübel	Durchmesser 22 mm	Durchmesser 22 mm	Durchmesser 22 mm	Durchmesser 22 mm
Profilstahl-Anker	Durchmesser 14 mm	Durchmesser 14 mm	Durchmesser 14 mm	Durchmesser 14 mm
Fugen (bituminöse Fugendichtungsmasse)	periodisches Nachgiessen	periodisches Nachgiessen	periodisches Nachgiessen	ungenügendes Nachgiessen
Schäden	z.T. kleinere; jährliche Epoxi- mörtelreparaturen, keine Hohlstellen	z.T. kleinere; jährliche Epoxi- mörtelreparaturen, keine Hohlstellen	z.T. kleinere; jährliche Epoxi- mörtelreparaturen, keine Hohlstellen	Risse, Frost- schäden, offene Anschlussfugen, Aussinterungen, Tropfstellen, Armierungs- korrosion
Zustand, Beurteilung	gut	g, m/g	g, m/g	s, Fugen: s
Baudaten				
Baujahr	1971	1971/1972	1970/1971	1966
Kontrolle	1989, 1995	1989, 1995	1989, 1995	1984, 1996

System 16a BH verankert, Betondeckschichten verankert

Objekte	43	51	55	56
Fahrbahnen, Standstreifen Vorbehandlung	wässern min. 2 x 24 h	wässern min. 2 x 24 h	wässern min. 2 x 24 h	wässern min. 2 x 24 h
Betonbrückenplatte	Einwässern Einbürstmörtel Mikroverzahnung	Einwässern Einbürstmörtel Mikroverzahnung	Einwässern Einbürstmörtel Mikroverzahnung	Einwässern Einbürstmörtel Mikroverzahnung
Verankerung	Steinschrauben- Stahlanker	Steinschrauben- Stahlanker	Steinschrauben- Stahlanker	Steinschrauben- Stahlanker
Betondeckschicht	70 mm BH PC 350 mit Hartsplitt und Luftporenzusatz, streusalzresistent, praktisch wasser- undurchlässig	60/80 mm BH PC 350 mit Hartsplitt und Luftporenzusatz, streusalzresistent, praktisch wasser- undurchlässig	80/120 mm BH PC 350 mit Hartsplitt und Luftporenzusatz, streusalzresistent, praktisch wasser- undurchlässig	100 mm BH PC 350 mit Hartsplitt und Luftporenzusatz, streusalzresistent, praktisch wasser- undurchlässig
Beton-Nachbehandlung	Curing-Compound	Curing-Compound	Curing-Compound	Curing-Compound
Stahldrahtnetz	Vollarmierung	Vollarmierung	Vollarmierung	Vollarmierung
Rundstahl-Dübel	Durchmesser 22 mm	Durchmesser 22 mm	Durchmesser 22 mm	Durchmesser 22 mm
Profilstahl-Anker	Durchmesser 14 mm	Durchmesser 14 mm	Durchmesser 14 mm	Durchmesser 14 mm
Fugen (bituminöse Fugendichtungsmasse)	periodisches Nachgiessen	periodisches Nachgiessen	periodisches Nachgiessen	periodisches Nachgiessen
Schäden	kleine, mit Epoxi- mörtel repariert, Hohlstellen mit Beton saniert	kleine, mit Epoxi- mörtel repariert, Hohlstellen mit Beton saniert	Brücke: Deformationen, Risse, Durch- bruch in Brückenplatte	Fahrbahnbelag gut Standspuren- Oberfläche durch liegenden Tausalz-Matsch angegriffen
Zustand, Beurteilung	nach Sanierung 1983 noch gut . Zustand 1991 = s, Ersatz notwendig	mit 26 Jahren Winterdienst sehr gutes Verhalten	Brücke: s, Fehler bei Projektierung und Ausführung. Brücke wird abgebrochen. Betondeckschicht m/g	g/m Sanierung: Betondeckbelag ersetzen durch bit. Abdichtung und Beläge
Baudaten				
Baujahr	1961	1960	1966	1968
Sanierung	1983	–	–	–
Kontrolle	1988	1985	1984, 1986	1984, 1986
Sanierung (Ersatz bituminösem System)	mit 1991	–	–	–

System 16a BH verankert, Betondeckschichten, verankert

Objekte	57	62	62 a
Fahrbahnen und Gehwege, Standstreifen		1973 Chur - ZH	1973 ZH - Chur
Vorbehandlung	Einwässern min. 2 x 24 h Haftmörtel eingerieben	Einwässern min. 2 x 24 h Haftmörtel eingerieben	Einwässern min. 2 x 24 h Haftmörtel eingerieben
Verankerung	Steinschrauben- Stahlanker	Steinschrauben- Stahlanker	Steinschrauben- Stahlanker
Betondeckschicht	90/100 mm BH PC 350 mit Luftporenzusatz	90 mm BH PC 350 mit Luftporenzusatz	90 mm BH PC 350 mit Luftporenzusatz
Belagsheizung	–	–	–
Beton-Nachbehandlung	Curing-Compound	Curing-Compound	Curing-Compound
Stahldrahtnetz	Vollarmierung	Vollarmierung	Vollarmierung
Rundstahl-Dübel	Durchmesser 22 mm	Durchmesser 22 mm	Durchmesser 22 mm
Profilstahl-Anker	Durchmesser 14 mm	Durchmesser 14 mm	Durchmesser 14 mm
Fugen (bituminöse Fugendichtungsmasse)	periodisches Nachgiessen	(Längs- und Quer- Fräsfugen) periodisches Nachgiessen	(Längs- und Quer- Fräsfugen) periodisches Nachgiessen
Schäden	Tausalz-Schäden auf Standspuren, Gehwegen (Schneematsch)	–	Viele Risse und Abplatzungen
Zustand, Beurteilung Betonbelag	Fahrbahn gut sorgfältiger Unterhalt Standstreifen m/g	Fahrbahn gut sorgfältiger Unterhalt	s, trotz sorgfältigem Unterhalt
Baudaten			
Baujahr	1968	1960/61	1973
Betondeckschicht		1973	1973
Kontrolle	1984, 86	1986, 88, 95	1986, 88, 95
Sanierung, vorgesehen			1996

System 16a BH verankert, Betondeckschichten verankert

Objekte	106	107
Fahrbahnen und Gehwege, Standspuren		
Vorbehandlung	Einwässern min. 2 x 24 h Haftmörtel eingerieben	Einwässern min. 2 x 24 h Haftmörtel eingerieben
Verankerung	Steinschrauben- Stahlanker	Steinschrauben- Stahlanker
Betondeckschicht	90/100 mm BH PC 350 mit Luftporenzusatz	80/130 mm BH PC 350 mit Luftporenzusatz
Belagsheizung	–	–
Beton-Nachbehandlung	Curing-Compound	Curing-Compound
Stahldrahtnetz	Vollarmierung	Vollarmierung
Rundstahl-Dübel	Durchmesser 22 mm	Durchmesser 22 mm
Profilstahl-Anker	Durchmesser 14 mm	Durchmesser 14 mm
Fugen (bituminöse Fugendichtungsmasse)	periodisches Nachgiessen	periodisches Nachgiessen
Schäden	Tausalz-Schäden auf Standspuren, Gehwegen (Schneematsch)	Tausalz-Schäden auf Standspuren, Gehwegen (Schneematsch)
Zustand, Beurteilung		
1980 Betonbelag		m
1987 (nach Sanierung 1980)		g
1988	g	
1995 Betonbelag		m/s
Baudaten		
Baujahr	1966	1964
Sanierung	–	1980
Kontrolle	1988	1981, 87, 95

System 16a BH verankert, Betondeckschichten verankert

Objekte	115	116
Fahrbahnen und Gehwege, Standstreifen		
Vorbehandlung	Einwässern min. 2 x 24 h Haftmörtel eingerieben	Einwässern min. 2 x 24 h Haftmörtel eingerieben
Verankerung	Steinschrauben-Stahlanker	Steinschrauben-Stahlanker
Betondeckschicht	70 mm BH PC 350	90/100 mm BH PC 350
Belagsheizung	–	–
Beton-Nachbehandlung	Nachbehandlung	Curing-Compound
Stahldrahtnetz	Vollarmierung	Vollarmierung
Rundstahl-Dübel	Durchmesser 22 mm	Durchmesser 22 mm
Profilstahl-Anker	Durchmesser 14 mm	Durchmesser 14 mm
Fugen (bituminöse Fugendichtungsmasse)	periodisches Nachgiessen	periodisches Nachgiessen
Schäden	–	–
Zustand, Beurteilung Betonbelag	sg	gut jährlich sorgfältiger Unterhalt
Baudaten		
Baujahr	1971	1971
Sanierung	–	–
Kontrolle	1989, 1995	1989

Sys 16a Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
16	1971	1995	24	g
17	1971	1995	24	g; m/g
18	1970	1995	25	g (m/g)
26	1966	1996	30	s
43	1961	1991	30	s
51	1960	1985	25	g
55	1966	1986	20	m/g
56	1968	1986	18	g/m
57	1968	1986	18	g; m/g
62	(1960) 1973	1985	20	g
62a	1973	1995	22	s
106	1966	1988	22	g
107	1964	1995	31	m/s
115	1971	1955	24	sg
116	1971	1989	18	g
Durchschnittliches Alter:			23	

Übersicht und Zusammenstellung der Felderhebungen; Zustandsbeurteilungen**Sys 16b BH verankert, Betondeckschichten verankert und mit Heiznetzen
Kabelheizung**

Im Rahmen der Felderhebungen wurden von 1983 bis 1989 insgesamt zwei verankerte Betondeckschichten mit Heizung des Systems 16b BH verankert, mit Heiznetzen oder mit Kabelheizung, inspiziert. Es sind dies die

Objekte 63, 137

Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Feststellungen sind im separaten Anhang detailliert aufgeführt. In der Tabelle auf der nächsten Seiten sind diese Feststellungen übersichtlich zusammengefasst und die Zustandsbeurteilungen jeweils im Zeitpunkt der zuletzt durchgeführten Kontrolle festgehalten.

System 16b BH verankert mit Heizung, Betondeckschicht verankert und mit Heiznetzen oder Kabelheizung

Objekte	63	137
Fahrbahnen und Gehwege, Standspuren		
Vorbehandlung	Einwässern min. 2 x 24 h Haftmörtel eingerieben	Einwässern min. 2 x 4 h Haftmörtel eingerieben
Verankerung	Steinschrauben- Stahlanker	Steinschrauben- Stahlanker
Betondeckschicht	70/90 mm BH PC 350	80/100 mm BH PC 350
Belagsheizung	Netzheizbelag	Kabelheizbelag
Beton-Nachbehandlung	Curing-Compound	Curing-Compound
Stahldrahtnetz	Vollarmierung	Vollarmierung
Rundstahl-Dübel	Durchmesser 22 mm	Durchmesser 22 mm
Profilstahl-Anker	Durchmesser 14 mm	Durchmesser 14 mm
Fugen	Bitumendichtungs- masse jährliches Nachgiessen	Bitumendichtungs- masse jährliches Nachgiessen
Schäden	–	–
Zustand	gut Unterhaltsarbeiten	gut
Beurteilung		
Betonbelag	m	gut
Heiznetze	teilweise zu hoch	
Baudaten		
Baujahr	1955	1960/61
Kontrolle	1983, 86	1983, 1989
Sanierung	1988	

Sys 16b BH verankert Zusammenstellung der Zustandsbeurteilungen

Objekt Nr.	Jahr der		Alter a	Beurteilung
	Erstellung	Beurteilung		
63	1955	1986	31	m
137	1960	1989	29	g
Durchschnittliches Alter:			30	

H Kommentar zu den einzelnen Systemen

1. Sys 1a GA/GA Gussasphalt-Abdichtungen, Gussasphalt-Beläge

Gussasphalt-Abdichtungen gehören zu den meist ausgeführten Brückenabdichtungen. Schwierigkeiten sind selten aufgetreten. Um Blasen zu vermeiden, wurden Gussasphalt-Abdichtungen grundsätzlich auf Trennlagen wie Ölpapier oder Glasvlies als sogenannt «schwimmendes Abdichtungs-System» eingebaut.

Die schwimmenden Konstruktionen haben beispielsweise den Nachteil, dass durch undichte Randanschlüsse eindringende Feuchtigkeit oder eindringendes Tausalzwasser – dem Fall-Liniengefälle folgend – die schwimmende Abdichtung unterlaufen und die Beton-Fahrbahnplatte sowie die Stahl- oder Beton-Brückenkonstruktion angreifen kann.

Das GA/GA Abdichtungs-System mit Gussasphalt-Abdichtung und Gussasphalt-Belag ist dann zu den dauerhaftesten zu zählen, wenn die Fugenabdichtungen in regelmässigen Zeitabständen kontrolliert und nötigenfalls nachgegossen oder erneuert werden.

Von den 18 im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersuchten Brückenobjekten mit Gussasphalt-Abdichtungen und Gussasphalt-Belag, die z.T. schon über zwanzig Jahre unter Verkehr stehen, befinden sich fast alle in einwandfreiem Zustand. Ausnahmen bilden ein 1956 mit ungenügender Abdichtungs- und Belagsdicke von zusammen nur 40 mm(!) ausgeführtes Objekt und ein saniertes Objekt, das nach 14 Jahren bereits als schlecht beurteilt wurde.

Bei sechs sanierten Objekten haben sich die neu eingebauten Abdichtungen und Belägen des Systems 12 GA/GA mit Randaufbordungen, Übergangsanschlüssen sowie Entlüftungs- und Entwässerungs-Röhrchen ausgebauten Objekte bestens bewährt.

Spezielle Randaufbordungen und Übergangsanschlüsse wurden vor 1970 keine ausgeführt. Die Abdichtung der Fugen erfolgte nur durch den möglichst gut unterhaltenen bituminösen Verguss, der sich bis jetzt einwandfrei verhalten hat.

Ab 1975 wurden die Rand- und Anschlussfugen zusätzlich durch aufgebordete Bitumen-Dichtungsbahnen abgedichtet, ab 1979 meistens mit Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen PBD, wobei die obere zusätzliche Randfugenfüllung auch zur Sicherung gegen das Eindringen von Fremdkörpern beibehalten wird.

Von 18 Objekten mit Abdichtungen und Belägen des Systems GA/GA konnten 16% mit «gut» beurteilt werden und nur eines mit Baujahr 1956 musste nach 33 Jahren wegen Projekt-Ausführungsmängeln mit «mangelhaft» sowie eines nach 14 Jahren auf einer sanierten Brücke mit schlecht beurteilt werden.

2. Sys 1b GA(AB)HRA Gussasphalt-Abdichtungen, (Asphaltbeton-Tragschicht), Hot-Rolled-Asphaltbeläge

Der Hot-Rolled-Asphalt zeigte sich wegen seiner Eigenschaften in wichtigen Belangen als gussasphaltähnlicher Belag; aufbereitet aus bindemittelreichem Asphalt und oft mit beigemengtem Zusatz von Trinidad-Epuré oder Trinidad-Asphaltpulver hat er sich meistens bewährt. Der HRA ist wegen seiner geschlossenen, griffigen Oberfläche und dem nahezu dichten, verformungsfesten Gefüges für Brückenbeläge grundsätzlich geeignet.

Die drei erfassten Objekte mit GA/HRA-Abdichtungs-Systemen befinden sich in einwandfreiem und gutem bis sehr gutem Zustand bei einem mittleren Alter von vier Jahren.

Es bleibt zu hoffen, dass sich das GA/HRA-Brückenabdichtungs-System auch langfristig sehr gut verhält.

Beim GA/HRA ist abzuwägen, ob zwischen den hochqualifizierten Gussasphalt-Abdichtungen und Hot-Rolled-Asphalt-Deckbelägen eine weniger bewährte Ausgleichs-, Trag- oder Schutzschicht am Asphaltbeton überhaupt eingebaut werden soll. Zu bedenken ist, dass Brückenbauwerke ohnehin die teureren, jedoch schadenanfälligeren Strassenstücke sind und daher eine verhältnismässig kleine Mehrinvestition für Gussasphalt durchaus angezeigt ist.

3. Sys 2 GA / AB Gussasphalt-Abdichtungen, Asphaltbeton-Beläge

Gussasphalt-Abdichtungen mit Asphaltbeton-Belägen wurden in den verschiedenen Regionen der Schweiz sehr oft ausgeführt.

Im Rahmen der Arbeit wurden 36 GA/AB-Brückenobjekte inspiziert.

Es handelt sich um folgende Ausführungen: 2 von 1938, 1 von 1948, 16 von 1958 bis 1969, 14 von 1970 bis 1977 und 3 von 1986 bis 1988.

6 GA/AB-Objekte der Baujahre von 1963 bis 1968 mussten aus verschiedenen Gründen wie Betonschäden, mangelhafter Entwässerung, defekter Fahrbahnübergänge, Abdichtungs-, Schutzschicht- und Belagsschäden total saniert und als GA/GA-Systeme während der Jahre 1980, 1981, 1985 und 1988 neu aufgebaut werden. Diese haben sich nun bestens bewährt.

Bei den beiden älteren Objekten von 1938 fehlen leider die Entlüftungs- und Entwässerungsröhrchen. In solchen Fällen ist darauf zu achten, dass die bituminöse Dichtungsmasse der Rand- und Übergangsfugen stets rechtzeitig ergänzt oder ersetzt wird, bevor es zu Undichtigkeiten kommt.

15 der älteren GA/AB-Objekte waren vom Wasser unterlaufen und mussten neben der Beton-sanierung noch als gesamthaft undichte Abdichtungs-Systeme komplett erneuert werden.

4. Sys 3a M / GA Mastix-Abdichtungen, Gussasphalt-Beläge

Mastix-Abdichtungen mit Gussasphalt-Schutz-, Trag- und Deckschichten haben grundsätzlich die gleichen Vor- und Nachteile wie das Sys 1a Gussasphalt/Gussasphalt.

Dieses System wurde in der Schweiz nur selten ausgeführt und konnte deshalb nur im Rahmen eines 1970 erstellten Grossobjektes mit Hochbrücke samt Auffahrtsrampen überprüft werden. Gleichzeitig war es 1979/80 möglich, den Anbau einer Auffahrtsrampen-Verbreiterung zu verfolgen.

Es konnten bei der Kontrolle 1987 weder Schäden oder Verformungen an den Brückenfahrbahnen, noch an den Rampen festgestellt werden. Die nahtlos ausgeführte Rampenverbreiterung war ebenfalls in tadellosem Zustand.

Guter Zustand der Ausführungen sowohl von 1970 als auch von 1980.

5. Sys 3b M / AB Mastix-Abdichtungen, Asphaltbeton-Beläge

Mastix-Abdichtungen mit Asphaltbeton-Belägen konnten an 2 Objekten überprüft werden. Im Gegensatz zur M/GA-Ausführung mussten bei allen 3 M/AB-Objekten Tropfstellen und z.T. Salzschäden sowie Spurrinnen an den Fahrbahnbelägen festgestellt werden. Teilweise ist dies auf schlechte Schutzschichten zurückzuführen. Die Abdichtungen und Beläge sind zu sanieren bzw. ein Ersatz ist bereits vorgesehen.

Der Zustand der beiden inspizierten Ausführungen ist mangelhaft bis schlecht.

6. Sys 4 WM/AB/GA Weichmastix-Abdichtungen, Gussasphalt-Beläge

Weichmastix-Abdichtungen mit Gussasphalt-Belägen konnte nur an einem Objekt überprüft werden.

Das zweite Objekt, eine Strassenbrücke mit Gehwegkonsolen und Kastenträgern, ist in 3 Bogen über 2 Mittelpfeiler gespannt. Längs dem westlichen Fahrbahnrand wurde das Bahngleise mit rohbehauenen Eichenschwellen direkt auf die ungeschützte zu schwache 5-mm-WM-Abdichtung ohne Tragschicht (!) – auf nur 50/55 mm GA-Belagsschicht eingebaut. Vorgesehen war eine in der Brückenplatte verankerte Stahlkonstruktion.

Durch die ungleichmässige und zweckwidrige Auflage der Eichenschwellen wurde das ohnehin zu dünne Abdichtungs-System stellenweise durchgestanzt und durch die entstandenen Risse vom Wasser unterlaufen. Das im Geleisebereich auf die Betonkonstruktion eingedrungene Wasser konnte aber durch die seitlich alle 3 Meter eingebauten Entwässerungsröhrchen abgeleitet werden. Dadurch konnten im Bereich der beiden Fahrbahnen und Gehwege Schäden verhindert werden, jedoch nicht im Geleisebereich. Trotzdem war aber eine Sanierung der bestehenden Verhältnisse nicht aufzuschieben.

Die Teilsanierung umfasste nur den schadhaften Geleisebereich. Die Betonschadstellen wurden ausgebrochen und mit PC-Beton ergänzt oder mit Epoxi-Mörtel ausgeflickt. Über den Pfeilerfugen mussten Bandeisenkonstruktionen eingebaut werden. Das WM/GA-System wurde verstärkt auf 2 x 50/60 mm GA und ohne AB-Schutzschicht aufgebaut. Die Anschlüsse an die Eichenschwellen und Schienen wurden ausgefräst und mit Fugenverguss abgedichtet, ebenfalls die später aufgetretenen abgeplatzten Druckstellen.

Brücken-Abdichtung WM und Belag GA haben sich im Fahrbahnbereich sehr gut bewährt. Im Geleisegebiet ist der grössere Aufwand für den Unterhalt konzeptbedingt. Dies darf jedoch nicht einem System für Strassenbrücken angelastet werden.

Der Zustand der inspizierten Ausführung ist gut.

7. Sys 5a WM / AB Weichmastix-Abdichtung, Asphaltbeton-Schutz- und -Deckschichten

Weichmastix-Abdichtungen und Asphaltbetonbeläge wurden relativ viel ausgeführt, bewährten sich aber nicht sonderlich gut. Im Rahmen der Arbeit wurden 11 Brückenobjekte mit Weichmastix-Abdichtungen und Asphaltbetonbelägen besichtigt. Diese Bauweise war seit den 60er- bis Mitte der 70er-Jahre in der Schweiz stark verbreitet. Neben Ausführungen mit Projektions- und Ausführungsfehlern wurden bei älteren Weichmastix-Abdichtungen ungeeignete Anschlüsse an Einbauten und unzweckmässige Randaufbordungen sowie teilweise auf der ganzen Brückenbreite nicht durchgehend ausgeführte Abdichtungen festgestellt. Beispielsweise wurden anfänglich Bordsteine zuerst versetzt und die Weichmastix-Abdichtung von Fahrbahn- und Gehwegseite her angeschlossen. Unzweckmässige Schutzschichten führten bei zahlreichen Objekten zu Riss- oder Spurrinnenbildungen und unerlässlichen Sanierungen. In der Hälfte der Fälle führten Ausführungsmängel bei zu kleiner Belagsdicke auf Fahrbahnen von 35/50 mm zu Schäden im Gehwegbereich, bei Belagsdicken von 35/40 mm zu grosser Blasenbildung und daraus resultierenden Undichtigkeiten.

Es ist jedoch zu betonen, dass sowohl verschiedene Grossobjekte als auch mittlere und kleine Brücken durchgehend auf der ganzen Breite mit Weichmastix abgedichtet wurden und Gebrauchsdauern von weit mehr als 10 und sogar über 20 Jahre erreichten.

Die 11 inspizierten Ausführungen wiesen ein Durchschnittsalter von 15 Jahren auf und verhielten sich stark unterschiedlich. Ihr Zustand wurde von schlecht bis gut festgestellt.

**8. Sys 5b WM/AB/HRA Weichmastix-Abdichtungen,
Asphaltbeton-Schutzschichten,
Hot-Rolled-Asphalt-Deckschicht**

Das System HRA-Deckschichten, Asphaltbeton-Schutzschichten und Weichmastix-Abdichtungen hat sich beim einzigen inspizierten Objekt bewährt.

Das Objekt hat einen dünnen Aufbau von insgesamt nur 55 bis 65 mm Dicke.

Trotz diesem zu schwachen Aufbau und der sonst in vielen Fällen ungeeigneten, feinkörnigen AB-Schutzschicht hat sich diese Ausführung gut bewährt.

9. Sys 6 BD/GA Bitumen-Dichtungsbahnen, Gussasphalt-Beläge

Abdichtungen mit etwa 3 mm dicken Bitumendichtungsbahnen werden zweilagig ausgeführt. Dabei muss die obere Bitumen-Dichtungsbahn entweder eine obere Aluminium-Kaschierung oder mindestens eine Aluminium-Einlage nahe der Oberfläche aufweisen. Dies ist notwendig, um den Einbau des heissen Gussasphalt-Belages ohne Schädigung an der BD zu ermöglichen. Beim Ausführen dieser Arbeiten sind Verletzungen der Bitumen-Dichtungsbahnen unbedingt zu vermeiden.

Diese Bitumen-Dichtungsbahnen werden im Giessverfahren mit Heissbitumen auf die vorbehandelte Brückenplatte geklebt, und die zweite Lage wird im Flämmverfahren auf die erste Lage aufgeschweisst.

Einlagige dickere Abdichtungen (etwa 4 mm) mit aluminium-kaschierten Bitumendichtungsbahnen werden stets mit Gussasphalt-Belägen überbaut.

Bei beiden Ausführungsvarianten ist beim Flämmen der Bitumen-Dichtungsbahnen grosse Vorsicht am Platz. Versuche haben ergeben, dass unter 800°C die Verklebung mangelhaft ist und bei gegen 1000°C Hitze die Bitumen-Dichtungsbahnen durch sogenanntes «Verbrennen» an Qualität verlieren (Sprödigkeit, Dichtigkeit usw.). Es ist daher darauf zu achten, dass die notwendigen Temperaturen weder unter- noch überschritten werden.

Ausführungen ohne aufgebordete oder mit mangelhaften Bitumen-Dichtungsbahnen machen sich allzu rasch durch Wasserunterläufigkeit und nachfolgende Tausalzschäden an der Fahrbahnplatte bemerkbar.

Beim Einbau von GA-Belägen auf Bitumen-Dichtungsbahnen ist darauf zu achten, dass diese sowohl im Fahrbahn- wie im Gehwegbereich eine genügende Auflast aufweisen, da sonst Blasen entstehen.

Die beiden besichtigten BD/GA-Ausführungen haben sich unterschiedlich bewährt.

Aufgrund der vorstehend beschriebenen Mängel ist der festgestellte Zustand beim einen Objekt nach 19 Jahren schlecht.

Der Zustand des anderen Objektes war nach 15 Jahren gut.

10. Sys 7 BD/AB Bitumen-Dichtungsbahnen, Asphaltbeton-Beläge

Grundsätzlich gelten die gleichen Regeln und Einbauvorschriften wie bei System 6. Die besichtigten 7 Objekte wurden mit verschiedenen Bitumen-Dichtungsbahnen ausgeführt. Es ist vorteilhafter und arbeitstechnisch sicherer, Dichtungsbahnen mit starken Trägern bzw. Kaschierungen zu verwenden.

Bei einem durchschnittlichen Alter von 9 Jahren haben sich die sieben Ausführungen stark unterschiedlich bewährt. Ihr Zustand wurde von schlecht bis gut beurteilt.

11. Sys 8a PBD/GA Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen, Gussasphalt-Beläge

Es konnten 7 Objekte mit PBD-Abdichtungen und GA-Schutz- und Deckbelägen beim Einbau überwacht und auch später z.T. mehrmals kontrolliert werden. Es ist ausserordentlich wichtig, dass die Bahnen bei überwachter Temperatur von 600 bis 800°C gut, mit einem Flammwinkel von 20 bis 30° und vollflächig verklebt werden. Bei zu hohen Temperaturen erleiden sie Schaden oder verbrennen.

Mechanisch verletzte Abdichtungspartien müssen vor dem Belagseinbau sorgfältig repariert (z.B. voll überklebt) werden. Beim Belagseinbau sind Verletzungen peinlichst zu vermeiden. Nachkontrollen sind notwendig.

Es ist wichtig, dass die Dichtungsbahnen eine obere Kaschierung haben, damit beim Flämmen kein oder höchstens wenig verflüssigtes Polymerbitumen der Dichtungsbahn in die Belagsschicht aufsteigt. Andernfalls kann aufsteigendes Bindemittel zu vorzeitigen Schadensbildungen führen.

Die inspizierten Ausführungen mit einem durchschnittlichen Alter von zwei Jahren haben sich gut bis sehr gut bewährt.

**12. Sys 8b PBD/AB/HRA Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen,
Asphaltbeton-Schutz- und -Tragschichten,
Hot-Rolled-Asphalt-Deckschichten**

Es konnten in den Jahren 1982, 1988 und 1989 drei Objekte PBD/AB/HRA z.T. beim Einbau beobachtet und 1989 kontrolliert werden. Alle sind in einwandfreiem Zustand. Die Randaufbordungen und Übergangsanschlüsse sind mit den gleichen PBD-Abdichtungsbahnen ausgeführt.

Bei einem Durchschnittsalter von vier Jahren haben sich alle drei Ausführungen gut bewährt.

13. Sys 9 PBD/AB Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen, Asphalt-Beton Beläge

In der Schweiz wurden Brücken-Abdichtungsbeläge und Beläge des Systems 9 hauptsächlich Ende der 70er bis Mitte der 80er Jahre sehr oft, jedoch mit wechselndem Erfolg, eingesetzt.

Entscheidend für das Gelingen ist die gründliche Vorbehandlung der Brückenplatte, wie Reinigung mit Hochdruckwasserstrahl, und ganz speziell das sorgfältige Flämmen beim Aufschweißen der PBD auf die Brückenplatte, die Randaufbordungen und Übergangsanschlüsse. Dünne Asphaltbeton-Schutzschichten und Asphaltbeton mit Rundkornanteil haben sich durch Unstabilität im allgemeinen eher nachteilig ausgewirkt.

Von den 14 Ausführungen mit einem Durchschnittsalter von fünf Jahren konnten mehr als die Hälfte mit gut beurteilt werden. Das Verhalten der übrigen besichtigten Ausführungen war stark unterschiedlich.

14. Sys 10a K / GA Kunststoff-Abdichtungen, Gussasphalt-Beläge

Für Brücken-Abdichtungen haben sich die haftfesten, nicht verformbaren Kunststoff-Vollverbundbeschichtungen in Verbindung mit GA-Gussasphalt-Belägen gut bewährt.

Fugen von Randaufbordungen, Übergangsanschlüssen, Einbauten etc. wurden mit Mastix-Vergruss abgedichtet und durch eingepresste Klemm- und Spreizprofile vor Veralterung und eindringenden Fremdkörpern geschützt.

Die drei inspizierten Ausführungen mit einem durchschnittlichen Alter von sechs Jahren sind in gutem Zustand. Allerdings mussten die beiden dünnen Kunststoff-Abdichtungen ($d < 1$ mm) samt den Belägen im Alter von etwa 15 Jahren ersetzt werden.

15. Sys 10b K / AB Kunststoffabdichtungen, Asphaltbeton-Beläge

Auf einem Brückenobjekt, das nach 14 Jahren aus konstruktiven Gründen abgebrochen wurde, hatte sich die als Abdichtung aus Teer-Epoxid bewährt.

Bei den beiden andern Kunststoff-Abdichtungen handelte es sich um PVC-Folien (Dicke etwa 3 mm), die durch Mörtel- bzw. Sickerbetonschichten geschützt waren und sich in einem dicken Gesamtaufbau während rund 20 Jahren gut bewährten.

16. Sys. 11 HRA / HRA Hot-Rolled-Asphalt als «Abdichtung» sowie als Belag

Die HRA-Ausführung – auf einer Leca-Betonverstärkungs-Schicht eingebaut – hat sich in den 4 Jahren, nachdem der frühere Sys 7 BD/AB-Aufbau wegen Blasen und strahlenförmiger Risse abgebrochen werden musste, gut bewährt.

Die Risse längs der Winkeleisenanschlänge der Gehwege mussten vergossen werden, während sich der 2-schichtige HRA-Abdichtungs- und Fahrbahnbelag bewährt hat.

Die HRA/HRA-Ausführung als sogenannt kombinierte, «abdichtende» Beläge sind mit PBD-Randaufbordungen und Randfugenverguss als kostenmässig günstig, allenfalls für Nebenstrassenbrücken zu empfehlen.

Die einzige inspizierte Ausführung (Alter vier Jahre) wurde als gut beurteilt.

17. Sys 12 BA/AB/AB Bitumen-Anstrich, Asphaltbeton-Beläge

Brücken mit Belägen aus Asphaltbeton haben auch ohne spezielle Abdichtungen – lediglich mit ca. 3 mm Bitumen – auf Kantonsstrassen während Jahrzehnten den Beanspruchungen des Strassenverkehrs teilweise erstaunlich gut standgehalten.

Auf Autobahnen und Hauptverkehrsstrassen jedoch entstanden beim intensiven Winterdienst, mit dem vorsorglichen – seit den 60er Jahren erforderlichen – Salzstreuen erhebliche Schäden an den Brückenkonstruktionen.

Es wurden drei Kantonsstrassen-Objekte mit Erstellungsjahren 1955 oder früher und vier Nationalstrassen-Objekte sowie 1 Kantonsstrassen-Objekt mit Erstellungsjahren zwischen 1964 und 1968 inspiziert.

Die drei älteren Kantonsstrassen-Objekte stagnierten weitgehend in sanierungsbedürftigem Zustand. Dagegen mussten die neueren Nationalstrassen-Bauwerke um 1990 bereits totalsaniert werden, mit umfangreichen Betoninstandstellungen, neuen Abdichtungen und Belägen.

Die acht inspizierten Ausführungen wiesen ein mittleres Alter von 25 Jahren auf und wurden schlecht bis mangelhaft beurteilt. Aufgrund der Erfahrungen seit den späten 60er Jahren kann dieses System keinesfalls mehr empfohlen werden.

**18./19. Sys 13a/13b BD / BH sowie WM/BH Bituminöse Abdichtungen,
Beton-Brückenbelag BH, schwimmend**

In der Schweiz wurden Beton-Brückenbeläge ab 1940 – mit relativ wenigen Ausnahmen – nur innerhalb der in Zementbeton ausgebauten National-, Kantons- und Pass-Strassen ausgeführt.

Erste Beton-Brückenbeläge wurden in Dicken von etwa 180 mm BH 350 zweischichtig, mit doppelter Stahldrahtnetz-Vollarmierung erstellt, schwimmend auf zusätzliche Abdichtungen aus BD-Bitumenbahnen oder Weichmastix WM und auf Ausgleichs- bzw. Schutzschichten aus PC-Mörtel oder AB-Belagsgut verlegt. Zu dünne Ausführungen mussten wegen Rissen überdeckt werden.

18. Sys 13a BD / BH Bitumen-Dichtungsbahnen, Betonbeläge BH, schwimmend

Ein rund 180 mm dicker schwimmender Betonbelag (PC 350) auf einer Abdichtung mit Bitumen-Dichtungsbahnen hatte sich bewährt und musste nach 25 Jahren ersetzt werden.

19. Sys 13b WM / BH Weichmastix-Abdichtung, Betonbeläge BH, schwimmend

Ein rund 230 mm dicker schwimmender Betonbelag auf einer Weichmastix-Abdichtung hatte sich im städtischen Grossverkehr bewährt und musste nach 23jähriger Gebrauchsdauer ersetzt werden.

20. Sys 14 BH schwimmend, Beton-Brückenbelag, schwimmend

Schwimmende Beton-Brückenbeläge wurden ab 1950 ohne besondere Isolation auf talochierter 20/40 mm PC-Mörtelausgleichsschicht eingebaut.

Die teilweise auf etwa 3 x 3 m verkürzten quadratischen zweischichtigen Betonplatten-Felder von 130 bis 150 mm Dicke haben sich mit unterer und oberer Stahldrahtnetz-Vollarmierung samt Eckbügeln sowie durch die gegenseitige Verdübelung und Verankerung bei normalen Verkehrslasten und gewöhnlichen Tagestemperatur-Schwankungen relativ elastisch und anpassungsfähig verhalten. Zu Rissbildungen kommt es vor allem an «Tropentagen», wenn die Betonbelagsplatten durch die Hitzeausdehnung «aufgewölbt» und beim nachfolgenden Kälteschock durch Gewitterregen oder Hagelschlag «geschüsselt» werden. Bei Durchfahrt von Schwerlastwagen über die bei Hitzeeinwirkung abgehobenen, hohlliegenden Betonplatten-Mitten können Radialrisse ausgelöst und Eckabrisse beim nachherigen Kälteschock an den hochgezogenen Plattenrändern verursacht werden.

Bei der inspizierten Ausführung handelt es sich um einen schwimmenden Beton-Brückenbelag mit einer Gesamtdicke von lediglich 120 mm. Einige Plattenrisse wurden vergossen, sind aber nicht verkehrsbehindernd. Diese Ausführung befindet sich nach über 38 Jahren in relativ gutem Zustand.

21. Sys 15 BH haftend, Beton-Deckschicht direkt auf talochierter Mörtelzwischenlage der Brückenplatte haftend

Im Rahmen dieser Arbeit wurden zwei Betondeckschichten erfasst, die direkt auf die talochierte Mörtelzwischenlage der Unterlage eingebaut wurden und hafteten.

Das eine Objekt wurde 1928/1930 erstellt.

Beim einen Objekt handelt es sich um einen zwischenschichtigen, insgesamt 180 bis 230 mm dicken Betonbelag mit einer 60 mm dicken Betondeckschicht, die direkt auf den Unterlagsbeton aufgebracht wurde. Diese Ausführung musste erst nach 40 Jahren ersetzt werden.

Das andere Objekt zeichnet sich durch eine nur 60 mm dicke und unarmierte Betondeckschicht aus, die direkt auf die Betonbrückenplatte aufgebracht wurde. Diese dünne Betondeckschicht bewährte sich während 46 Jahren gut und wurde 1987 bituminös überbaut.

22. Sys 16 a und b BH verankert, Betondeckschichten, verankert ohne und mit Heizung

Ab 1953 wurden vor allem verankerte Betondeckschichten ausgeführt. Damit resultiert eine monolithische Betonbrückenplatte.

Der Betondeckbelag aus 80 bis 100 mm 350 BH 350 Splittbeton wird mit Zementhaftmörtel direkt auf die mindestens 2 Tage gewässerte Brückenkonstruktionsoberfläche eingebaut. Die Zementmörtel-Haftung des Beton-Deckbelages wird durch Stahlschrauben-Anker gesichert. Diese Anker und die spannungsverteilenden Stahldrahtnetze bewirken einen monolithischen Verbund mit der Brückenplatte.

Dem Belagsbeton wurde seit Mitte der 60er Jahre stets Luftporenmittel beigegeben, um die erforderliche Frost/Tausalzbeständigkeit des Betons zu erzielen. Dies konnte meistens mit gutem Erfolg erreicht werden. Ausnahmen mit lokalen Oberflächenschäden waren beispielsweise auf Fehldosierungen zurückzuführen.

Bei einem durchschnittlichen Alter von 23 Jahren haben sich rund die Hälfte der inspizierten Betondeckschichten gut bis sehr gut verhalten. Die andere Hälfte zeigte ein stark unterschiedliches Verhalten von schlecht bis mangelhaft/genügend.

Die beiden erfassten Objekte mit Betondeckschichten mit eingebauter Heizung wiesen ein Alter von rund 30 Jahren auf und haben sich unterschiedlich – einerseits gut und andererseits mangelhaft – verhalten. Nur bei Vorliegen zwingender Gründe ist diese Betondeckschichtart zu wählen, da deren Ausführung diffizil ist.

I Dicken und Bewährung der Abdichtungssysteme

Neben den in der Schweiz gebräuchlichsten Abdichtungs-/Belagssystemen mit zahlreichen Objekten mussten der Vollständigkeit halber auch bei uns nicht sehr oft angewandte Ausführungsarten, zum Teil als Einzelobjekte, in die Gegenüberstellung miteinbezogen werden. Wenn diese «Minderheiten» nicht in jedem Fall als unbedingt repräsentativ gelten oder überbewertet erscheinen, wirkt die Anzahl als numerischer Faktor ausgleichend.

Die Tabelle 4 enthält die Übersicht über die bituminösen Systeme, die Abdichtungs- und Belagsarten sowie über die Erfüllung der Anforderungen an die Schichtdicken. Diese Beurteilung erfolgte getrennt für die Abdichtungen sowie die Beläge der Fahrbahn, Gehwege und Seitenstreifen.

Aufgrund der Anforderungen an die Schichtdicken gemäss der 1988 publizierten SN 640'490 b «Brückenabdichtungen und Brückenbeläge; Konzeption; Anforderungen und Ausführung».

Tabelle 4: Übersicht über die bituminösen Systeme, Abdichtungs- und Belagsarten sowie über die Erfüllung der Anforderungen an die Schichtdicken

System	Abdichtung			Fahrbahn			Seitenstreifen			Gehweg		
Bituminös	tot	v	<	tot	v	<	tot	v	<	tot	v	<
1a GA/GA	18	18	2	18	15	3	6	6	–	12	3	9
1b GA (AB) HRA	3	3	–	3	3	–	1	1	–	2	1	1
2 GA/AB	36	25	11	36	11	25	11	2	9	24	2	22
3a M/GA	1	1	–	1	1	–	1	1	–	1	–	1
3b M/AB	2	2	–	2	2	–	1	–	1	1	–	1
4 WM/GA	1	1	–	1	1	–	–	–	–	1	1	–
5a WM/AB	11	11	–	11	1	10	4	1	3	7	–	7
5b WM/HRA	1	1	–	1	–	1	–	–	–	1	–	1
6 BD/GA	2	1	1	2	1	1	–	–	–	2	1	1
7 BD/AB	7	5	2	7	3	4	–	–	–	7	2	5
8a PBD/GA	7	6	1	7	7	–	3	3	–	4	4	–
8b PBD (AB) HRA	3	3	–	3	3	–	3	3	–	–	–	–
9 PBD/AB	14	2	12	14	6	8	3	3	–	11	–	11
10a K/GA	3	1	2	3	1	2	2	–	2	1	–	1
10b K/AB	3	2	1	3	2	1	1	–	1	–	–	–
11 HRA/HRA	1	–	1	1	–	1	–	–	–	1	–	1
12 BA/AB/AB	8	–	8	8	2	6	2	1	1	6	–	6
Bituminöse Systeme Total	121	82	39	121	59	62	38	21	17	81	14	67

Die Tabelle 5 enthält die Übersicht über die Betonbrückenbeläge, Systeme und Erfüllung der Anforderungen an die Schichtdicken.

Tabelle 5: Übersicht über die Betonbrückenbeläge, Systeme und Erfüllung der Anforderungen an die Schichtdicken

Betonbrückenbeläge Systeme	Anzahl		
	total	v	<
13a BH schwimmend mit zusätzlicher Abdichtung BD	1	–	1*
13b BH schwimmend mit zusätzlicher Abdichtung WM	1	1*	–
14 BH schwimmend	1	–	1*
15 BH haftend	2	–	2*
16a BH verankert	15	6	9
16b BH verankert mit Heizung	2	–	2
Total	22	7	15

Anforderungen an die Schichtdicken gemäss SN 640 490 b (1988) bzw. gemäss SN 640 461 a (1994)

v Anforderungen erfüllt

< Schichtdicken zu dünn

* Belagskonzept nicht in SN 640 490 b enthalten. Die Schichtdicken wurden deshalb gemäss SN 640 461 a beurteilt.

Zusätzlich zum Augenschein mit Zustandsbeurteilung wurden teilweise spätere Nachkontrollen durchgeführt. In diesen Fällen ist jeweils die letzte Zustandsbeurteilung massgebend.

Die Schichtdicken der verschiedenen Brückenabdichtungen und Brückenbeläge wurden in den Tabellen 4 und 5 einheitlich bezüglich der Anforderungen der seit 1988 publizierten SN 640'490 b beurteilt. Diese Anforderungen an die Schichtdicken der verschiedenen Systeme sind nach wie vor als Werte zu betrachten, die sehr nahe der verschiedenen Optima sind.

Bei vielen, vor allem vor 1988 ausgeführten Objekten, wurden teilweise Schichtdicken eingebaut, die der SN 640'490 b nicht genügen. Teilweise waren festgestellte Schichtdicken viel kleiner als diese geforderten Werte.

Bei der gesamtheitlichen Beurteilung der Bewährung der verschiedenen Systeme ist gerade die Schichtdicke einer der massgebenden Faktoren.

Beim Vergleichen der festgestellten Schichtdicken eines Systems einerseits mit den in den schweizerischen Normen festgelegten Anforderungen und andererseits mit den aufgrund der Felderhebungen ermittelten Verhalten sind Widersprüche zum vorangehenden Satz festzustellen.

Hier muss jedoch klar hervorgehoben werden, dass für die langzeitige Gebrauchstauglichkeit von Brückenabdichtungen und Brückenbelägen nicht allein die Schichtdicken massgebend sind, sondern zahlreiche weitere Einflussfaktoren nach den jeweiligen spezifischen Gegebenheiten.

Massgebende Faktoren sind nebst der Schichtdicke beispielsweise

- die Materialien,
- die Zusammensetzungen der Gemische,
- die Unterlage (z.B. Alter und Zustand),
- die Ausführung (im weitesten Sinne, z.B. inklusive Witterung vor, während und nach der Ausführung),
- Umwelteinflüsse,
- Beanspruchungen durch Verkehr und Klima sowie Witterung.

Wenn im Einzelfall scheinbar deutlich kleinere Schichtdicken als in der SN 640 490 b gefordert zu bestem Erfolg führten, so ist eben zu berücksichtigen, dass ein weiterer massgebender Hauptfaktor die Ausführung (inklusive vorbereitende Arbeiten) der Brückenabdichtung und Brückenbeläge ist. Die in der SN 640 490 b vorgeschriebenen mittleren Dicken der einzelnen Schichten mussten gegenüber den abgelösten Normen u.a. aus ausführungstechnischen Gründen erhöht werden. Dies war bedingt durch die zu tolerierenden Unebenheiten der Oberflächen der Betonbrückenplatten.

Die Schichtdicke bleibt jedoch zweifelsohne als einer der massgebenden Hauptfaktoren zu nennen, um optimale Brückenabdichtungen und Brückenbeläge zu erzielen. Der entscheidende Haupteinfluss ergibt sich allein schon aus den Beanspruchungen durch Verkehr und Klima.

K Folgerungen

1. Ergebnisse der Zustandsbewertungen

Die durchgeführten Felderhebungen zeigten teilweise ein stark unterschiedliches Verhalten der verschiedenen Brückenabdichtungen und Brückenbeläge. Die anlässlich der Felderhebungen protokollierten Fakten wurden ausgewertet und der momentane Zustand zum Zeitpunkt der letzten Kontrolle beurteilt. Die summarische Zusammenfassung für jedes einzelne System ergab die im folgenden festgehaltenen Beurteilungen.

Sys 1a GA/GA Gussasphalt-Abdichtungen, Gussasphalt-Beläge

Die 18 im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersuchten Brückenobjekten mit Gussasphalt-Abdichtungen und Gussasphalt-Belägen, die z.T. über zwanzig Jahre unter Verkehr standen, befinden sich fast ausnahmslos in einwandfreiem und gutem Zustand. Zwei Objekte mit ungenügenden Belagsdicken mit einem Alter von 14 bzw 33 Jahren wurden als schlecht bzw als mangelhaft beurteilt. Das mittlere Alter der 18 inspizierten Systeme betrug 11 Jahre.

Das System mit Gussasphalt-Abdichtung und Gussasphalt-Belag ist zu den dauerhaftesten zu zählen, sofern die Fugenabdichtungen in regelmässigen Zeitabständen kontrolliert und nötigenfalls nachgegossen oder erneuert werden.

Sys 1b GA (AB) HRA Gussasphalt-Abdichtungen, (Asphaltbeton), Hot-Rolled-Asphalt

Von den drei erfassten Objekten des Systems GA/AB/HRA und GA/HRA machten eine drei bzw eine fünfjährige Ausführung einen sehr guten bzw guten Eindruck. Ein vierjähriges Objekt des Systems GA/HRA wurde untersucht. Auch diese Ausführung machte einen guten Eindruck.

Das System GA/HRA ist dem System GA/AB/HRA vorzuziehen, da sich Asphaltbeton in Trag- oder Schutzschichten auf Abdichtungen weniger bewährten als nahezu dichte Schichten.

Sys 2 GA/AB Gussasphalt-Abdichtungen, Asphaltbeton-Beläge

Gussasphalt-Abdichtungen mit Asphaltbeton-Belägen wurden in den verschiedenen Regionen der Schweiz sehr oft ausgeführt. Es wurden 36 Brückenobjekte inspiziert, deren Durchschnittsalter 17 Jahre betrug.

In knapp der Hälfte der Fälle wurde der Zustand mit sehr gut, gut oder mangelhaft bis gut beurteilt. Bei einer verhältnismässig grossen Anzahl wurde der Zustand mit mangelhaft und in je zwei Fällen mangelhaft bis schlecht bzw als schlecht beurteilt.

Sys 3a M/GA Mastix-Abdichtungen, Gussasphalt-Beläge

Mastix-Abdichtungen mit Gussasphalt-Schutz- und -Tragschicht haben grundsätzlich die gleichen Vor- und Nachteile wie das System 1a Gussasphalt/Gussasphalt. Ein einziges 19-jähriges Objekt konnte inspiziert werden. Dessen Zustand wurde mit gut beurteilt.

Sys 3b M/AB Mastix-Abdichtungen, Asphaltbeton-Beläge

Mastix-Abdichtungen mit Asphaltbeton-Belägen konnten an 2 Objekten überprüft werden, deren Zustand in beiden Fällen im Alter von je 8 Jahren mit mangelhaft bis schlecht bezeichnet werden musste.

Sys 4 WM/GA Weichmastix-Abdichtung, Gussasphalt-Deckschicht

Weichmastix-Abdichtung mit Gussasphalt-Belag konnte nur an einem Objekt überprüft werden, dessen Zustand grundsätzlich als gut jedoch in einem Teilbereich als mangelhaft bewertet wurde. Das Alter des Objektes betrug nur vier Jahre.

Sys 5a WM/AB Weichmastix-Abdichtung, Asphaltbeton-Schutzschicht und Deckbelag

Weichmastix-Abdichtungen mit Asphaltbetonaufbau wurden relativ häufig ausgeführt, bewährten sich aber nicht sonderlich gut. Die 11 inspizierten Objekte wiesen ein durchschnittliches Alter von 15 Jahren auf.

Sys 5b WM/AB/HRA Weichmastix-Abdichtung, AB-Schutzschicht, Hot-Rolled-Asphalt

Der Aufbau WM/AB/HRA hat sich bei einem 13-jährigen Aufbau gut bewährt.

Sys 6 BD/GA Bitumen-Dichtungsbahnen, Gussasphalt-Beläge

Die eine besichtigte BD/GA-Ausführung im Alter von 15 Jahren hatte sich gut bewährt und präsentierte sich einwandfrei, die andere im Alter von knapp 20 Jahren war in schlechtem Zustand.

Sys 7 BD/AB Bitumen-Dichtungsbahnen, Asphaltbeton-Beläge

Die Felderhebungen an 7 Objekten mit einem durchschnittlichen Alter von 9 Jahren deckten ein extrem unterschiedliches Verhalten dieser Bauweise auf.

Sys 8a PBD/GA Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen, Gussasphalt-Beläge

Das Durchschnittsalter der inspizierten sieben Objekte betrug nur wenige Jahre. Diese Ausführungen haben sich in den kurzen Zeiträumen gut bis sehr gut verhalten.

Sys 8b PBD (AB) HRA Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen, (Asphaltbeton-Schutzschicht oder -Tragschicht), Hot-Rolled-Asphalt-Deckschicht

Der Zustand dreier inspizierten Ausführungen war gut, jedoch betrug ihr Durchschnittsalter lediglich vier Jahre.

Sys 9 PBD/AB Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen, Asphaltbeton-Beläge

In der Schweiz wurden PBD-Brücken-Abdichtungen und Asphaltbeton hauptsächlich in den späten 70er sowie in den 80er Jahren sehr oft, jedoch mit wechselndem Erfolg, eingesetzt. Von den 14 Ausführungen mit einem Durchschnittsalter von fünf Jahren konnten etwas mehr als die Hälfte mit gut beurteilt werden. Das Verhalten der übrigen besichtigten Ausführungen war im höchsten Masse unterschiedlich.

Sys 10a K/GA Kunststoff-Abdichtungen, Gussasphalt-Beläge

Die drei inspizierten Systeme K/GA wiesen ein mittleres Alter von sechs Jahren auf. Die haftfesten, nicht verformbaren PU-Kunststoff-Vollverbundbeschichtungen in Verbindung mit Gussasphalt-Belägen hatten sich in diesem Zeitraum gut bewährt. Allerdings mussten später die dünnen Kunststoff-Abdichtungen ($d < 1 \text{ mm}$) samt den Belägen im Alter von rund 15 Jahren ersetzt werden.

Sys 10b K/AB Kunststoff-Abdichtung, Asphaltbeton-Beläge

Auf einem Brückenobjekt, das nach 14 Jahren aus konstruktiven Gründen abgebrochen wurde, hatte sich die Abdichtung aus Teer-Epoxid bewährt.

Bei den beiden andern Kunststoff-Abdichtungen handelte es sich um PVC-Folien (Dicke etwa 3 mm), die durch Mörtel- bzw Sickerbetonschichten geschützt waren und sich in einem dicken Gesamtaufbau während rund 20 Jahren gut bewährten.

Sys 11 HRA/HRA Hot-Rolled-Asphalt als «Abdichtung» und als Belag

Die einzige inspizierte HRA/HRA-Ausführung scheint kostenmässig günstiger und als praktisch abdichtendes System mit PBD-Randaufbordungen und Randfugenverguss allenfalls empfehlenswert für Nebenstrassenbrücken. Allerdings betrug das Alter dieses Objektes lediglich vier Jahre.

Sys 12 BA/AB/AB Bitumen-Anstrich, Asphaltbeton-Beläge

Dünne Bitumenanstriche, deren Dicke wenige Millimeter nicht überschreiten, hatten sich unter Asphaltbetonbelägen früher – besonders vor der Schwarzräumung im Winterhalbjahr – erstaunlich gut bewährt. Aufgrund der Erfahrungen seit den späten 60er Jahren kann dieses System jedoch keinesfalls mehr empfohlen werden.

Sys 13a und 13b Bituminöse Abdichtungen, Beton-Brückenbeläge BH, schwimmend

Ein rund 180 mm dicker schwimmender Betonbelag (PC 350) auf einer Abdichtung mit Bitumen-Dichtungsbahnen hatte sich während 35 Jahren bewährt.

Ein rund 230 mm dicker schwimmender Betonbelag auf einer Weichmastix-Abdichtung hatte sich im städtischen Grossverkehr gut bewährt und musste nach 23jähriger Gebrauchsdauer ersetzt werden.

Sys 14 Beton-Brückenbelag, schwimmend

Ein inspizierter, schwimmender Betonbelag von 120 mm Dicke hat sich während mehr als 30 Jahren gut bewährt und zeigte lediglich wenige Mängel.

Sys 15 BH haftend, Betondeckschicht direkt auf talochierter Mörtel-zwischenlage der Betonbrückenplatte

Beim einen Objekt handelt es sich um einen zwischenschichtigen, insgesamt 180 bis 230 mm dicken Betonbelag mit direkt auf dem Unterlagsbeton aufgebracht 60 mm dicker Betonschicht. Diese Ausführung musste erst nach 40 Jahren ersetzt werden.

Das andere Objekt zeichnet sich durch eine nur 60 mm dicke und unarmierte Betondeckschicht aus, die direkt auf die Betonbrückenplatte aufgebracht wurde. Diese dünne Betondeckschicht bewährte sich während 46 Jahren gut und wurde 1987 bituminös überbaut.

Sys 16a Betondeckschicht BH, verankert

Ab 1953 wurden hauptsächlich Betondeckschichten von 70 bis über 100 mm Dicke eingebaut, die mit der Brückenplatte verankert wurden.

Bei den 15 untersuchten verankerten Betondeckschichten wurde unterschiedliches Langzeitverhalten festgestellt. Oft wurde ein gutes und vereinzelt ein sehr gutes Verhalten festgestellt, gelegentlich traten auch kleinere bis gravierende Mängel auf und vereinzelt musste ein schlechtes Verhalten verzeichnet werden. Das mittlere Alter dieser 15 Betondeckschichten betrug zum Zeitpunkt der Beurteilung 23 Jahre.

Sys 16b Betondeckschicht BH, verankert und mit Heiznetzen oder Heizkabel

Die beiden erfassten Objekte wiesen ein Alter von rund 30 Jahren auf und haben sich unterschiedlich – einerseits gut und andererseits mangelhaft – verhalten. Nur bei Vorliegen zwingender Gründe ist diese Betondeckschichtart zu wählen, da deren Ausführung diffizil ist.

Frisch eingebauter Beton muss sofort nach dem ersten Abbinden durch besonders gute Nachbehandlung möglichst langfristig feucht gehalten werden.

2. Beton, Betonsanierungen

Zur wirkungsvollen Abdichtung und zum Schutz der Betondeckschicht vor aggressivem Tausalzwasser muss durch Vorversuche mit Normalmischungen die notwendige dem Beton beizugebende Menge an amorphem Siliziumstaub bestimmt werden.

Bei oberflächlichen Tausalzschäden bis gegen 50 mm, durch Salz-, Gischt-, Spritz- und Sickerwasser verursacht, ist der Beton in genügender Dicke bis auf absolut gesunden Beton auszuspitzen, dann mit Hochdruckwasserstrahl zu reinigen und zu neutralisieren. Nach zumindest eintägigem Besprühen mit Wasser bzw. Feuchthalten unter nasser Jute, können die Schadstellen als Spritzbeton mit vorbestimmtem Luftporenmittel-Zusatz aufgetragen werden (kleinere Flächen von Hand) und mindestens 3 Tage unter Sprühwasser nachbehandelt werden. Sie sind eventuell durch Curing Components gegen zu rasches Abtrocknen zu schützen.

Zusatzstoffe, wie feinstes amorphes Siliziumoxyd, ermöglichen es, einen wasserundurchlässigeren und dadurch frost- und tausalzbeständigeren Beton herzustellen. Durch Vorversuche muss zunächst an normalen Zement-Betonmischungen der Wasserzementfaktor bestimmt werden, weil die Anmachwassermenge nach Beigabe des staubförmigen amorphen Siliziumoxydes trotz anfänglich scheinbaren Wassermehrbedarfes keinesfalls erhöht werden darf.

Dieses Mineralmehl bewirkt eine geschlossene glatte, wasserundurchlässige, frost- und tausalzresistente Oberfläche bei noch gesteigerter Biegezugfestigkeit und kleinem Schwindmass. Beiguter Nachbehandlung durch Feuchthalten unter Juteabdeckung, Curing Components oder Wasserbesprühen waren selbst feinste Haarrissen nicht feststellbar.

Feinbetons mit Zusatzstoffen, wie feinstes amorphes Siliziumoxyd, eignen sich sowohl als glatte, wasserundurchlässige Dünnbeschichtungen auf porösen, defekten oder angegriffenen Betonoberflächen als auch als Spritzbeton, wobei das Rückprallgut selbst bei dünnem Auftrag minim ist und die Oberfläche ebenfalls relativ glatt ausgeführt werden kann. Der grosse Vorteil des Feinbetons mit amorphem Siliziumstaub-Anteil besteht in der wesentlich besseren Haftfestigkeit sowie der erhöhten Dichtigkeit und damit sicherer Tausalzresistenz, dazu bei kleinstem Schwindmass.

Infolge des dichten, praktisch wasserundurchlässigen Gefüges sind sowohl diese Feinbeton-Oberflächenbeschichtungen mit amorphem Siliziumoxydstaub als auch diejenigen mit Epoxidharz-Mörtel und entsprechenden Kunstharzanstrichen an sich praktisch tausalzresistent! Warum wird dieser Oberflächenschutz bei Betonkonstruktionen nicht allgemein aufgebracht? Schliesslich sind bei Stahlbrücken Anstriche üblich und haben sich seit jeher bestens bewährt.

L Empfehlungen

Aufgrund der Forschungsarbeit resultierten für die Praxis wesentliche Empfehlungen.

Planung, Projektierung

Wannen auf Brücken vermeiden.

Minimales Fallliniengefälle der Brückenplatten von 3% einhalten.

Das System «Brückenabdichtung und Brückenbelag» bei der Projektierung des Brückenobjektes frühzeitig miteinbeziehen.

Beim Projektieren eines Brückenobjektes ist unbedingt darauf zu achten, dass bei Brückenplatten in allen Bereichen ein minimales Fallliniengefälle von 3% nicht unterschritten wird und das Wasserrinnengefälle mindestens 1.5% beträgt, damit die Entwässerungen im minimal erforderlichen Mass erfolgen können.

Konzeption

Die ganzheitliche Betrachtungsweise von Brückenabdichtung und Brückenbelag ist unerlässlich.

Materialien

Einzelne Abdichtungsmaterialien wurden nicht mehr normiert bzw. einzelne neu in das Normenwerk aufgenommen.

Frost-tausalzbeständiger Beton ist sowohl für die Brückenplatte, als auch für sämtliche exponierten Brückenbetonteile unabdingbare Voraussetzung.

Schichtdicken

Teilweise mussten gegenüber den vorhergehenden Normen neue grössere Schichtdicken vorgeschrieben werden.

Vereinzelt wurde ein gutes Verhalten der Brückenabdichtungen und Brückenbeläge festgestellt, obwohl die Dicken als klein (und nicht normkonform gemäss SN 640 490 b) zu beurteilen sind. Dies mag paradox erscheinen. In solchen Fällen gilt es vor allem zu bedenken, dass einerseits ideale Ausführungsbedingungen nicht als Normalfall vorausgesetzt werden können und andererseits oftmals in solchen Fällen eher milde Beanspruchungen durch Verkehr und Klima auftreten.

Deshalb sind die je nach System spezifisch festgelegten Schichtdicken einzuhalten.

Ausführung

Sorgfältiges Ausführen der Brückenabdichtungen und Brückenbeläge ist von primordialer Bedeutung. Die besten Materialien können bei mangelhaftem Verarbeiten und Einbauen zu drastisch verkürzten Gebrauchsdauern der Brückenabdichtungen und Brückenbelägen führen.

Überwachungen, Inspektionen, Kontrollen und Unterhalt

Regelmässige Inspektionen des gesamten Fahrbahnbereiches durch den Bauherrn sind von eminenter Bedeutung, um notwendige Unterhaltsmassnahmen frühzeitig zu erkennen und auszuführen. Nur damit ist eine möglichst grosse Gebrauchsdauer der Brückenobjekte zu erreichen.

In Richtlinien, Empfehlungen und Merkblättern des SIA sind wichtige Hilfsmittel erarbeitet, die das zweckmässige Realisieren der nötigen Fahrbahninspektionen sowie Brückenüberwachungen den Bauherren erleichtern. Im besonderen sind dies:

- SIA 160/3 «Periodische Untersuchungen der Brücken» (Ausgabe 1975)
- SIA 169 «Erhaltung von Ingenieur-Bauwerken» (Ausgabe 1987)
- SIA Merkblatt 2002 «Inspektion und Instandsetzung von Bauteilen aus Beton» (Ausgabe Oktober 1990)

Aus diesem Grunde ist die regelmässige Inspektion der Brückenbauwerke durch deren Eigentümer in Abständen von wenigen Jahren, das regelmässige Ausführen der notwendigen Unterhaltsarbeiten und das lückenlose Dokumentieren sämtlicher Feststellungen und Massnahmen äusserst wichtig.

Nur auf diese Art und Weise sowie durch konsequentes Erfassen und Beurteilen einer Vielzahl von Objekten und Systemen über grosse Zeiträume ist schliesslich eine Beurteilung samt Rangierung der verschiedenen Systeme möglich. In absehbarer Zeit können gesicherte Prognosen über das zukünftige Verhalten von Bauwerken nur gemacht werden, wenn beginnend mit der Bauausführung ein zweckmässiges und vollständiges Dokumentieren und ein regelmässiges Erheben und Auswerten wichtiger Fakten erfolgt.

Sanierungen

Sanierungen sind fachmännisch und nach den neuesten Erkenntnissen durchzuführen.

M Schlussfolgerungen

Eine funktionstüchtige Abdichtung ist eine Voraussetzung für die Dauerhaftigkeit einer Strassenbrücke. Das stark unterschiedliche mittlere Alter der verschiedenen Systeme, die unvermeidlicherweise kleine Anzahl von Felderhebungen bei etwa der Hälfte der Systeme, das teilweise einmalige Beurteilen der Systeme zu einem arbiträren Zeitpunkt, oftmals nach einer relativ kurzen Gebrauchsdauer, erschwert das objektive Beurteilen und verunmöglicht das Rangieren der Systeme. Dafür sind systematische Zustandsverfassungen in Abständen von einigen Jahren während der gesamten Gebrauchsdauer erforderlich.

Obwohl aus den dargelegten Gründen auf eine Rangierung der verschiedenen untersuchten Abdichtungssysteme zu verzichten ist, lassen sich wichtigste Erkenntnisse aus den Zustandsbewertungen, Folgerungen und Erkenntnisse für die Praxis im folgenden schlüssig hervorheben.

GA Gussasphalt aus giessfähigem bituminösem Mischgut, hat sich sowohl als Abdichtung als auch als Belag in allen Systemen **gut** verhalten. Insbesondere haben sich die GA- und HRA-Beläge auch auf den geklebten PBD-Polymer-Bitumen-Dichtungsbahnen und den Kunststoff-Vollverbund-Abdichtungen bestens bewährt. **HRA Hot-Rolled-Asphalt** ist nicht bedenkenlos als Abdichtung anzuwenden.

Die AB-Beläge auf Brücken haben sich im Vergleich zu den giessfähigen GA- und zu den HRA-Belägen **signifikant ungünstiger**, das heisst meist nur **befriedigend** und teilweise sogar **nicht befriedigend**, verhalten.

AB-Schutzschichten bewährten sich im allgemeinen **nicht** und haben sich auch oft auf Abdichtungen und/oder Beläge **nachteilig** ausgewirkt.

Verankerte Beton-Deckbeläge sind durch Stahlanker mit den Brückenplatten monolithisch verbundene Betondeckbeläge, die sich als statisch mittragende Ausführung in der Hälfte der Fälle gut bis sehr gut **bewährt haben**. Die übrigen sieben Objekte verhielten sich stark unterschiedlich und in drei Fällen war ein schlechtes Verhalten festzustellen. Das mittlere Alter betrug 23 Jahre. Die Fugen, insbesondere die Randfugen sind periodisch auf ihre Dichtigkeit zu überprüfen. Fugen mit undichten oder spröden Dichtungsmassen sind unverzüglich zu sanieren.

Die verankerten Betondeckschichten mit Heizung sind wegen der diffizilen Ausführung nur in begründeten Ausnahmefällen angezeigt.

Die anderen inspizierten Einzelfälle schwimmender Betonbrückenbeläge mit bzw. ohne bituminöse Abdichtungen haben sich über 20 Jahre bewährt.

Je ein haftender **Betonbelag** bzw. eine haftende (dünn!) **Betondeckschicht** bewährten sich während 40 bzw. über 46 Jahre.

Voraussetzung für einwandfreie Systeme sind sorgfältig eingebaute wasserdichte und frosttausalzresistente Betonbrückenplatten, tadellos ausgeführte Abdichtungen, Beläge, Entwässerungen, Randaufbordungen, Übergangsanschlüsse, Fugenverguss etc. sowie eine gute Überwachung und Ausführung des erforderlichen Unterhaltes.

Aufgrund der Resultate und Erkenntnisse aus vorliegender Forschungsarbeit konnten die schweizerischen Normen über Brückenabdichtungen und Brückenbeläge grundlegend überarbeitet und termingerecht à jour gebracht werden.

Dies war möglich, da die Forschungsstelle und der Ersteller des Schlussberichtes in der entsprechenden Subkommission der VSS-Fachkommission 273 «Dimensionierung und Beläge» mitarbeiteten und die wichtigen Erkenntnisse laufend einbringen konnten. Somit standen die Erkenntnisse und Folgerungen aus vorliegender Forschungsarbeit rechtzeitig zur Verfügung für die materiell überarbeitete und 1988 publizierte Schweizer Norm.

SN 640 490 b «Brückenabdichtungen und Brückenbeläge; Konzeption, Anforderungen, Ausführung»

Gleichzeitig wurden die nachstehend genannten schweizerischen Normen für ungültig erklärt. Die seit 1973 normierten Teer-Epoxid-Abdichtungen wurden nicht in die Norm SN 640 490 b übernommen.

SN	Titel
640 490 a	Brückenbeläge und -isolationen, Allgemeine Anforderungen
640 492 a	Brückenbeläge und -isolationen mit Gussasphalt, Ausführungsvorschriften
640 494 b	Brückenbeläge: Weichmastix-Isolationen, Ausführungsvorschriften
640 495	Brückenbeläge: Isolationen mit Teer-Epoxidharz, Ausführungsvorschriften
640 498 a	Brückenbeläge in Zementbeton, Ausführungsvorschriften

Im weiteren wurden in der Norm SN 640 490 b viele Detailerkennnisse berücksichtigt und, wo notwendig, besonders auch minimale bzw mittlere Schichtdicken neu festgelegt. Nach Erscheinen der SN 640 490b waren zur Komplettierung der vorliegenden Forschungsarbeit und Objektivierung der Bewertung noch ergänzende Felduntersuchungen bis 1996 notwendig.

Für diesen gesamten Normierungsvorgang war die vorliegende Forschungsarbeit ein essentielles Element, da viele vorgefasste Meinungen entkräftet und korrigiert werden konnten. Damit wurde das Erarbeiten einer ausgewogenen neuen Norm mit minimalem finanziellem Aufwand ermöglicht.

Entwässerungsröhren müssen 50 mm unter der Brückenplatte vorstehen und bei Kastenkonstruktionen grundsätzlich an Sammelleitungen angeschlossen werden, damit das Tausalzwasser weder Betonkonstruktion, Widerlager, Pfeiler usw. angreifen kann, noch auf unterliegende Strassen, Bahngeleise usw. abtropft.

Auch die Oberflächen der Betonbrückenplatten müssen zu den Entwässerungsröhrchen ein Gefälle von mindestens 2% aufweisen.

Beim Ausarbeiten eines Brückenprojektes ist aus vorerwähnten Gründen eine ganzheitliche Betrachtungsweise aller relevanten Faktoren extrem wichtig. Als ein bis anhin zu oft noch immer stiefmütterlich behandelter wichtiger Faktor ist die Wahl des Systems zu nennen, d.h. die Wahl der Brückenabdichtung und somit des zugehörigen Brückenbelages.

In diesem Zusammenhang sind die vorstehenden Schlussfolgerungen samt den in den Kapiteln

K Folgerungen und

L Empfehlungen

enthaltenen Erkenntnisse speziell zu beachten.

Mit dem Schlussbericht zu dieser praxisbezogenen Forschungsarbeit hoffen die Autoren, dass schon in nächster Zukunft beim Ausarbeiten des Projektes hinsichtlich Wahl des Systems (Brückenabdichtung inklusive Brückenbelag) die erforderlichen Dispositionen stets mit dem nötigen Weitblick rechtzeitig getroffen werden.

Für die Gewährung der Fristerstreckung zur Ablieferung des Schlussberichtes möchten die Forschungsstelle und der Unterzeichnende auch an dieser Stelle bestens danken. Die Fristerstreckung war einerseits wegen des rund dreifachen Umfangs der Arbeit gegenüber des ursprünglich geplanten Aufwandes bedingt und andererseits zur Objektivierung von Aussagen und Beurteilungen wichtig und notwendig. Aus diesen Gründen mussten noch ergänzende Felderhebungen 1995 und 1996 erfolgen.

