Bundesamt für Strassenbau

Schadenkatalog für Strassenbeläge

Bericht zum Forschungsauftrag Nr. 13/88, 6305.1

Zürich, 31. Oktober 1991
RH/JST/FP

GSS
BAU UND PLANUNG

GSS Bau und Planung
Witikonerstrasse 15
CH-8032 Zürich
Telefon 01/55 79 68
Telefax 01/55 70 11

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung	i
1. Einleitung	1
2. Zielsetzung	1
3. Grundlagen	2
4. Aufbau und Inhalt des Katalogs	4
5. Testlauf	5
6. Weitere Bearbeitung	5
7. Schlussbemerkung	6
Anhang A Schadenkatalog	
1. Allgemeines	A 1
2. Vorgehen Zustandserfassung	A 2
3. Zustandsmerkmale bituminöser Beläge	A 5
4. Zustandsmerkmale Zementbetonbeläge	A 58
Anhang B Ergebnisse Testlauf	
1. Einleitung	B 1
2. Testorte	B 1
3. Ergebnisse	B 1
4. Aenderungsvorschläge	B 3
5. Schlussfolgerungen	B 4
6. Zusammenstellung Detailaufnahmen	B 5
Anhang C Literaturverzeichnis	C 1

Zusammenfassung

Eine der Grundlagen zur Sanierung und Erneuerung ist das objektive erfassen des Ist-Zustandes des Strassennetzes. Dabei ist es wichtig, dass der Zustand unabhängig ob dies auf visueller oder messtechnischer Basis erfolgt nach einheitlichen Kriterien erfasst wird. Die geplante SN-Norm "Zustandserfassung und Bewertung von Strassen" definiert Zustandsmerkmale und -Indikatoren und regelt die Transformation von Aufnahmedaten in Zustandswerte, sowie die Gewichtung der einzelnen Elemente. Ein Schadenkatalog als Ergänzung zur Norm soll die Erfassung in der Praxis erleichtern.

Der vorliegende Forschungsbericht beinhaltet den Vorschlag für diesen Schadenkatalog, einige Bemerkungen zur Erarbeitungsmethodik sowie die Resultate einer Erprobung bei ausgewählten Amtsstellen.

Der Hauptteil des Kataloges besteht aus einer detaillierten Beschreibung und Illustration aller wesentlichen Zustandsmerkmalen von bituminösen Belägen und von Zementbetonbelägen. Jedes Merkmal ist in Fotographien und Prinzipskizzen festgehalten. Ergänzt wird dieser Test durch eine Beschreibung der Schadensschwereklassen "leicht", "mittel" und "schwer".

Um die verschiedenen Merkmale eindeutig voneinander zu unterscheiden, sind Kriterien, die eine Abgrenzung zu ähnlichen Merkmalen ermöglichen, dargestellt. Zusätzlich finden sich Angaben zu "Schadensentstehung/Mechanismus" (physikaliche Vorgänge), "Mögliche Ursachen" und "Entwicklung des Schaden". Im Abschnitt "Konsequenzen" sind die Auswirkungen auf Sicherheit, Substanz und Fahrkomfort dargestellt.

Summary

One of the basic documents for rehabilitation and improvement is the objektive evaluation of the current state of repair of the highway network. In this process it is important that the evaluation of the state of repair does not depend on whether this is based on visual observation or measurements. The planned SN-Standard "Data Collection and Evaluation of State of Repair of Highways" defines characteristics and indicators describing the state and governs the processing of recorded data into state of repair values, as well as the weighting of individual elements. A damage catalogue supplementing the SN-Standard would help the recording and evaluation of data in practice.

The present research report contains the proposal for this damage catalogue, some remarks on the processing methodology as well as the results of a trial application by a number of local authorities.

The main part of the catalogue consists of a detailed description and illustration of all important characteristics for the state of repair in relation to asphalt and concrete surfacing. Each characteristic is recorded in the form either of photographs or of sketches. This text is supplemented by a description of the severity of damage classes "light", "medium" and "heavy".

In order to distinguish the various characteristics from one another criteria are presented, which enable differentiating similar characteristics. In addition there are details on mechanisms causing damage (physical processes), possible causes and the development of damage. In the section "Konsequenzen" (consequences) the effects on safety, highway pavement and passenger comfort are presented.

Sommaire

L'évaluation objective de l'état actuel du réseau routier est une des bases du programme de réhabilitation et d'amélioration de ce réseau. Dans ce contexte il est important que cette évaluation soit fondée sur un critère unique, indépendant du type de moyens d'évaluation employés (visuel/instruments). La norme SN envisagée, intitulée "Mesure et évaluation de l'état des routes", définit les éléments charactériques de l'état des routes et établit la règle méthodologique du dépouillement des données colléctées en évaluation objective ainsi que le poids respectif des differents paramètres. Un catalogue des types de dommages, supplementant la norme, faciliterait cette évaluation dans la pratique.

Le présent rapport de recherche contient une proposition pour la conception du catalogue mentionné précedemment, des remarques méthodologiques et les résultats d'un essai mené auprès de collectivités locales sélectionnées.

La partie essentielle du catalogue consiste en une description détaillée et illustrée de tous les éléments charactéristiques de l'état des routes à revêtement bitumineux ou cimenté. Chaque élément est catalogué à l'aide de photographies et de schémas de principe. Enfin cette description est complétée par une classification des dommages par degrés: "superficiel", "intermédiaire" et "sévère".

Des critères sont introduits pour aider à distinguer entre éléments charactéristiques differents par nature mais d'aspect similaire. Une description détaillée des processus d'endommagement (d'un point de vue physique), leurs causes et leurs developpements, est aussi incluse. Finalement, les effets de ces dommages sur la sécurité, l'état des routes et le confort de roulement sont abordés dans le chapitre "Konzequenzen" (conséquences).

1. Einleitung

Der Erhalt des umfangreichen Strassennetzes der Schweiz gewinnt zur Zeit und vor allem in Zukunft eine immer grössere Bedeutung. Deshalb sind die vorhandenen Unterhaltskonzepte den neuen Bedürfnissen anzupassen.

Eine der Grundlagen zur Planung der Sanierung und Erneuerung ist die Erfassung des Ist-Zustandes des Strassennetzes. Dabei ist es wichtig, dass der Zustand, unabhängig ob dies auf visueller oder messtechnischer Basis erfolgt, nach einheitlichen Kriterien erfasst wird. Nur so ist ein objektiver Vergleich innerhalb einer Verwaltungsregion und damit eine Prioritätensetzung möglich.

Die der VSS-Kommission 174 "Management der Strassenerhaltung" zugeordnete Subkommission 174/3 "Beobachtung, Erfassung und Bewertung von Strassen" erarbeitet eine neue SN-Norm "Zustandserfassung und Bewertung von Strassen" (Arbeitstitel). Sie definiert die Zustandsmerkmale und -Indikatoren und regelt die Transformation von Aufnahmedaten in Zustandswerte, sowie die Gewichtung der einzelnen Elemente.

Die Firma GSS Glauser Studer Stüssi Ingenieure SIA/ASIC AG hat im Auftrage des Bundesamtes für Strassenbau und unter Federführung der Subkommission 174/3 einen Schadenkatalog sowie eine Diasammlung als Ergänzung zur obgenannten Norm erarbeitet. Der vorliegende Forschungsbericht beinhaltet diesen Schadenkatalog, einige Bemerkungen zur Erarbeitungsmethodik sowie die Resultate eines damit durchgeführten Probelaufes in der Praxis.

2. Zielsetzung

Die Forschungsarbeit hatte zum Ziel, ein Instrument zu erarbeiten, das zusammen mit obgenannter Norm hilft, die visuelle Zustandserfassung von Strassenbelägen zu vereinheitlichen und zu verbessern. Da die Norm das Vorgehen der visuellen Zustandserfassung bereits beschreibt und die in Betracht zu ziehenden Zustandsmerkmale schon festgelegt sind, geht es darum, einen Katalog zu erarbeiten, der alle verwendeten Begriffe genau definiert und der möglichst klar und eindeutig die möglichen Schäden beschreibt und illustriert. Im weiteren ging es darum, eine Schulungsunterlage zu erstellen, die für die Ausbildung des Unterhaltspersonals herangezogen werden kann.

Die wichtigste Anforderung aufgrund dieser Zielsetzung ist eine möglichst transparente, schnell zu erfassende und eindeutige Beschreibung der Schadensmerkmale. Der Katalog wurde deshalb nach folgenden Grundsätzen gestaltet:

Grundsatz:	Umsetzung im Katalog:
1. übersichtliche Gestaltung	- einfacher, klarer Aufbau mit Register - Modulstruktur (gleiche Information für jedes Merkmal am selben Ort und in gleichem Stil) - graphische Gestaltung: pro Doppelseite ein Zustandsmerkmal
2. Wesentliches herausheben	- Prinzipskizzen - graphische Abgrenzung zwischen Beschreibungsteil (linke Katalogseite) und Informationsteil (rechte Katalogseite)
3. Begriffe eindeutig klären	- genaue Beschreibung mit Vergleichen zu ähnlichen Merkmalen - vergleichbare Prinzipskizzen
4. Praxisbezogenheit	- einfache, präzise Beschreibungen - Verwendung bekannter Begriffe
5. Normenkompatibilität	- Verwendung der gleichen Begriffe - Querverweise - gleicher Aufbau

Bei der vorliegenden Arbeit ging es nicht darum, mit wissenschaftlicher Tiefe Strassenbelagsschäden zu untersuchen. Vielmehr sollen die vorhandenen und in der Praxis bereits angewandten Erkenntnisse so verarbeitet und dargestellt werden, dass damit auch der Benützer mit wenig Erfahrung schnell in der Lage ist, zusammen mit der Norm objektiv den Zustand eines Strassenbelages visuell zu erfassen und zu beurteilen.

3. Grundlagen

Die direkte Grundlage für den Schadenkatalog bildete wie im Auftrag erwähnt, der Entwurf der SN-Norm "Zustandserfassung und Beurteilung von Strassenbelägen". Sämtliche Begriffe, die Grobklassifikation sowie die Definitionen der Zustandsindikatoren wurden, falls mit den Autoren der Norm nicht anders abgesprochen, direkt übernommen.

Daneben basiert der Schadenkatalog auf ähnlichen Arbeiten aus dem Ausland, die dort zum Teil seit Jahren Eingang in die Praxis gefunden haben [1 bis 12] sowie auf verschiedenen Forschungsarbeiten, die entweder die Entstehung und Entwicklung von Belagsschäden zum Inhalt haben [20,21,15] oder die sich wissenschaftlich sehr gründlich mit der visuellen Zustandserfassung befassen [9,10]. Im weiteren wurde versucht, möglichst viele Hinweise aus der heutigen Praxis der Belagsbeurteilung direkt von den zuständigen Fachleuten zu übernehmen und in die Arbeit einfliessen zu lassen. Ein Verzeichnis der verwendeten Literatur findet sich am Ende dieses Berichtes (Anhang C).

Da in einigen westlichen Ländern das Problem der Zustandserfassung und -beurteilung von Belägen schon seit längerem untersucht wird und bereits Schadenkataloge bestehen, mit denen praktische Erfahrungen gemacht wurden, konnten verschiedene Ideen übernommen werden. Die meisten der untersuchten ausländischen Kataloge beschränken sich allerdings darauf, die Zustandsmerkmale zu beschreiben und mit Fotografien zu illustrieren ohne konkret nach Schweregrad einzustufen und ohne weitere Hinweise anzufügen, die eine Gesamtbeurteilung vereinfachen würden. Alle Beispiele enthalten aber einen allgemeinen Teil, mit einer Klassierung der Zustandsmerkmale und allgemeinen Hinweisen über Ursachen, Entwicklung und Konsequenzen der verschiedenen Belagsschäden. Die Grobeinteilung der Zustandsmerkmale in "Oberflächenschäden", "Verformungen", "Risse" und "andere Schäden" ist in fast allen Beispielen gleich. Konkrete Anleitungen zur Beurteilung des Zustandes eines Strassenabschnittes aufgrund der aufgenommenen Einzeldaten, wie dies in der SN-Norm vorgesehen ist, sind in zwei Arbeiten aus der USA und Kanada zu finden. Der Katalog des Ministery of Transportation Ontario [8] eignet sich am besten als Grundlage des vorgesehenen Kataloges als Ergänzung zur Norm, da ähnlich wie im Normenentwurf für jedes Merkmal Schadensschwere und Schadensausmass beschrieben und illustriert werden und da die Methodik der Synthese dieser Daten zu einer Gesamtbeurteilung sehr ähnlich aufgebaut ist.

Bei der Umsetzung der Ideen aus diesen Beispielen ist aber zu beachten, dass der Bewertungsmasstab für schweizerische Verhältnisse anders ist als für kanadische. Insbesondere sind dort Sanierungen im grossen Stil wirtschaftlicher als in der Schweiz, wo Verkehrs- und Bebauungsdichte viel höher sind. So müssen substanzgefährdende Schäden wie etwa Netzrisse hier eher höher gewichtet werden als in den Beispielen aus Amerika. Bei der Betrachtung der verschiedenen ausländischen Kataloge ist aufgefallen, dass sie im Hinblick auf die praktische Anwendung oft etwas unübersichtlich gestaltet sind. Dies vorallem deshalb, weil die Informationsstruktur bei den verschiedenen Zustandsmerkmalen nicht immer die gleiche ist. So wird z.B die Schadensschwere nur bei gewissen Merkmalen beschrieben, oder ihre Bedeutung für Sicherheit, Substanzerhalt und Komfort nur lückenweise angegeben.

Da eine wichtige Anforderung die Vergleichbarkeit der Schadensmerkmale untereinander ist, wurde im vorliegenden Schadenkatalog versucht, die Beschreibung und Information zu jedem Merkmal gleich zu strukturieren. Werkzeuge dazu sind die Prinzipskizzen, die vor allem Unterschiede zwischen den Merkmalen herausheben sollen, aber auch die streng eingehaltene Platzierung der Informationsblöcke immer an der gleichen Stelle. Dies hat allerdings den Nachteil, dass die einzelnen Begriffe, unabhängig von deren Wichtigkeit im Katalog platzmässig den gleichen Stellenwert haben. Ebenfalls ein Beitrag zur Vergleichbarkeit der Merkmale untereinander sollen der Abschnitt "Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung" sowie die zahlreichen Querverweise liefern.

Die Vernehmlassung durch verschiedene im Bereich Strassenerhalt tätige Fachleute in der Schweiz haben es ermöglicht, die noch sehr auf ausländischen Beispielen abgestützten Entwürfe auf hiesige Verhältnisse anzupassen. Dies war vor allem bei der Festlegung der Fachausdrücke notwendig.

4. Aufbau und Inhalt des Kataloges

Der Hauptteil des Kataloges besteht aus einer detaillierten Beschreibung und Illustration aller denkbaren Zustandsmerkmale von bituminösen Belägen und von Zementbetonbelägen. Jedes Merkmal wie zum Beispiel Spurrinnen, wilde Risse, Frosthebungen etc. ist in Fotografien und Prinzipskizzen festgehalten. Dadurch wird einerseits ein rasches visuelles Erkennen des Zustandsmerkmales ermöglicht, andererseits kann so die Schadensschwere eingeordnet und der Vergleich mit ähnlichen Merkmalen erleichtert werden. Ergänzt wird dieser Teil noch durch eine Beschreibung der Schadensschwereklassen "leicht", "mittel" und "schwer". Um die verschiedenen Merkmale eindeutig voneinander zu unterscheiden, enthält der Beschreibungsteil eine Auflistung der Kriterien, die eine Abgrenzung zu ähnlichen Merkmalen vereinfachen.

Da die Hintergründe über Ursachen, Konsequenzen und Entwicklung der Belagsschäden für die Zustandserfassung besonders aber für die Zustandsbeurteilung sehr wichtig sind, werden im Informationsteil zu jedem Zustandsmerkmal ergänzende Hintergrundinformationen geliefert. Im Abschnitt "Schadensentstehung/ Mechanismus" werden die physikalischen Vorgänge bei der Schadensbildung erläutert, der Abschnitt "mögliche Ursachen" listet Eigenschaften des Bauwerkes auf, die diese physikalischen Vorgänge begünstigen, im Abschnitt "Entwicklung des Schadens" werden die möglichen Stadien bis zur Zerstörung des Belages infolge der Zustandsmerkmale beschrieben und im Abschnitt "Konsequenzen"schliesslich sind die Auswirkungen auf Sicherheit, Substanz und Fahrkomfort dargestellt.

5. Testlauf

Mit dem Ziel, die Anwendbarkeit des Schadenkataloges und der Norm in der Praxis zu überprüfen und Hinweise für Änderungen und Ergänzungen zu sammeln, wurde im Sommer 89 ein Testlauf zusammen mit den Tiefbauämtern der Kantone Bern, Freiburg und Wallis sowie der Städte Schaffhausen und Zürich durchgeführt. Zu diesem Zweck haben die für den Unterhalt zuständigen Fachleute der verschiedenen Regionen einige Abschnitte mit bituminösen Belägen mit Hilfe des Schadenkataloges und der Norm erfasst und beurteilt und die Resultate mit ihren persönlichen Einschätzungen verglichen. Der Vergleich hat gezeigt, dass mit dem in der Norm vorgeschlagenen Verfahren eine erstaunlich objektive Zustandsbeurteilung möglich ist und dass der Schadenkatalog dabei als Hilfsmittel eine wichtige Rolle spielt.

Der Test hat aber auch gezeigt, dass im Hinblick auf eine grossangelegte Anwendung noch einige Anpassungen notwendig sind. Insbesondere sollte das Verfahren vereinfacht werden. Dies gilt insbesondere für die in der Norm beschriebene Grobaufnahme. Um den Gebrauch des Schadenkataloges zu vereinfachen, wurde der Vorschlag gemacht, neben der vorliegenden für die Schulung geeigneten Version eine "Strassenversion" zu gestalten, die sich auf den Beschreibungsteil beschränkt. Eine Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse des Testlaufes findet sich im Anhang B.

6. Weitere Bearbeitung

Der vorliegende Schadenkatalog kann als Basis für die zukünftige "Schulungsversion" und die "Strassenversion" verwendet werden. Der Testlauf sowie die Vernehmlassung haben gezeigt, dass an der als Grundlage verwendeten Norm noch Änderungen vorgenommen werden müssen. Danach wird eine Anpassung des Schadenkataloges an die endgültige Fassung der Norm erforderlich sein.

Zusammenfassend seien hier die im Testlauf und in der Vernehmlassung vorgeschlagenen Änderungen der Norm, die den Schadenkatalog beinflussen, aufgelistet.

bituminöse Beläge:

- Reduktion der Merkmale für Grobaufnahme (vgl Anhang B)
- Zusammenfassung folgender Zustandsmerkmale zur Vereinfachung der Detailaufnahme:
  - aufgedrückte Ränder - abgedrückte Ränder
  - Setzungen/Hebungen - Frosthebungen

. Netzrisse aller Blockgrössen - wilde Risse

. Längsrisse - offene Nähte

- Da eine mangelhafte Entwässerung im vorliegenden Beurteilungsverfahren wenig berücksichtigt wird, ist sie eventuell als weiteres Merkmal aufzuführen.

Zementbetonbeläge:

- Das Merkmal "Schlaglöcher" im eigentlichen Sinne tritt in schweizerischen Verhältnissen kaum auf. In der Praxis des Betonbelagsunterhaltes wird aber von Abplatzungen gesprochen, die sich vom Merkmal " Ausmagerung/Abblättern" kaum unterscheiden. Es wäre deshalb sinnvoll, die beiden Merkmale zum Merkmal "Ausmagerung/Abplatzungen" zusammenzufassen.

- Statt "Fugenschäden" sollte der Begriff "Kantenschäden" verwendet werden, da z. B Abplatzungen an den Aussenkanten oft auch gravierende Schäden sind.

- "Brüche" sind oft eine Weiterentwicklung von "Rissen" und sollten deshalb als ein Zustandsmerkmal unterschiedlicher Schadensschwere definiert werden.

- Ein in der Norm nicht vorgesehenes Schadensmerkmal, das aber bei Kunstbauten und in Tunnels oft vorkommt ist die "Verwölbung" der Betonelemente, welche bei einem grossen Feuchtigkeitsgradienten in den Betonelementen durch zwischen Ober-und Unterseite unterschiedlichem Schwinden entsteht.

- Die Übereinstimmung der neuen Norm mit der SN 640745 "Unterhalt und Reparatur von Zementbetonbelägen" sollte überprüft werden.

Ein weiterer Schritt im Bestreben, in Form von Normenbeilagen die Ausarbeitung von Erhaltungsstrategien von Belägen zu unterstützen, wäre eine systematische Analyse von Sanierungsmassnahmen. Diese Arbeit könnte sinnvollerweise auf dem vorliegenden Schadenkatalog aufgebaut werden. Ziel dieser Analyse sollte es sein, dem Unterhaltsverantwortlichen eine Auswahl von Sanierungsmassnahmen vorzuschlagen, die in Abhängigkeit der Schadensanalyse unterschiedlich bewertet werden könnten.

7. Schlussbemerkung

Der im Anhang A dargestellte Schadenkatalog berücksichtigt teilweise die in Kapitel 6 gemachten Vorschläge. Er entspricht dem Bearbeitungsstand der Norm "Zustandserfassung und Beurteilung von Strassenbelägen" vom August 1990 und März 1991.

Anhang A

Schadenkatalog

Schadenkatalog

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	**Allgemeines**	A 1
1.1	Ausgangslage	A 1
1.2	Anwendungsbereich	A 1
1.3	Gegenstand	A 1
1.4	Zweck	A 1
2.	**Vorgehen Zustandserfassung**	A 2
2.1	Aufbau des Kataloges	A 2
2.2	Vorgehen visuelle Grobaufnahme	A 3
2.3	Vorgehen visuelle Detailaufnahme	A 3
3.	**Zustandsmerkmale bituminöser Beläge**	A 5
3.1	Uebersicht	A 5
3.2	Schadensursache, Entwicklung, Konsequenzen	A 6
3.2.1	Allgemeines	A 6
3.2.2	Schadensentstehung/Mechanismus	A 6
3.2.3	Ursachen	A 7
3.2.4	Entwicklung des Schadens	A 8
3.2.5	Konsequenzen der Schäden	A 10
3.3	Tafeln zu den Zustandsmerkmalen	A 12
4.	**Zustandsmerkmale Zementbetonbeläge**	A 58
4.1	Uebersicht	A 58
4.2	Schadensursache, Entwicklung, Konsequenzen	A 59
4.2.1	Allgemeines	A 59
4.2.2	Schadensentstehung/Mechanismus	A 59
4.2.3	Ursachen	A 61
4.2.4	Entwicklung des Schadens	A 61
4.2.5	Konsequenzen der Schäden	A 63
4.3	Tafeln zu den Zustandsmerkmalen	A 64

1. Allgemeines

1.1 Ausgangslage

Die möglichst objektive Erfassung des Ist-Zustandes des Strassennetzes ist die Grundlage für die Planung von Sanierungs- und Erneuerungsmassnahmen. Die momentan in Bearbeitung stehende SN - Norm "Zustandserfassung und Bewertung von Strassen" gibt Empfehlungen für die Durchführung der visuellen und messtechnischen Zustandserfassung. Sie bezeichnet die Zustandsmerkmale und regelt die Transformation von Aufnahmedaten in Zustandswerte, sowie die Gewichtung der einzelnen Zustandsmerkmale.

Der vorliegende Schadenskatalog ergänzt diese Norm. Er dient dazu, die visuelle Aufnahme der einzelnen Zustandsmerkmale zu vereinheitlichen.

1.2 Anwendungsbereich

Der Schadenkatalog kann für die Zustandserfassung und -beurteilung aller bituminösen - oder Zementbetonbeläge verwendet werden.

1.3 Gegenstand

Der Katalog ist ein Hilfsmittel zur einheitlichen visuellen Erfassung von Zustandsmerkmalen (z.B. Spurrinnen) und den entsprechenden Zustandsindikatoren (Schadensschwere und Schadensausmass).

Er enthält eine Uebersicht über die Systematik der Zustandsmerkmale sowie Illustrationen und Beschreibungen zu jedem Zustandsmerkmal. Daneben finden sich Informationen zur Schadensentstehung, zu den Schadensursachen und zur Schadensentwicklung.

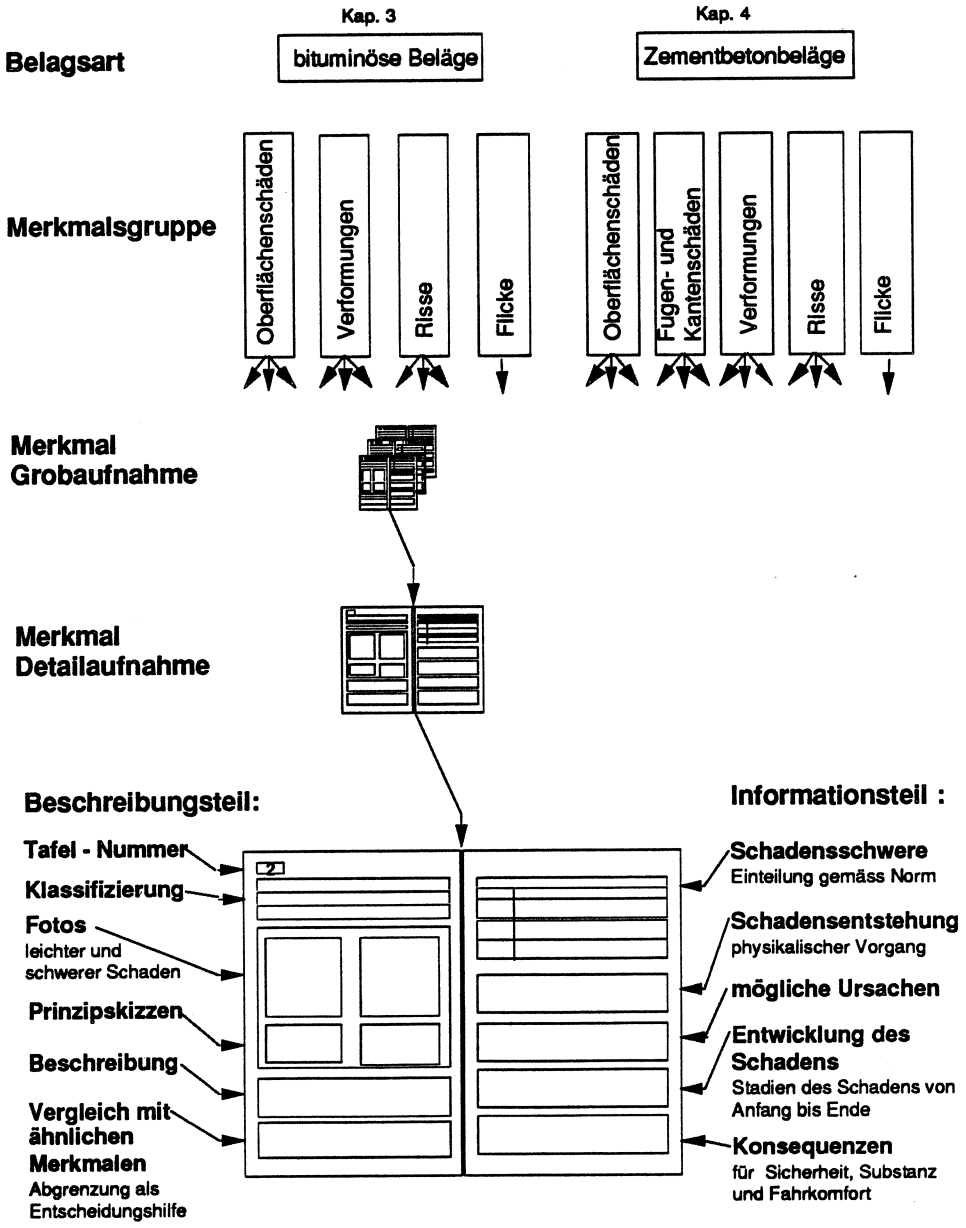
1.4 Zweck

Der Katalog soll einerseits dem Anwender der Norm als Entscheidungsgrundlage bei der Zuordnung von Schäden zu den einzelnen Zustandsmerkmalen dienen und andererseits kann er für die Schulung des für die visuelle Zustandsaufnahme verantwortlichen Personals verwendet werden.

2. Vorgehen visuelle Zustandserfassung

2.1 Aufbau des Kataloges

Im Katalog wird unterschieden zwischen bituminösen Belägen (Kap. 3) und Zementbetonbelägen (Kap. 4). Nebst allgemeinen Informationen zur Schadensbildung (Kap. 3.2/4.2) enthält der Katalog zu jedem Zustandsmerkmal eine Tafel (Kap. 3.3/4.3) bestehend aus einem Beschreibungsteil (linke Tafelseite) und einem Informationsteil (rechte Tafelseite). Aus dem Kopf der Tafeln sind Nummer, Merkmalsgruppe sowie Bezeichnung des Zustandsmerkmales bei der Grobaufnahme zu entnehmen. Eine Uebersicht zum Aufbau der Katalogstafeln gibt die Figur 1.



Figur 1: Uebersicht über Aufbau des Kataloges

2.2 Vorgehen visuelle Grobaufnahme

Die Grobaufnahme wird gemäss Ziffer 12 des Normentwurfes durchgeführt. Aus der Übersicht der Kap. 3.1 und 4.1 kann entnommen werden, welche Tafelgruppen eine Beschreibung der Merkmale Grobaufnahme liefern.

2.3 Vorgehen visuelle Detailaufnahme

Die Detailaufnahme wird gemäss Ziffer 13 des Normentwurfes durchgeführt. Die einzelnen Zustandsmerkmale werden entsprechend den Beschreibungen in den Tafeln im Formular für die Detailaufnahme eingetragen. Sind mehrere Zustandsmerkmale gleichzeitig festzustellen, so sind sie alle im Formular aufzuführen.

Schadensschwere S:

Die Schadensschwere wird aufgrund der Beschreibung im Katalog geschätzt und gemäss folgender Tabelle in Klassen eingeteilt.

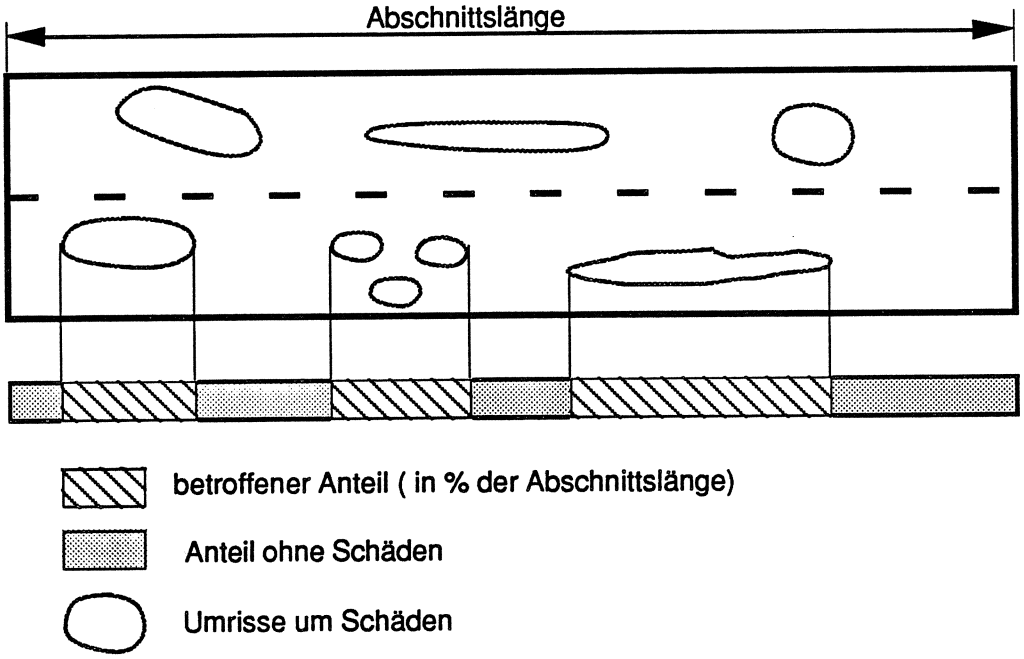
Klasse	Schadenswerte S
S 1	Schaden leicht
S 2	Schaden mittel
S 3	Schaden schwer

Schadenausmass A:

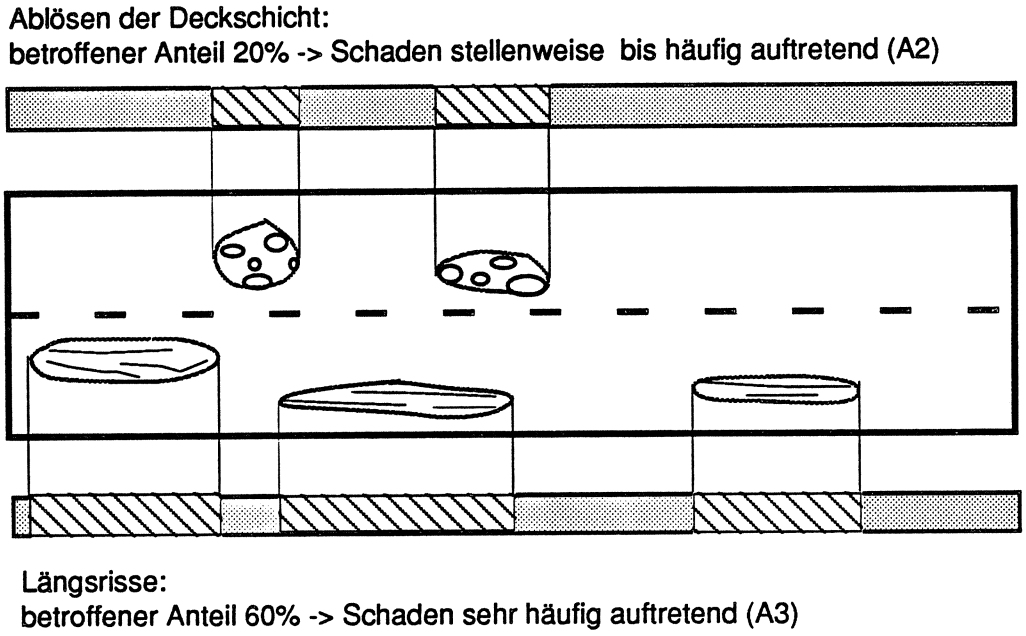
Um das Ausmass eines Zustandsmerkmales zu quantifizieren wird der betroffene Anteil der Abschnittslänge geschätzt und gemäss folgender Tabelle in Klassen eingeteilt.

Klasse	Schadensausmass	betroffener Anteil
A 1	Schaden kaum auftretend	< 10 %
A 2	Schaden stellenweise bis häufig auftretend	10 - 50 %
A 3	Schaden sehr häufig auftretend	> 50 %

Die Figuren 2 und 3 zeigen, wie der "betroffene Anteil" definiert ist.



Figur 2: Definition. des "betroffenen Anteils" ("Schadensausmass A")



Figur 3: Beispiel für die Bestimmung des Schadensausmasses

Da bei **Querrissen** diese Definition des Schadensausmasses nicht sinnvoll ist, gilt hier folgende Regel:

Klasse	**Anzahl Querrisse pro 100 m**
A 1	< 4
A 2	4 - 15
A 3	> 15

3. Zustandsmerkmale bituminöser Beläge

3.1 Uebersicht

Merkmalsgruppe	Merkmale Grobaufnahme	Merkmale Detailaufnahme	Tafel Nr.
Oberflächenschäden	Oberlächenglätte	Polieren Schwitzen	1 2
	Materialverluste	Abrieb Ausmagerung/ Absanden Kornausbrüche Ablösungen Schlaglöcher	3 4 5 6 7
Verformungen	Belagsverformungen	Spurrinnen Aufwölbungen Wellblechverformung Schubverformung	8 9 10 11
	Setzungen	Setzungen Abgedrückte Ränder	12 13
	Hebungen	Frosthebungen	14
Risse	Längsrisse	Längsrisse Offene Nähte	15 16
	Querrisse	Querrisse	17
	Wilde Risse	Wilde Risse	18
	Netzrisse	Netzrisse Belagrandrisse Anrisse von Setzungen	19 20 21
Flicke	Flicke	Flicke	22

3.2 Schadensursache, Entwicklung, Konsequenzen

3.2.1 Allgemeines

Auf den Tafeln (Abschnitt 3.3/4.3) wird zu jedem Zustandsmerkmal eine Beschreibung (linke Seite) sowie ergänzende Informationen zur Schadensbildung (rechte Seite) aufgeführt.

Im Absatz **"Schadensentstehung/Mechanismus"** werden die physikalischen Vorgänge, die zum Schaden führen, beschrieben. Im Absatz **"mögliche Ursachen"** sind die Schwachstellen aufgelistet, die die oben genannten physikalischen Vorgänge begünstigen und damit zum Schaden führen. Der Absatz **"Entwicklung des Schadens"** beschreibt den Schadenverlauf als Abfolge von Zustandsmerkmalen. Schliesslich wird im Absatz **"Konsequenzen"** auf Folgen hingewiesen, die die entsprechenden Schäden auf Sicherheit, Substanzerhalt der Strasse und Fahrkomfort aufweisen. Die folgenden Kapitel geben eine Uebersicht über die Grundlagen der oben erwähnten Punkte für bituminöse Beläge.

3.2.2 Schadensentstehung/Mechanismus

In Analogie zur Statik bildet der Strassenoberbau ein Tragwerk, das den Beanspruchungen aus Verkehr und Umwelt widerstehen muss. Wie beim belasteten Träger entstehen Schäden, sobald die **Beanspruchung** grösser ist als der **Widerstand** des Bauwerkes.

In Figur 4 sind Beanspruchungen, denen der Strassenoberbau zu widerstehen hat, aufgelistet. Es ist daraus ebenfalls ersichtlich, welcher Teil des Bauwerkes Strasse die jeweilige "Last" in erster Linie aufzunehmen hat und welche Zustandsmerkmale entstehen, falls die Last grösser als der Widerstand ist.

Last			Widerstand durch	Schaden falls Last > Widerstand
Verkehr	grosse Lasten	vertikal (Auflast)	Belag/ Fundationsschicht	Spurrinnen / Setzungen
		horizontal (Bremskräfte)	Belag	Schubverformungen / Wellblech
	sich oft wiederholende mittlere und grosse Lasten	Ermüdung	Belag	Risse
	Reibung (Abrieb)		Deckschicht	Abrieb/Polieren
Umwelt	Temperatur	statisch (Temp - Extreme)	Belag	Verformungen
		dynamisch (Temperaturwechsel)	Belag	Risse / Ausmagerung
	Wasser	Wassermenge (Erosion)	Fundationsschicht	Setzungen
		Frost	Fundationsschicht	Frosthebungen/Setzungen
		Wasserdruck (durch Verkehr)	Belag	Schlaglöcher
	Chemie	Tausalz, Benzin, etc.	Belag	Ausmagerung/Ausbrüche

Figur 4: Zusammenhang zwischen Beanspruchung und Schaden bei bituminösen Belägen

3.2.3 Ursachen

Der Widerstand des Bauwerkes Strasse gegenüber den Belastungen kann aus verschiedenen Gründen ungenügend sein. Da der Strassenbelag immer für eine gewisse Zeitspanne dimensioniert wird, ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen Ursachen, die bei der Dimensionierung eingeplant wurden und jenen, die nicht eingeplant wurden.

Die Ersteren gehören zu den Dimensionierungsgrundlagen. Es ist dies die **Alterung**, die wesentlich wird, sobald der Belag die der Dimensionierung zugrunde gelegte Gebrauchsdauer überdauert hat.

Die "nicht eingeplanten" Ursachen für den zu geringen Widerstand der Strasse resultieren aus Fehlern bei der Dimensionierung oder der Ausführung von Neubauten oder Sanierungen. Es sind dies:

1. Unterdimensionierung:
   - Fundationsschicht zu dünn
   - Belag zu dünn
   - Frost nicht einkalkuliert

2. den Verhältnissen nicht angepasste Materialien:
   - ungeeignete physikalische Eigenschaften des Bitumens oder des Minerals
   - ungeeignete Kornverteilung
   - ungeeignete Mischung (Hohlraumgehalt, Bitumenanteil)

3. Ausführungsmängel
   - Fehler bei der Aufbereitung (z.B. Ueberhitzung des Bitumens)
   - Fehler beim Einbau (z.B. schlechter Voranstrich, Vedichtung, Witterungsverhältnisse, Entmischung)
   - zu frühe Wiederaufnahme des Verkehrs

4. mangelhafte Entwässerung

3.2.4 Entwicklung des Schadens

Eine wichtige Frage bei der Beurteilung von Strassenschäden ist die folgende:

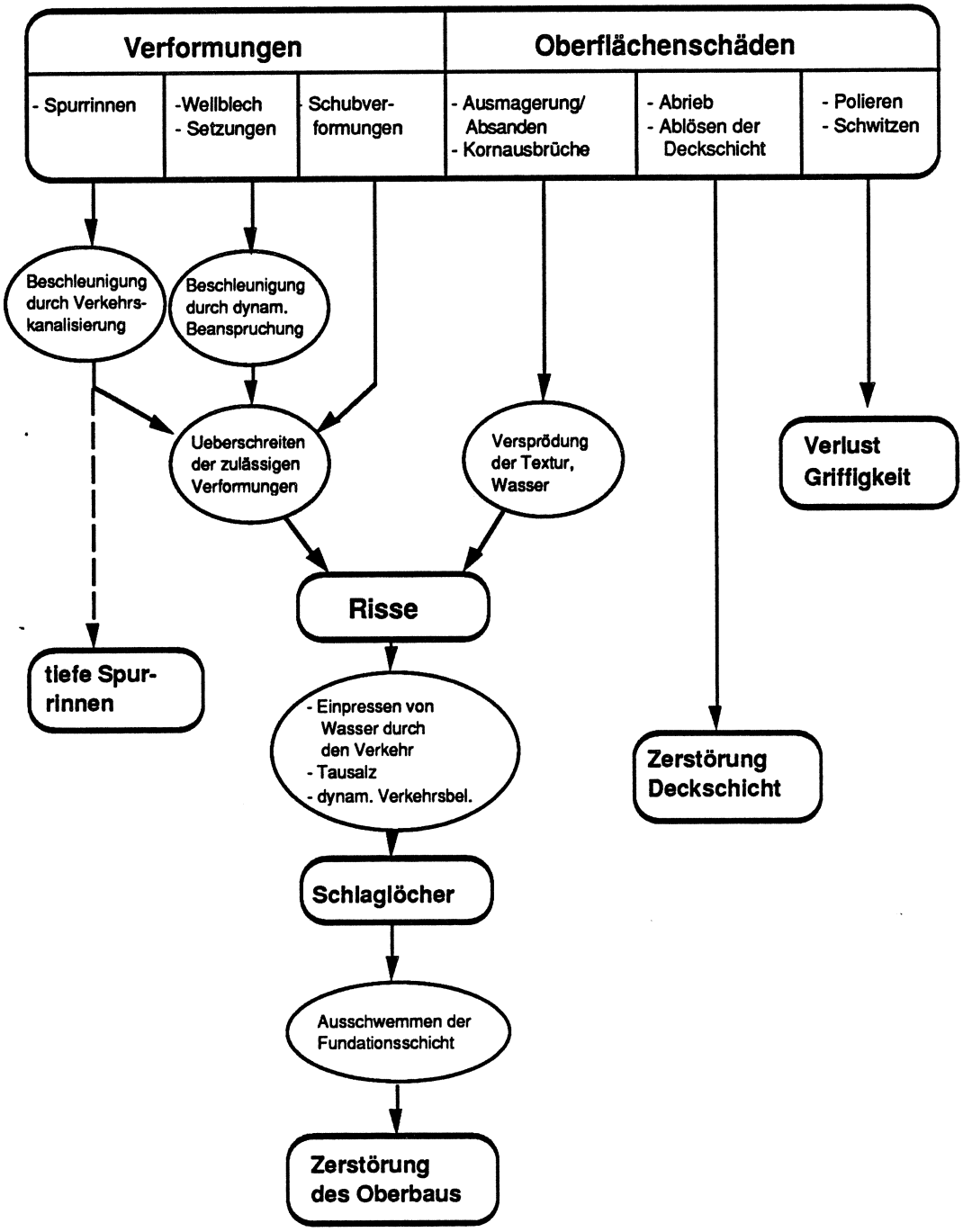
Wie entwickelt sich ein Schaden weiter und welches ist der zu erwartende Endzustand?

Wird die zeitliche Entwicklung eines Schadens untersucht, so zeigt sich, dass zwischen den einzelnen Zustandsmerkmalen oft ein Zusammenhang besteht. So sind z.B. Risse häufig eine direkte Folge von Setzungen. In Figur 5 werden diese Beziehungen dargestellt. Es ist daraus ebenfalls ersichtlich, dass die Entwicklung der verschiedenen Zustandsmerkmale zu drei möglichen Endzuständen führt.

1. Verlust der Griffigkeit
2. Zerstörung der Deckschicht
3. Zerstörung des Oberbaus

Im weiteren kann unterschieden werden zwischen Merkmalen, deren Entwicklung sich beschleunigt, sobald der Schaden einmal vorhanden ist (z.B. Kanalisierung des Verkehrs bei Spurrinnen) und jenen Merkmalen, deren Schadensschwere kontinuierlich zunimmt (z.B. Polieren).

Entwicklung der Schadensmerkmale



Figur 5: Uebersicht der Entwicklung verschiedener Zustandsmerkmale bis zum Endzustand

3.2.5 Konsequenzen der Schäden

Der Strassenoberbau muss neben der allgemeinen Bauwerkssicherheit drei wichtige Forderungen erfüllen.

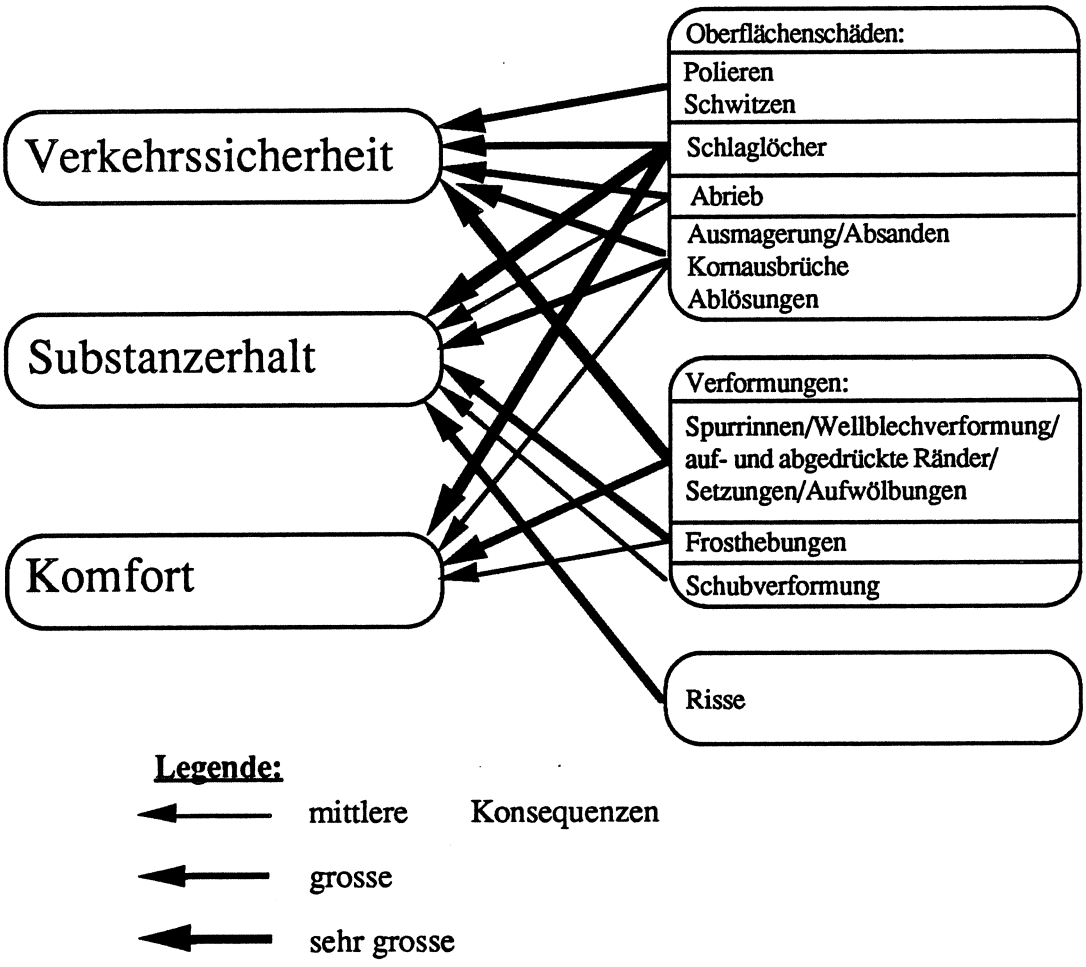
- Die **Verkehrssicherheit** muss gewährleistet sein.
- Die **Substanz** der Strasse muss erhalten bleiben, so dass sie befahren werden kann.
- Das Befahren der Strasse soll möglichst komfortabel und schonend für Fahrzeuge und Insassen sein **(Komfort).**

Eine schadhafte Strasse kann diesen Anforderungen nur noch zu einem Teil gerecht werden.

Die verschiedenen Zustandsmerkmale haben unterschiedlich grosse Konsequenzen auf die oben erwähren Anforderungskriterien. Diese Zusammenhänge sind in der Figur 6 dargestellt.

Das wesentliche Ziel des Strassenunterhaltes ist die Erfüllung der drei oben genannten Forderungen. Je nach Prioritäten des Bauherrn können sie unterschiedlich gewichtet werden.

Bei der Beurteilung des Zustandes einer Strasse wird im Prinzip abgeklärt, in welchem Masse diese Forderungen erfüllt sind. Im Beurteilungsverfahren des Normenentwurfes wird das Hauptgewicht auf die Verkehrssicherheit und den Substanzerhalt gelegt.



Figur 6: Konsequenzen der Zustandsmerkmale auf Verkehrssicherheit, Substanzerhalt und Komfort

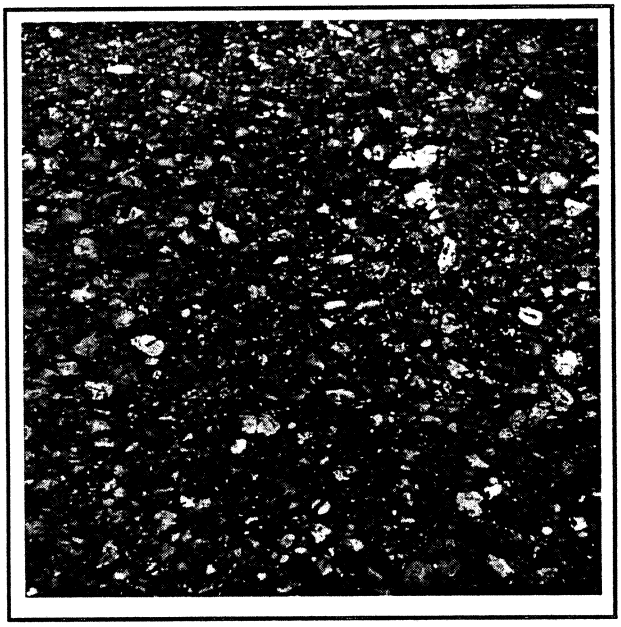
3.3 Tafeln zu den Zustandsmerkmalen

Merkmalsgruppe	Merkmale Grobaufnahme	Merkmale Detailaufnahme	Tafel Nr.
Oberflächenschäden	Oberlächenglätte	Polieren Schwitzen	1 2
	Materialverluste	Abrieb Ausmagerung/ Absanden Kornausbrüche Ablösungen Schlaglöcher	3 4 5 6 7
Verformungen	Belagsverformungen	Spurrinnen Aufwölbungen Wellblechverformung Schubverformung	8 9 10 11
	Setzungen	Setzungen Abgedrückte Ränder	12 13
	Hebungen	Frosthebungen	14
Risse	Längsrisse	Längsrisse Offene Nähte	15 16
	Querrisse	Querrisse	17
	Wilde Risse	Wilde Risse	18
	Netzrisse	Netzrisse Belagrandrisse Anrisse von Setzungen	19 20 21
Flicke	Flicke	Flicke	22

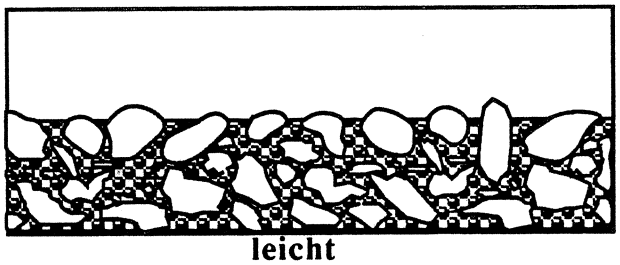
1 Polieren

Merkmalsgruppe	Oberflächenschäden
Merkmale Grobaufnahme	Oberflächenglätte
Merkmal Detailaufnahme	Polieren

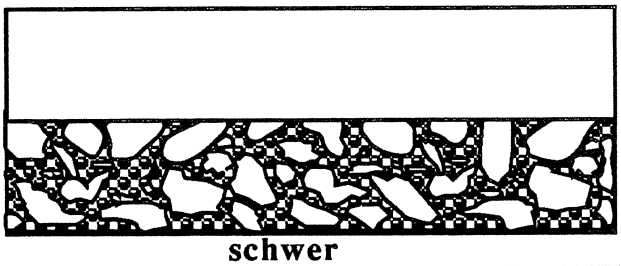
Illustration:



mehrheitlich polierte Körner



leicht



schwer

Beschreibung:

Die Gesteinskörner sind an der Oberfläche mehr oder weniger glatt poliert, so dass die Mikrotextur teilweise verschwindet.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung :

1. **Abrieb (3)** liegt vor, falls die Körner aller Grössen infolge mechanischer Einwirkung heraus gelöst und nicht nur abgeschliffen werden.

Schadensschwere:	
Klasse:	**Beschreibung:**
leicht (S1)	vereinzelte Körner mit glatter, glänzender Oberfläche in der Radspur
mittel (S2)	deutlicher Anteil polierter, glänzender Körner in der Radspur
schwer (S3)	mehrheitlich polierte, glänzende Körner in der Radspur

Schadensentstehung / Mechanismus:

Die Gesteinskörner auf der Belagsoberfläche werden durch die mechanische Einwirkung des Verkehrs abgeschliffen und poliert.

Mögliche Ursachen:

1. polierfähiges Korn in der Verschleissschicht

Entwicklung des Schadens:

Stetige Zunahme der Polierung bis keine Mikrotextur mehr vorhanden ist.

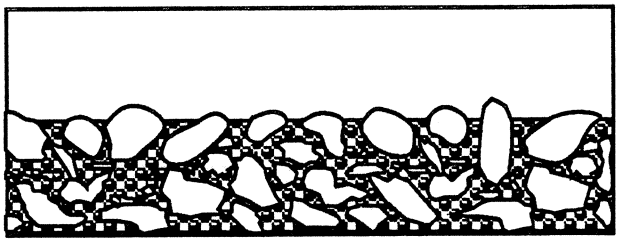
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

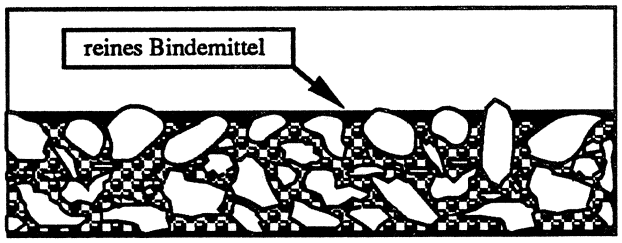
Sicherheit :	grosse (fehlende Mikrotextur senkt Griffigkeit)
Substanz :	keine
Fahrkomfort :	keine

2 Schwitzen

Merkmalsgruppe	Oberflächenschäden
Merkmale Grobaufnahme	Oberflächenglätte
Merkmal Detailaufnahme	Schwitzen

Illustration:





leicht **schwer**

Beschreibung:

Das reine Bindemittel wird ausgepresst und erscheint auf der Oberfläche. Da sich das Bitumen mit der Wärme ausdehnt, ist die schwarze Färbung (Ueberfettung) der Fahrbahn bei warmem Wetter am deutlichsten sichtbar.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

-

Schadensschwere:	
Klasse:	**Beschreibung:**
leicht (S1)	sichtbare Verdunkelung durch untereinander vernetzte Adern von überschüssigem Bindemittel
mittel (S2)	deutliche Verdunkelung der Radspuren mit überschüssigem, freiem Bindemittel
schwer (S3)	nasses Aussehen der Oberfläche der Radspuren, Reifengeräusch wie auf regennasser Fahrbahn (bei warmem Wetter)

Schadensentstehung / Mechanismus:

Bei Erwärmung oder bei mechanischer Belastung wird der Hohlraum im Belagsgut durch das Bindemittel ausgefüllt. Bei zu kleinem Hohlraumgehalt kommt es dann zu Auspressungen des Bindemittels.

Mögliche Ursachen:

1. zu kleiner Hohlraumgehalt gemessen am Bindemittelanteil
2. Bindemittel bei vorherrschenden Temperaturen zu weich

Entwicklung des Schadens:

Tritt bei warmer Witterung immer wieder auf

Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

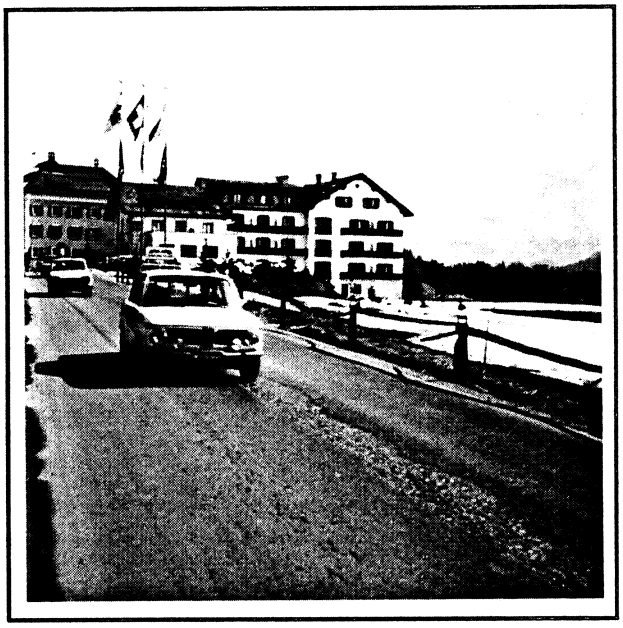
Sicherheit :	grosse (Verlust der Makrotextur)
Substanz :	kleine
Fahrkomfort :	keine

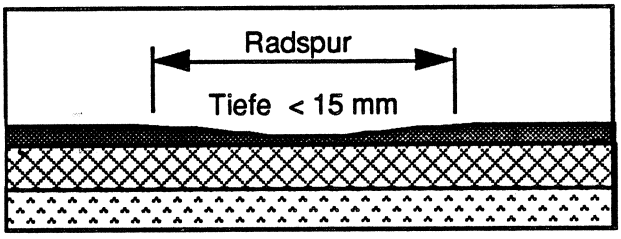
3 Abrieb

Merkmalsgruppe	Oberflächenschäden
Merkmale Grobaufnahme	Materialverluste
Merkmal Detailaufnahme	Abrieb (Spurrinnen infolge Abrieb)

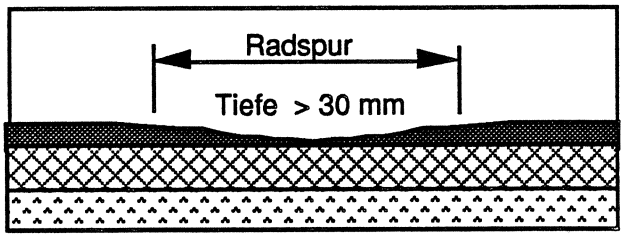
Illustration:

sichtbare Abnutzung (Aufhellung) der Radspur





leicht



schwer

Beschreibung:

Abnutzen des Oberflächenmaterials durch die mechanische Einwirkung des Verkehrs. Sichtbar vor allem in den Radspuren.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Ausmagerung / Absanden** (4) ist nicht nur auf die Fahrspur beschränkt, sondern erstreckt sich über die ganze Fahrbahn.
2. **Spurrinnen** (8) entstehen durch Verformung des Belages.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	sichtbare Abnutzung der Radspur (Aufhellung der Radspur), Beginn von Spurrinnenbildung durch Abrieb, v.a. infolge Spikes; Tiefe T < 15 mm
mittel (S2)	deutliche Aufhellung der Radspur, gut sichtbare Grösstkörner, deutliche Spurrinnen infolge Abnutzung
schwer (S3)	Spurrinnen infolge Abnutzung, offene Textur und deutliches Hervortreten des Korngerüstes, ev. der HMT Tiefe T > 30 mm

Schadensentstehung / Mechanismus:

Mechanische Abnutzung des Belages durch den Verkehr

Mögliche Ursachen:

1. Spikes / Schneeketten
2. weiches Gestein
3. zu hoher Hohlraumgehalt
4. zu wenig Bindemittel / schlechte Haftung am Mineral
5. Alterung

Entwicklung des Schadens:

Kontinuierliche Abnutzung der Fahrspur - Beschleunigung der Abnutzung sobald Verkehr kanalisiert

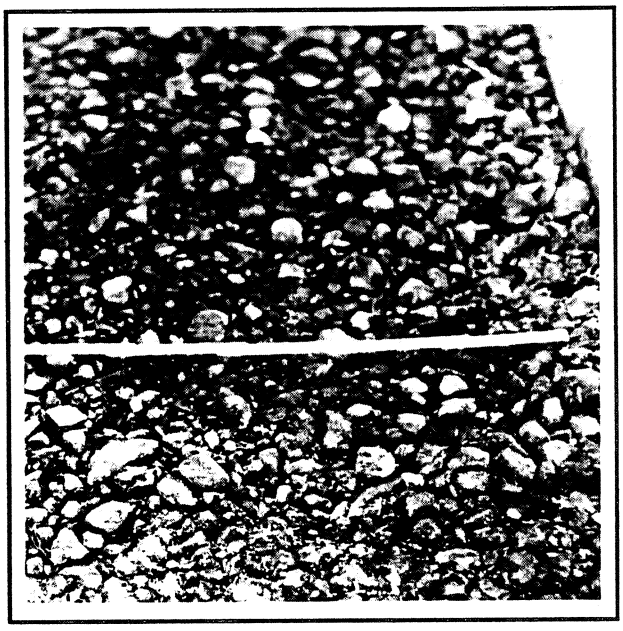
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

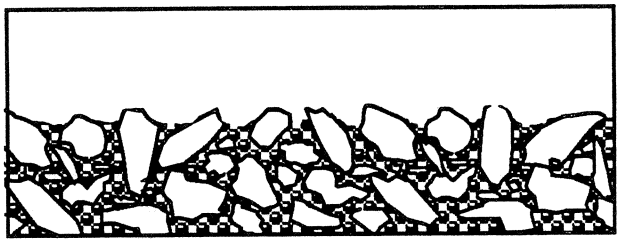
Sicherheit :	grosse (Wasseransammlungen)
Substanz :	mittlere
Fahrkomfort :	kleine bis mittlere (Vertiefungen meist klein)

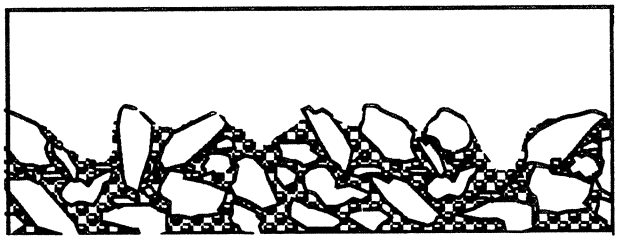
4 Ausmagerung / Absanden

Merkmalsgruppe	Oberflächenschäden
Merkmale Grobaufnahme	Materialverluste
Merkmal Detailaufnahme	Ausmagerung/Absanden

Illustration:







leicht **schwer**

Beschreibung:

Ausmagern der Oberfläche, indem sich das Feinmaterial herauslöst. Der Zerfall der Matrix von oben nach unten führt zum Ausfall des Grobkornes. Der Schaden erstreckt sich über die ganze Fahrbahnbreite und beschränkt sich nicht nur auf die Radspur.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Abrieb** (3) kommt nur in der Radspur vor, weil dieser Schaden durch die mechanische Einwirkung des Verkehrs verursacht wird.
2. **Kornausbrüche** (5) liegt vor, falls bei intakter Matrix einzelne grosse Körner oder Korngruppen fehlen.

Schadensschwere:	
Klasse:	**Beschreibung:**
leicht (S1)	trockenes, mageres Aussehen der Oberfläche, Verlust von bituminösem Mörtel, einzelne Körner lassen sich von Hand ausbrechen
mittel (S2)	offene Textur, Verlust von Belagsmaterial von oben nach unten, evtl. feine Risse
schwer (S3)	zerbröckelte Oberfläche, Beginn von Schlaglochbildung

Schadensentstehung / Mechanismus:

Durch thermische oder chemische Beanspruchung versprödet das Bindemittel. Dadurch lösen sich Feinanteile aus der obersten Schicht, die besonders bei geringem oder fehlendem Verkehr leicht weggeschwemmt werden. Sobald die Versprödungstiefe genügend gross ist, lösen sich auch grössere Gesteinskörner.

Mögliche Ursachen:

1. geringer Bindemittelgehalt
2. grosse Temperaturschwankungen
3. zu hoher Hohlraumgehalt
4. zu heisses Mischgut
5. Alterung

Entwicklung des Schadens:

Versprödung der Textur an der Oberfläche - Absanden - weiteres Vordringen der Versprödung - Herauslösen der Gesteinskörner und Bildung von feinen Haarrissen - Vergrösserung der Risse und Schlaglochbildung

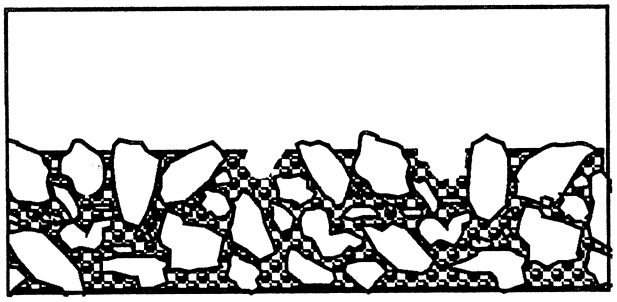
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

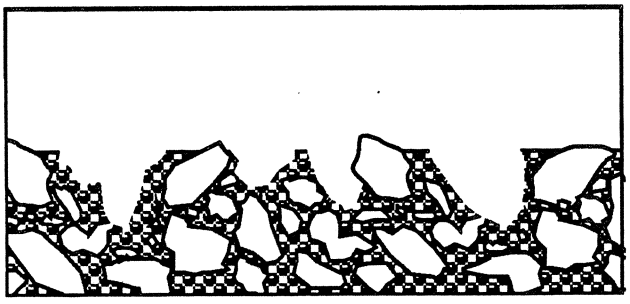
Sicherheit :	mittlere (Wasseransammlungen)
Substanz :	grosse
Fahrkomfort :	kleine

5 Kornausbrüche

Merkmalsgruppe	Oberflächenschäden
Merkmale Grobaufnahme	Materialverluste
Merkmal Detailaufnahme	Kornausbrüche

Illustration:





leicht **schwer**

Beschreibung:

Die groben Gesteinskörner an der Oberfläche sind einzeln oder in Gruppen aus dem bituminösen Mörtel herausgelöst.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Ausmagerung/Absanden** (4) liegt vor, falls sich der bituminöse Mörtel von den Gesteinskörnern ablöst.
2. **Abrieb** (3) liegt vor, falls Mörtel und Gesteinskörner durch den Verkehr abgerieben werden.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	einzelne Splittkörner sind aus der Oberfläche herausgelöst
mittel (S2)	pockenartiges Aussehen, jedoch grosse Abstände zwischen den einzelnen Löchern
schwer (S3)	zerbröckelte Oberfläche mit vielen kleinen Schlaglöchern

Schadensentstehung / Mechanismus:

mangelhafter Verbund zwischen Gesteinskörnern und Bindemittel

Mögliche Ursachen:

1. mangelhafte Bindemitteldosierung
2. verschmutzte Gesteinskörner im Belagsmischgut
3. zu frühe Wiederaufnahme des Verkehrs
4. ungeeignete Kornverteilung (z.B. zu kleiner Feinanteil)
5. schlechte Gesteinsqualität
6. Alterung

Entwicklung des Schadens:

Herauslösen einzelner Splittkörner - Herauslösen von Gruppen von Splittkörnern - Netzrisse - Schlaglöcher

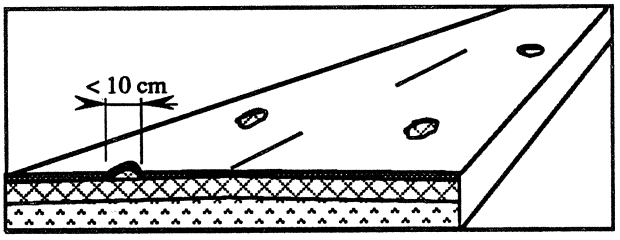
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

Sicherheit :	kleine
Substanz:	grosse (Bildung von Schlaglöchern)
Fahrkomfort :	mittlere

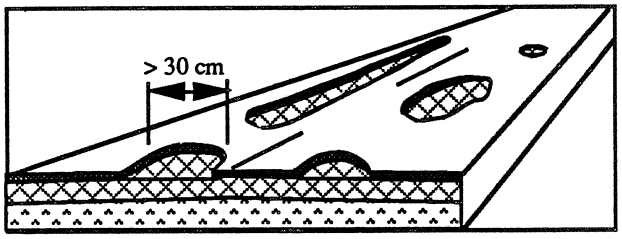
6 Ablösungen

Merkmalsgruppe	Oberflächenschäden
Merkmale Grobaufnahme	Materialverluste
Merkmal Detailaufnahme	Ablösungen

Illustration:



leicht



schwer

Beschreibung:

Die Deckschicht löst sich von der Tragschicht ab. Die Oberfläche der darunterliegenden Schicht ist klar erkennbar.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Schlaglöcher** (7) reichen bis in die Tragschicht und sind somit meist tiefer.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	einzelne Ablösungen mit ø < 10 cm
mittel (S2)	einzelne Ablösungen mit ø < 30 cm, schlechter Verbund zwischen den Schichten
schwer (S3)	zusammenhängende Ablösungen, Breite > 30 cm, kein Verbund zwischen den Schichten

Schadensentstehung / Mechanismus:

mangelhafter Verbund zwischen den Schichten - Eindringen von Wasser in die Trennschicht

Mögliche Ursachen:

1. mangelhafter Voranstrich
2. Voranstrich auf schmutziger oder nasser Oberfläche
3. Einbau bei ungünstiger Witterung
4. zu niedrige Temperaturen beim Einbau des Deckbelags
5. Alterung

Entwicklung des Schadens:

Die Ablösungen dehnen sich, einmal angefangen, rasch aus und zerstören den Belag (Verschleiss- und ev. Ausgleichsschicht) über die ganze Fahrbahn.

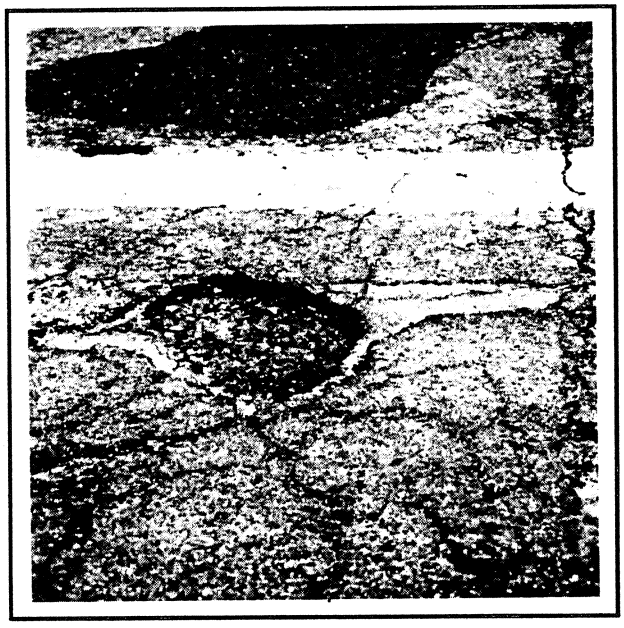
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

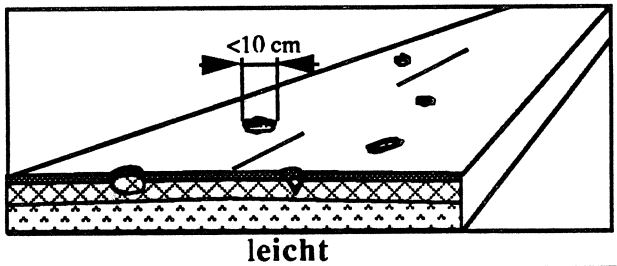
Sicherheit :	mittlere (Wasseransammlungen)
Substanz :	grosse
Fahrkomfort :	mittlere bis grosse

7 Schlaglöcher

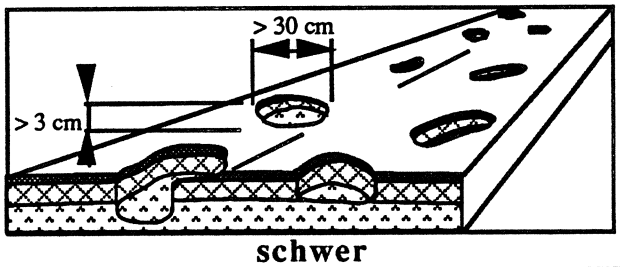
Merkmalsgruppe	Oberflächenschäden
Merkmale Grobaufnahme	Materialverluste
Merkmal Detailaufnahme	Schlaglöcher

Illustration:





leicht



schwer

Beschreibung:

Schalenförmige Löcher in der Fahrbahn, die teilweise bis in die Fundationsschicht reichen. Schlaglöcher sind meist eine Folge von Netzrissen (19), Ausmagerung (4) oder Kornausbrüchen (5).

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Ablösungen** (6) liegt vor, falls die Löcher nur gerade bis zur Tragschicht reichen und die Trennfläche klar ersichtlich ist.
2. **Kornausbrüche** (5) liegen vor, falls die Löcher etwa die Grösse des Grösstkornes aufweisen.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	beginnende Bildung einzelner, wenig tiefer Löcher mit ø < 10 cm
mittel (S2)	einzelne Löcher mit ø < 30 cm
schwer (S3)	z.T. zusammenhängende Löcher mit ø > 30 cm und Tiefe > 4 cm

Schadensentstehung / Mechanismus:

Schlaglöcher entstehen meist infolge von Schäden mit Rissbildung (Bsp. 15 bis 21). Sobald Risse vorhanden sind, wird duch den Verkehr Wasser in den Belag gepresst. Dadurch entsteht in der Trennschicht ein Wasserdruck, der zu Belagshebungen und zu Ausbrüchen führt.

Mögliche Ursachen:

1. ungenügende Tragfähigkeit der Fundationsschicht
2. zu geringe Belagsdicke
3. mangelhafte Entwässerung
4. mangelhaftes Mischgut (Bindemittelmangel, Mangel an Feinanteilen, Ueberhitzung von Komponenten)
5. ungenügende Verdichtung
6. Alterung

Entwicklung des Schadens:

Schlaglöcher dehnen sich infolge der Verkehrsbelastung rasch über die ganze Fahrbahn aus.

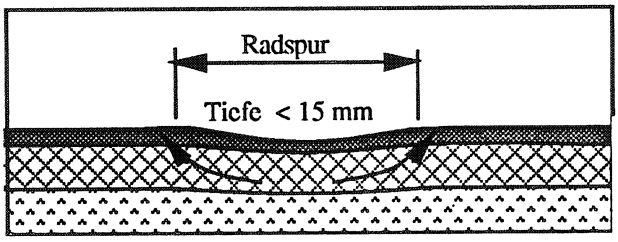
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse):

Sicherheit:	mittlere (gefährlich falls unerwartet)
Substanz:	sehr grosse (Zerstörung des ganzen Oberbaus)
Fahrkomfort :	sehr grosse

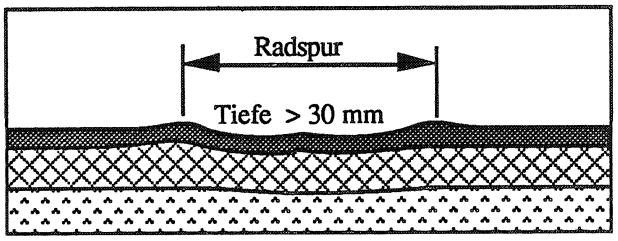
8 Spurrinnen

Merkmalsgruppe	Verformungen
Merkmale Grobaufnahme	Belagsverformungen
Merkmal Detailaufnahme	Spurrinnen

Illustration:



leicht



schwer

Beschreibung:

Rinnenförmige Verformungen des Oberbaus entlang der Radspuren. Die Rinne ist meist von leichten Erhebungen (Wülsten) flankiert. Die Verformungstiefe reicht meist nur bis zur Fundationsschicht, in seltenen Fällen auch tiefer.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Abrieb** (3) liegt vor, falls die Spurrinne nicht durch Materialverformung, sondern durch mechanischen Abrieb des Materials durch den Verkehr entsteht.
2. **Schubverformungen** (11) liegen vor, falls Verformungen nur in horizontaler Richtung bestehen.
3. **Setzungen** (12) sind meist kreisförmig im Grundrisse und weisen eine Verformungstiefe bis in den Untergrund auf.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	erkennbar, Tiefe T unter Latte < 15 mm
mittel (S2)	deutlich erkennbar, evtl. leichte Längsrisse, T < 30 mm
schwer (S3)	ausgeprägt, evtl. mehrfache Längs- bis Netzrisse, T ≥ 30 mm, Abdrücke von Doppelrädern oft sichtbar

Schadensentstehung / Mechanismus:

Verformung der Belagsschichten besonders des Deckbelags. Selten der Fundation.

Mögliche Ursachen:

1. Bindemittel mit zu tiuefem Erweichungspunkt
2. Hohlraumgehalt zu klein
3. ungeeignete Kornverteilung
4. Oberbau unterdimensioniert.

Entwicklung des Schadens:

Erste Spurenbildung - Kanalisation des Verkehrs - Beschleunigung der Spurenbildung - Risse an den Spurrändern - Schlaglöcher

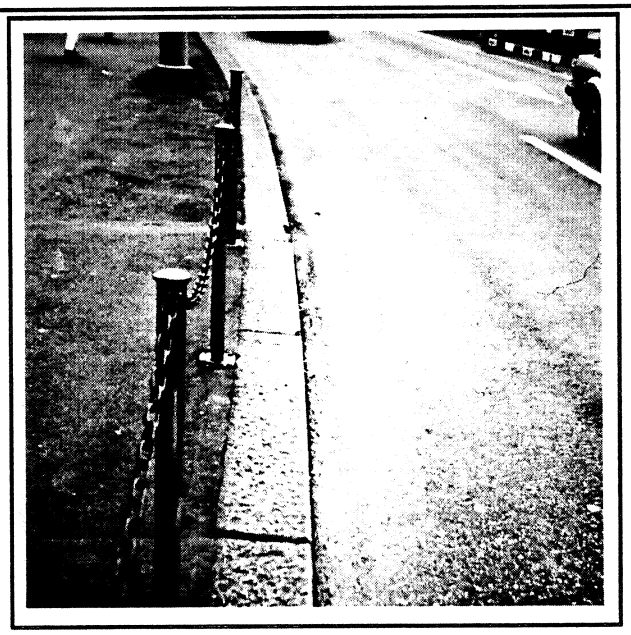
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

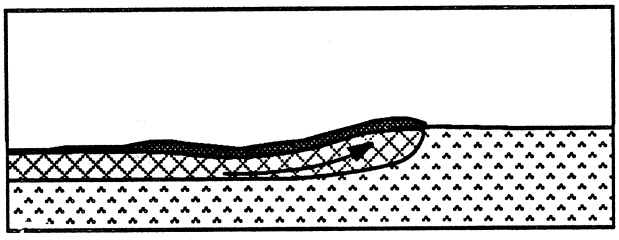
Sicherheit :	sehr grosse (Wasseransammlungen)
Substanz :	mittlere (Rissbildung an Rinnenrändern)
Fahrkomfort :	mittlere (Kanalisierung)

9 Aufwölbungen

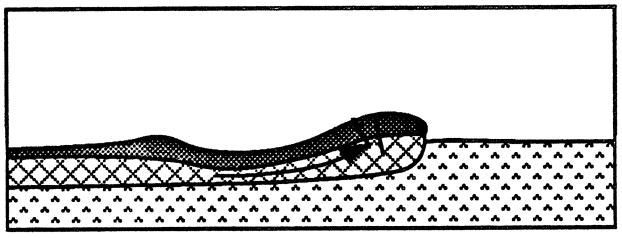
Merkmalsgruppe	Verformungen
Merkmale Grobaufnahme	Belagsverformungen
Merkmal Detailaufnahme	Aufwölbungen

Illustration:





leicht



schwer

Beschreibung:

Wulstartige Erhöhungen entlang dem Fahrspurrand. Erscheint meist zusammen mit Spurrinnen nahe dem Fahrbahnrand. Oft gleichzeitig auch Belagrandrisse (20) vorhanden.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Spurrinnen** (8) sind rinnenförmige Verformungen entlang der Radspuren.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	wahrnehmbare Hebung des Belagrandes am Abschluss
mittel (S2)	deutliche Hebung des Belagrandes am Abschluss, Etnwässerung stellenweise behindert
schwer (S3)	am Abschluss aufgequetschter Belagrand, Querentwässerung gestört, Längsentwässerung behindert

Schadensentstehung / Mechanismus:

Bei der Bildung von Spurrinnen entstehen am Rande der Rinne durch Verformungen in Querrichtung Wülste. Besonders ausgeprägt bilden sich Wülste entlang Spurrinnen, die sich sehr nahe am Belagsrand befinden, da dort der Querverformungswiderstand kleiner ist als etwa in Fahrbahnmitte.

Mögliche Ursachen :

1. zu schmale Fahrbahn
2. ungenügende Verdichtung
3. zu kleiner Hohlraumgehalt
4. zu hoher Bitumengehalt

Entwicklung des Schadens:

Spurrinnen nahe am Fahrbahnrand mit seitlichen Wülsten - Kanalisierung des Verkehrs - Vergrösserung der Wülste und Bildung von feinen Rissen - Ausfransen des Fahrbahnrandes

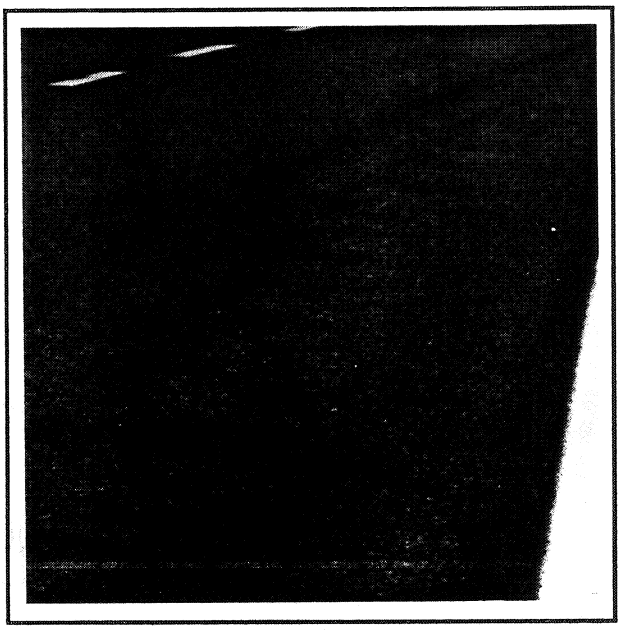
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

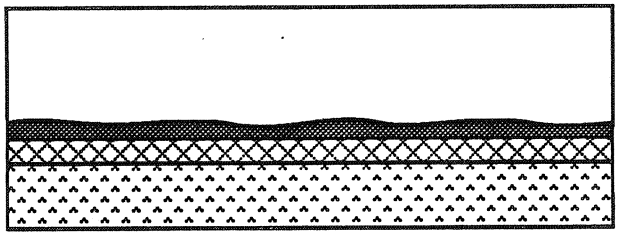
Sicherheit :	grosse (Wasseransammlungen)
Substanz :	mittlere (Rissbildung)
Fahrkomfort :	kleinere (Kanalisierung des Verkehrs)

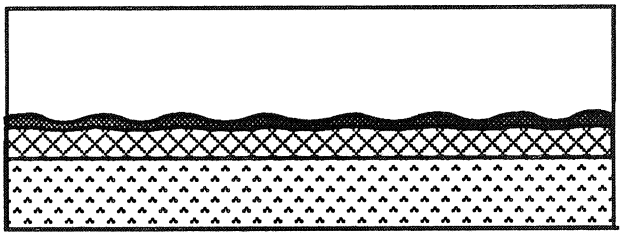
10 Wellblechverformungen

Merkmalsgruppe	Verformungen
Merkmale Grobaufnahme	Belagverformungen
Merkmal Detailaufnahme	Wellblechverformungen

Illustration:







leicht **schwer**

Beschreibung:

Kleine Wellen quer zur Fahrrichtung, die sich hauptsächlich vor Stopsignalen und in steilen Abschnitten befinden. Die Wellenabstände sind relativ klein (10 bis 15 cm), so dass ein Fahrzeug beim Befahren von Wellblechverformungen vibriert. Von der Verformung betroffen sind meist nur die obersten Belagsschichten.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Schubverformungen** (11) unterscheiden sich dadurch, dass sie beim Befahren kaum bemerkbar werden, da die Verformungen nur horizontal und nicht vertikal sind.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	leichte Wellen quer zur Strassenachse, beim Befahren knapp spürbar
mittel (S2)	Wellen quer zur Strassenachse, deutlich sichtbar und beim Befahren störend
schwer (S3)	starke Wellen quer zur Strassenachse, erzeugen Schwingungen, welche das Fahrzeug durchrütteln

Schadensentstehung / Mechanismus:

Verformungen einer oder mehrerer Schichten des Belages durch horizontale Kräfte (Brems- und Beschleunigungskräfte) infolge des Verkehrs. Im voraus bestehende kleine Mulden und Erhöhungen führen bei dieser Beanspruchung zur Bildung von Wellen mit immer grösserer Amplitude und Frequenz.

Mögliche Ursachen:

1. zu hoher Bindemittelgehalt
2. Bitumen mit zu niedrigem Erweichungspunkt
3. zu kleiner Hohlraumgehalt
4. ungeeignete Kornverteilung
5. ungenügende Verdichtung
6. schlechter Verbund zwischen den Belagsschichten

Entwicklung des Schadens:

Kleine Mulden und Erhöhungen zu Beginn haben unter Verkehrsbeanspruchung immer grössere Wellen mit immer kleineren Abständen zur Folge. Die beim Befahren entstehenden Schläge fördern die Rissbildung, was schliesslich zu Schlaglöchern führen kann.

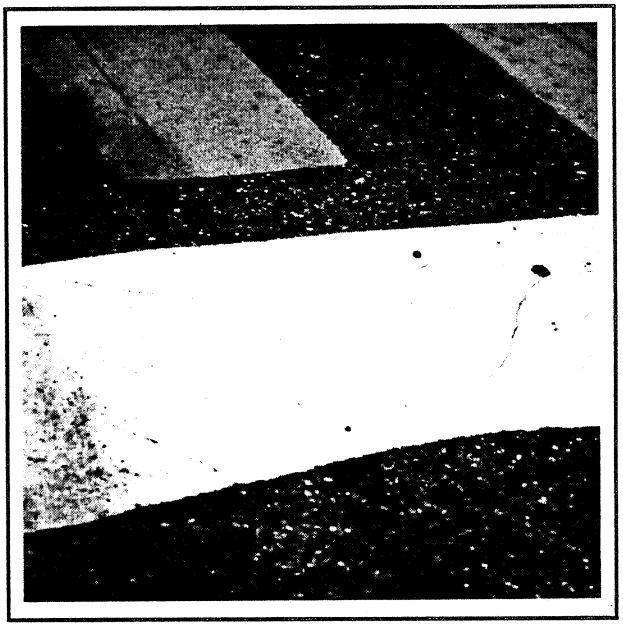
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

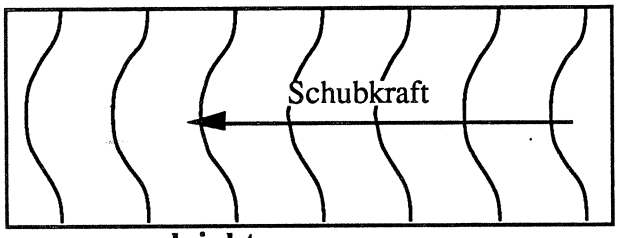
Sicherheit :	kleine (Querentwässerung meist möglich)
Substanz :	mittlere (Rissbildung im Spätstadium)
Fahrkomfort :	sehr grosse (unangenehme Vibrationen)

11 Schubverformungen

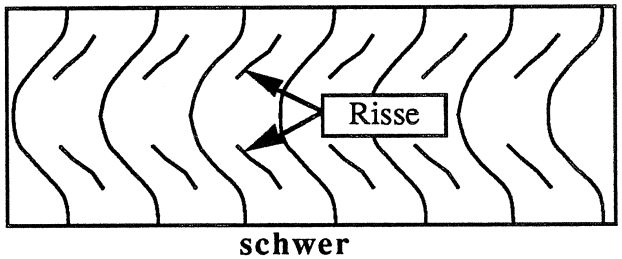
Merkmalsgruppe	Verformungen
Merkmale Grobaufnahme	Belagsverformungen
Merkmal Detailaufnahme	Schubverformungen

Illustration:





leicht



schwer

Beschreibung:

Horizontale Verformungen der Belagsoberfläche im Bereich der Radspur vor Stoppsignalen und in steilen Abschnitten. Schubverformungen weisen oft Risse, schräg zur Fahrrichtung auf.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Wellblechverformungen** (10) unterscheiden sich dadurch, dass die Verformungen vorwiegend vertikale Komponenten aufweisen und deshalb beim Befahren leicht bemerkt werden.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	deutliche horizontale Verschiebungen infolge von Horizontalkräften; noch keine Zugrisse und eben
mittel (S2)	horizontale Verschiebungen, leichte, vertikale Wellen und evtl. feine Zugrisse
schwer (S3)	grosse horizontale Verschiebungen, evtl. mit vertikalen Wellen und Zugrissen

Schadensentstehung / Mechanismus:

Verformung der obersten Belagsschichten durch horizontale Kräfte. Rissbildung infolge Zugbeanspruchung schräg (45°) zur Schubrichtung.

Mögliche Ursachen:

1. zu hoher Bitumengehalt
2. Bitumen mit zu niedrigem Erweichungspunkt
3. zu niedriger Hohlraumgehalt
4. ungeeignete Kornverteilung
5. ungenügende Verdichtung
6. schlechter Verbund zwischen den Belagsschichten

Entwicklung des Schadens:

Fortschreitende Schubverformungen unter Verkehrsbelastung. Beschleunigung der Schadensentwicklung, sobald Risse vorhanden sind, die Schlaglöcher zur Folge haben können.

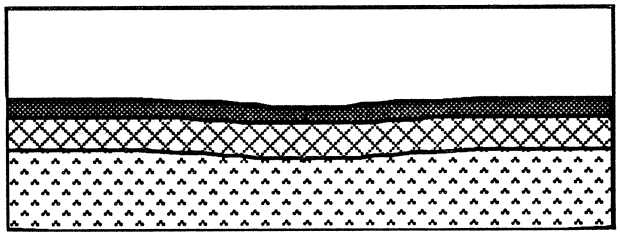
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

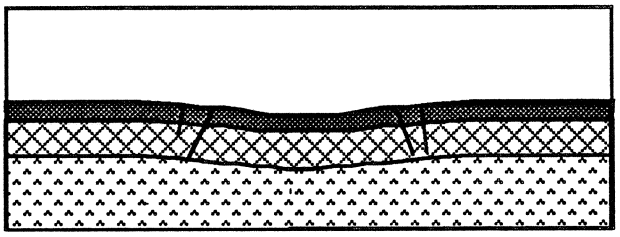
Sicherheit :	keine
Substanz :	kleine (Rissbildung)
Fahrkomfort :	kleine (evtl. Verformung in vertikaler Richtung)

12 Setzungen

Merkmalsgruppe	Verformungen
Merkmale Grobaufnahme	Setzungen
Merkmal Detailaufnahme	Setzungen

Illustration:





leicht **schwer**

Beschreibung:

Lokale Setzungen oder Erhebungen meist mit rundem oder elliptischem Grundriss (Durchmesser 0,5 bis 20 m). Risse im Bereich der grössten Krümmung möglich.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Spurrinnen** (8) sind langgezogen und erscheinen nur entlang der Radspuren.
2. **Frosthebungen** (14) sind meist symmetrisch bezüglich der Fahrbahnmitte und grossflächiger.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	sichtbar, erzeugt sanfte Schwingungen im Fahrzeug, keine Beeinträchtigung der Entwässerung
mittel (S2)	deutlich sichtbar, Fahrzeug gut kontrollierbar, evtl. leichte Beeinträchtigung der Entwässerung
schwer (S3)	Fahrzeugführung erfordert erhöhte Aufmerksamkeit, evtl. Beeinträchtigung der Entwässerung

Schadensentstehung / Mechanismus:

- Konsolidationssetzungen des Untergrundes
- Verlust der Tragfähigkeit während Auftauperiode nach Frost führt bei Verkehrsbelastung zu Setzungen
- Risse durch Zugspannungen an Muldenrändern

Mögliche Ursachen:

1. Oberbau nicht auf Frost dimensioniert
2. ungenügende Konsolidation des Untergrundes
3. Erosion des Untergrundes durch Wasser

Entwicklung des Schadens:

Rissbildungen infolge grosser Setzungen können zu Schlaglöchern führen.

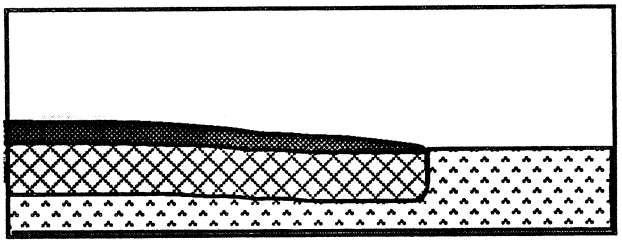
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

Sicherheit :	grosse (Wasseransammlungen)
Substanz :	mittlere (Rissbildung)
Fahrkomfort :	mittlere

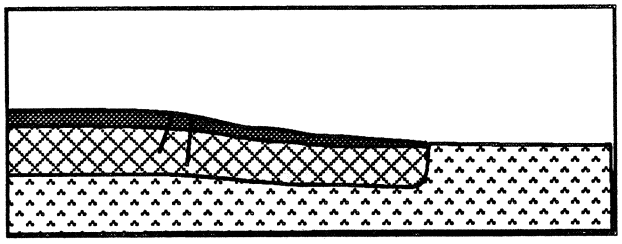
13 Abgedrückte Ränder

Merkmalsgruppe	Verformungen
Merkmale Grobaufnahme	Setzungen
Merkmal Detailaufnahme	Abgedrückte Ränder

Illustration:



leicht



schwer

Beschreibung:

Der Fahrspurrand ist durch die Verkehrsbelastung abgedrückt. Oft sind gleichzeitig auch Belagrandrisse (20) vorhanden.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Spurrinnen** (8): abgedrückte Ränder sind meist Spurrinnen, die sich am Fahrbahnrand befinden.

Schadensschwere:	
Klasse:	**Beschreibung:**
leicht (S1)	wahrnehmbare Senkung des Belagrandes, noch keine Risse
mittel (S2)	deutliche Absenkung des Belagrandes und evtl. leichte Risse
schwer (S3)	abgedrückter Belagrand mit deutlichen Rissen

Schadensentstehung / Mechanismus:

Die durch vertikale Verkehrslasten verursachte Spannungen in Querrichtung können am Belagrand schlechter als in Belagmitte aufgenommen werden. Somit wird der Belagrand bei gleicher Verkehrsbeanspruchung wesentlich stärker abgedrückt als die restliche Fahrbahn.

Mögliche Ursachen:

1. zu schmale Fahrbahn
2. unterdimensionierte Fahrbahnränder
3. ungenügende Verdichtung
4. zu kleiner oder zu hoher Hohlraumgehalt
5. zu hoher Bitumengehalt

Entwicklung des Schadens:

Spurrinnen auf dem Fahrbahnrand - Rissbildung - Ausbrechen des Fahrbahnrandes

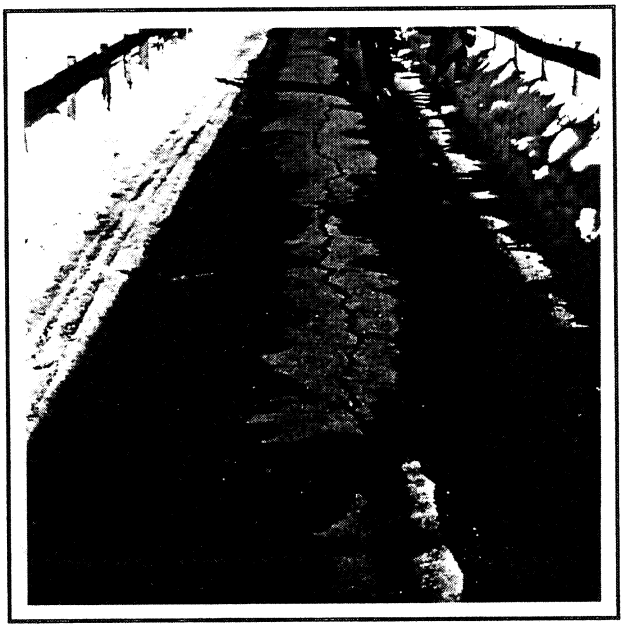
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

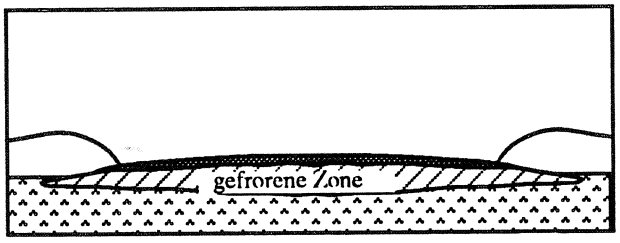
Sicherheit :	kleine (evtl. Wasseransammlungen)
Substanz :	mittlere (Rissbildung)
Fahrkomfort :	kleine

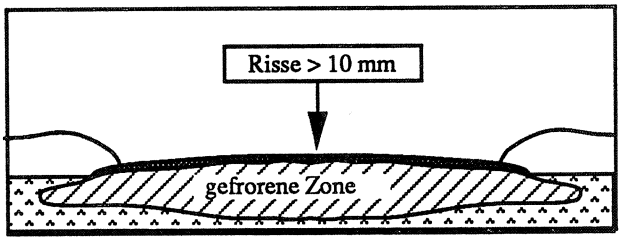
14 Frosthebungen

Merkmalsgruppe	Verformungen
Merkmale Grobaufnahme	Hebungen
Merkmal Detailaufnahme	Frosthebungen

Illustration:







leicht **schwer**

Beschreibung:

Anhebung der Fahrbahn infolge gefrieren des Untergrundes. Da die Eindringtiefe des Frostes in Fahrbahnmitte grösser ist als am Rand, kommt es dort meist zu grösseren Hebungen. Risse entstehen bei Zwängungen.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Setzungen** (12) sind meist kleinflächiger und nicht symmetrisch bezüglich der Fahrbahnmitte.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	leichte Hebung in Fahrbahnmitte ohne Längsriss
mittel (S2)	deutliche Hebung in Fahrbahnmitte, stellenweise Längsrisse < 10 mm
schwer (S3)	grosse Hebungen in Fahrbahnmitte mit fast durchgehenden, mehrfachen Längsrissen > 10 mm

Schadensentstehung / Mechanismus:

Je nach Klimazone, Bodenbeschaffenheit und Isolationswirkung des Belages dringt die 0°-Isotherme unterschiedlich tief in den Boden ein. Sofern Wasser vorhanden ist, bilden sich Eislinsen unter dem Belag. Im feinkörnigen, bindigen Untergrund hat das Eis keinen Raum um sich auszudehnen, durch Wassernachschub wachsen die Eislinsen und heben deshalb die Fahrbahn an. Dies führt zu Zwängungen und damit zu Rissen.

Mögliche Ursachen:

1. Oberbau nicht auf Frost dimensioniert

Entwicklung des Schadens:

Risse, sowie geringere Tragfähigkeit in Tauperioden führen zu Schlaglochbildungen und somit zur Fahrbahnzerstörung.

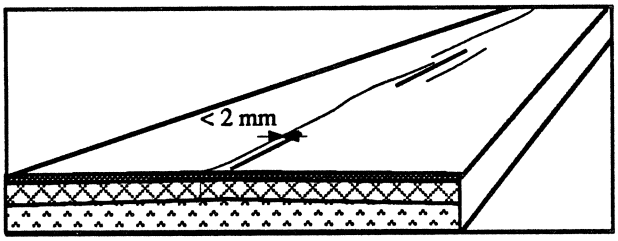
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

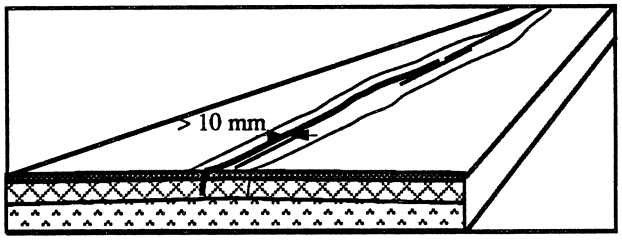
Sicherheit :	klein bis mittlere (Wasseransammlungen)
Substanz :	grosse (Risse und Verlust Tragfähigkeit)
Fahrkomfort :	mittlere bis grosse (Winter)

15 Längsrisse

Merkmalsgruppe	Risse
Merkmale Grobaufnahme	Längsrisse
Merkmal Detailaufnahme	Längsrisse

Illustration:





leicht **schwer**

Beschreibung:

Langgezogene Risse parallel zur Strassenachse, meist in Strassenmitte oder im Uebergang zwischen zwei Fahrspuren.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **offene Nähte** (16) sind geradlinig während Längsrisse die risstypischen Zacken aufweisen.
2. **wilde Risse** (18) mäandrieren über die ganze Fahrbahn.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	einfacher Riss, Rissbreite < 2 mm
mittel (S2)	einfacher Riss, evtl. mit kleinen, parallelen Rissen, Hauptriss < 10 mm
schwer (S3)	Hauptriss beginnt abzubröckeln, mehrfache parallele Längsrisse, Hauptrissbreite > 10 mm

Schadensentstehung / Mechanismus:

Frosthebungen, temperaturbedingte differentielle Dehnung oder unterschiedliche Setzungen der Fahrspuren erzeugen Zwängungen in der Strassenmitte, die zu Rissen führen.

Mögliche Ursachen:

1. Oberbau unterdimensioniert
2. variierende Tragfähigkeitsverhältnisse auf der Planie
3. spröder Belag (wenig Bindemittel, sprödes Bindemittel, hoher Hohlraumgehalt)

Entwicklung des Schadens:

Bildung des Hauptrisses - parallele Sekundärrisse - Netzrisse - Schlaglochbildung unter Einwirkung von Wasser, Frost und Tausalz.

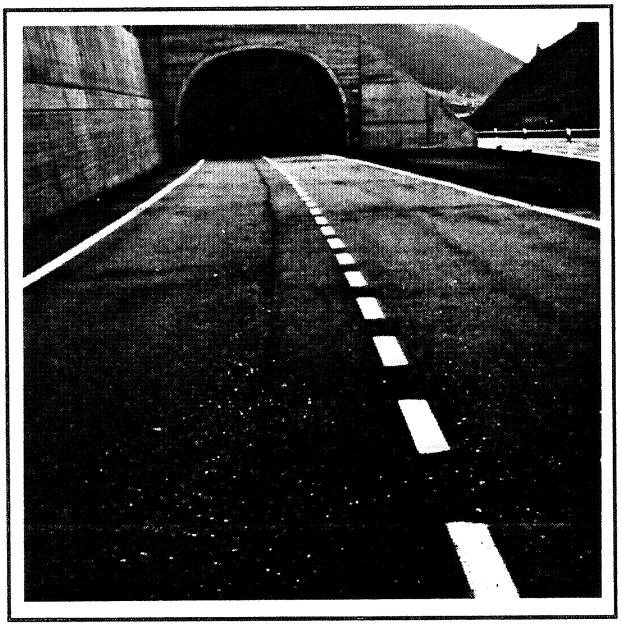
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

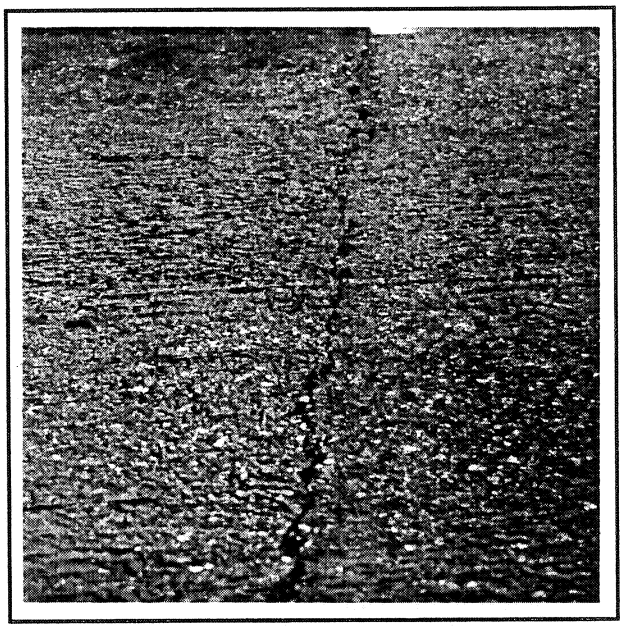
Sicherheit :	keine
Substanz :	grosse
Fahrkomfort :	kleine

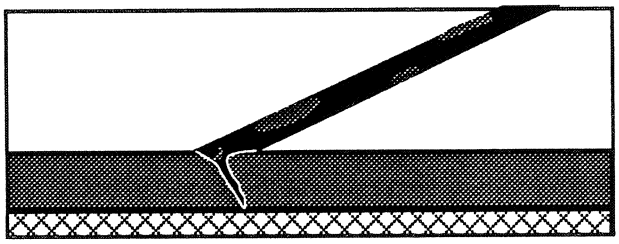
16 Offene Nähte

Merkmalsgruppe	Risse
Merkmale Grobaufnahme	Längsrisse
Merkmal Detailaufnahme	offene Nähte

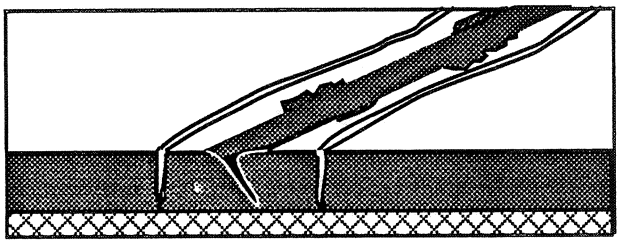
Illustration:







leicht



schwer

Beschreibung:

Beim Einbau hergestellte Längs- und Quernähte sind stark ausgemagert oder reissen auf. Offene Nähte sind oft von parallelen Sekundärrissen flankiert.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Längsrisse** (15) und **Querrisse** (17) weisen, im Vergleich zu offenen Nähten, die risstypischen Zacken auf und sind selten gradlinig.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	deutlich ausgemagerte Naht, noch kein eigentlicher Riss
mittel (S2)	stellenweise offene Naht, beginnende Bildung von Sekundärrissen und Abbröckeln der Ränder
schwer (S3)	offene Naht, sich fortpflanzende Sekundärrisse, Rissränder sind aufgewölbt und bröckeln ab

Schadensentstehung / Mechanismus:

Fehler bei der Bauausführung haben einen schlechten Verbund in den Arbeitsfugen zur Folge. Es entstehen feine Risse, die dann durch die Einwirkung von Wasser und Tausalz ausgeweitet werden.

Mögliche Ursachen:

1. Fehler bei der Bauausführung (Entmischung des Belages am Rande, unzweckmässiges Verdichten, schlechter Schichtverbund zwischen Belag und HMT)
2. mangelhafte Vorbehandlung (Anstrich) der Arbeitsfugen
3. zu spröder Belag

Entwicklung des Schadens:

poröse Stellen entlang der Arbeitsfuge - feine Risse - Vergrösserung unter Wassereinwirkung - Sekundärrisse flankierend - Netzrisse - Schlaglöcher

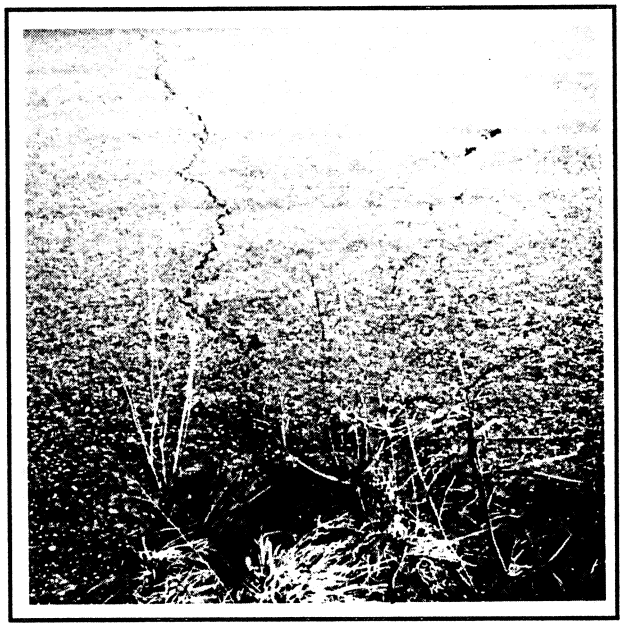
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

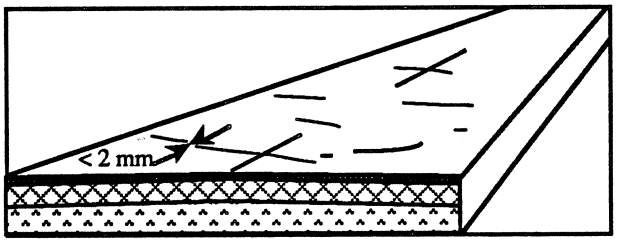
Sicherheit : keine
Substanz : grosse
Fahrkomfort : kleine

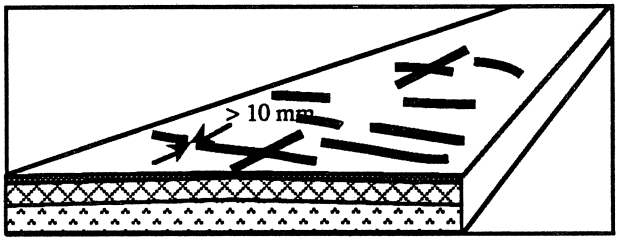
17 Querrisse

Merkmalsgruppe	Risse
Merkmale Grobaufnahme	Querrisse
Merkmal Detailaufnahme	Querrisse

Illustration:







leicht **schwer**

Beschreibung:

Senkrecht zur Strassenachse verlaufende Risse. Im allgemeinen treten Querrisse, die die ganze Fahrbahnbreite erfassen, in regelmässigen Abständen auf (vorallem bei zementstabilisierten Fundationsschichten), während kürzere Querrisse vereinzelt und unregelmässig auftreten.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **wilde Risse** (18) verlaufen in Längs- und Querrichtung

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	kürzere oder durchgehende, einfache Querrisse, Breite < 2 mm
mittel (S2)	durchgehender, einfacher Querriss, evtl. mit kleinen Sekundärrissen, Hauptrissbreite < 10 mm
schwer (S3)	Hauptriss beginnt abzubröckeln, mehrfache Sekundärrisse evtl. vernetzt, Rissbreiten > 10 mm

Schadensentstehung / Mechanismus:

Frosthebungen, varierende Belagsmaterialien oder Fundationsverhältnisse, sowie differentielle, temperaturbedingte Dehnungen haben Zwängungen zur Folge. Je nach Duktilität des Bindemittels entstehen dann Risse.

Mögliche Ursachen:

1. Oberbau nicht auf Frost dimensioniert
2. variierende Tragfähigkeit auf der Planie
3..variierendes Belagsmaterial
4. spröder Belag
5. überdeckte Betonfahrbahn
6. Schwindrisse in der Tragschicht

Entwicklung des Schadens:

Bildung der Hauptrisse - parallele Sekundärrisse - Netzrisse - Schlaglochbildung unter Einwirkung von Wasser, Frost und Tausalz

Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

Sicherheit : kleine
Substanz : grosse
Fahrkomfort : mittlere

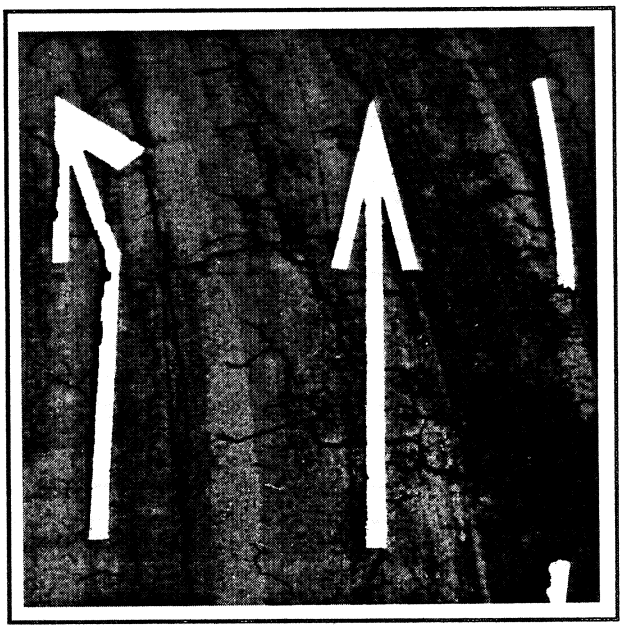
Speziell:

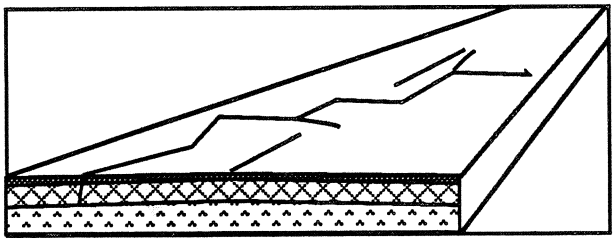
Der Indikator "Schadenausmass" wird bei den Querrissen nicht nach dem "betroffenen Anteil" bestimmt, sondern nach der Anzahl Querrisse pro 100 m (vgl. Kap. 2.3)

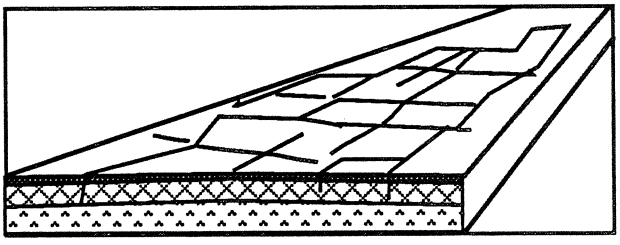
18 Wilde Risse

Merkmalsgruppe	Risse
Merkmale Grobaufnahme	Wilde Risse
Merkmal Detailaufnahme	Wilde Risse

Illustration:







leicht **schwer**

Beschreibung:

Scheinbar zufällig quer und längs zur Strassenachse verlaufende Risse. Richtungsänderungen sind oft rechtwinklig.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Längsrisse/Querrisse** (15/17) sind längs oder quer zur Fahrbahn angeordnet.
2. **Netzrisse** (19) weisen wesentlich kleinere Maschengrössen auf.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	einzelne, kleine, zufällig verteilte Risse im Belag, ohne Verformungen, Rissbreiten < 2 mm
mittel (S2)	mehrere, zum Teil miteinander ungeordnet verbundene Risse, Rissbreiten < 10 mm
schwer (S3)	Belag in unregelmässige Schollen aufgespalten, Rissbreiten > 10 mm

Schadensentstehung / Mechanismus:

Lokale Frosthebungen, variierende Fundationsverhältnisse, sowie differentielle, temperaturbedingte Dehnungen haben Zwängungen zur Folge. Je nach Duktilität des Bindemittels entstehen Risse.

Mögliche Ursachen:

1. Oberbau nicht auf Frost dimensioniert
2. variierende Tragfähigkeit auf der Planie
3. spröder Belag (wenig Bindemittel, sprödes Bindemittel, hoher Hohlraumgehalt)

Entwicklung des Schadens:

Einzelrisse zu Beginn werden immer zahlreicher und bilden schliesslich grobmaschige Netzrisse - Schlaglochbildung.

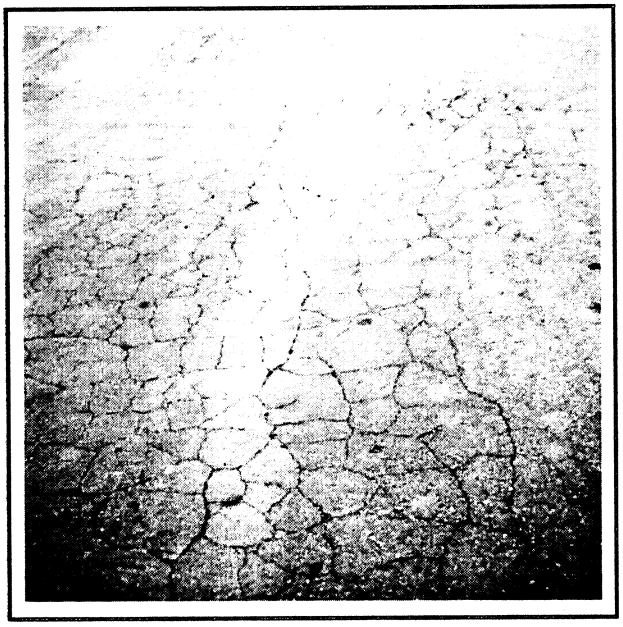
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

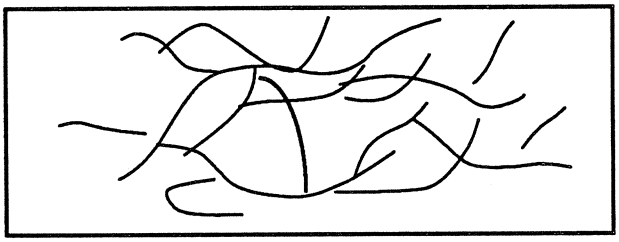
Sicherheit :	keine
Substanz :	grosse
Fahrkomfort :	kleine

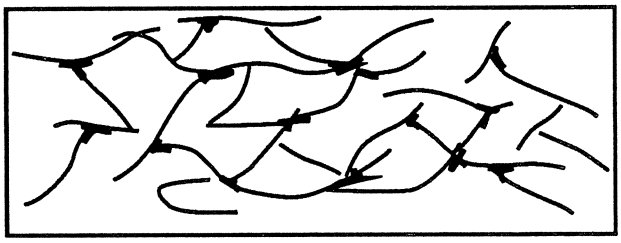
19 Netzrisse

Merkmalsgruppe	Risse
Merkmale Grobaufnahme	Netzrisse
Merkmal Detailaufnahme	Netzrisse

Illustration:







leicht **schwer**

Beschreibung:

Risse, die den Belag in mosaikartig zusammengereihte Blöcke zerteilen. Netzmaschen > 30 cm reichen meist bis in die Fundationsschicht und kommen eher bei relativ dicken Belägen vor. Feinmaschige Netzrisse entstehen eher bei dünnen Belägen. Netzrisse befinden sich meistens in Setzungsmulden.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Wilde Risse** (18) sind Einzelrisse, die aber in fortgeschrittenem Stadium sehr weitmaschigen Netzrissen gleichen.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	schmale Netzrisse gerade gebildet, Muldentiefe < 15 mm
mittel (S2)	ausgebildete Netzrisse, Polygonecken beginnen abzubrechen, Muldentiefe < 25 mm
schwer (S3)	Polygonblöcke z.T. lose und zerbrochen, Belagsrand evtl. aufgedrückt, Muldentiefe > 25 mm

Schadensentstehung / Mechanismus:

Verformungen z.Bsp. durch Setzungen erzeugen Biegespannungen im Belag in verschiedenen Richtungen, was vor allem bei spröden Materialien zu Netzrissen führt. Bei grossräumigen Setzungen sind die Biegedeformationen und damit die Spannungen kleiner, was zu grösseren Netzmaschen als bei kleinräumigen Setzungen führt. Durch Einwirkung von Wasser und Tausalz werden die Risse vergrössert.

Mögliche Ursachen:

1. unterdimensionierter Oberbau
2. Setzungen (vgl. Tafel 12)
3. Belag zu spröde

Entwicklung des Schadens:

feine Risse - Erweiterung durch Wasser, Frost und Tausalz - Schlaglochbildung

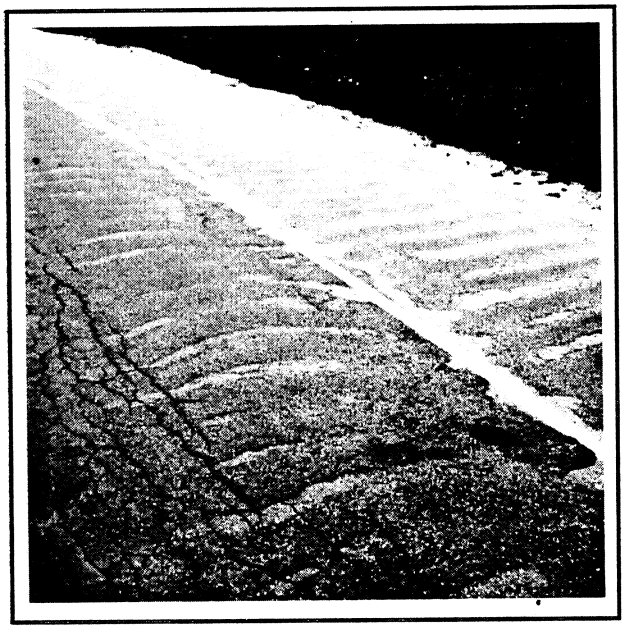
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

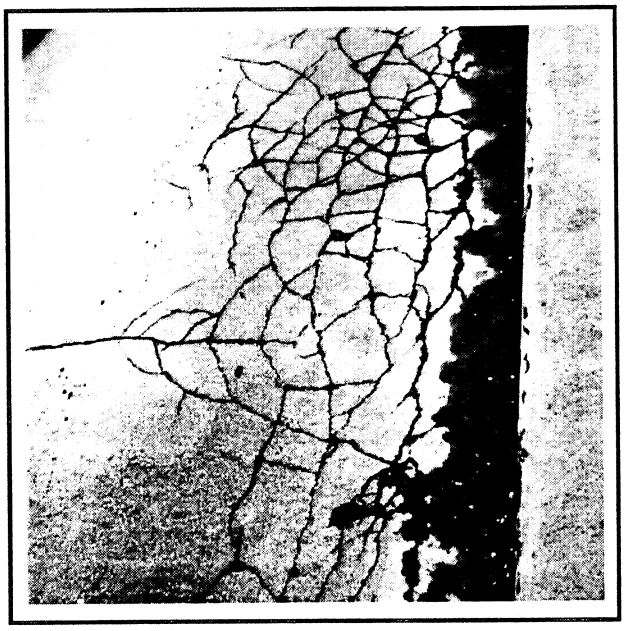
Sicherheit : grosse (meist Wasseransammlungen)
Substanz : sehr grosse (Vorstufe zur Schlaglochbildung)
Fahrkomfort : mittel

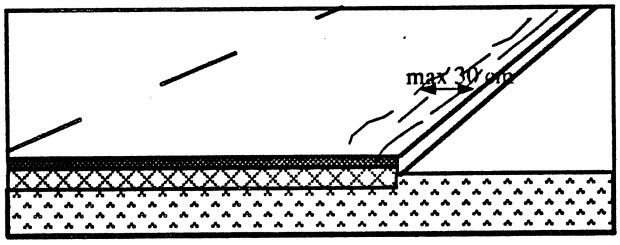
20 Belagrandrisse

Merkmalsgruppe	Risse
Merkmale Grobaufnahme	Netzrisse
Merkmal Detailaufnahme	Belagrandrisse

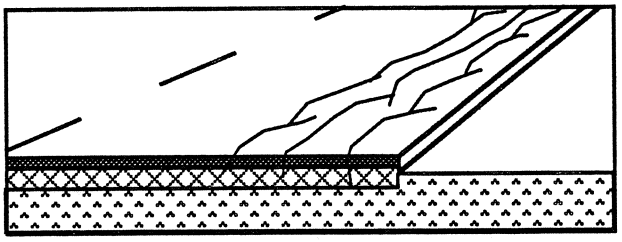
Illustration:







leicht



schwer

Beschreibung:

Längs- und Netzrisse entlang den Belagrändern, die sich immer weiter Richtung Fahrbahnmitte fortpflanzen.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Netzrisse** (19) sind meist weniger langgezogen und bilden quadratische Flächen.
2. **Aufwölbungen und Abgedrückte Ränder** (9/13) sind oft die Vorstufe zu Belagrandrissen.

Schadensschwere:	
Klasse:	**Beschreibung:**
leicht (S1)	kleinere Längs- bzw. Wellenrisse innerhalb von 30 cm des Belagrandes
mittel (S2)	sich fortpflanzende, mehrfache Risse bis zu 1 m vom Belagrand, Risse beginnen sich zu verflechten
schwer (S3)	sich fortpflanzende, mehrfache Risse über 1 m vom Belagrand, Risse vernetzt, am Rand Elephantenhaut

Schadensentstehung / Mechanismus:

Aufwölbungen und abdrücken der Belagränder (9 und 13) oder die unterschiedlichen temperaturbedingten Verformungen im inhomogenen Randbereich haben vor allem in sprödem Belagsmaterial Spannungsrisse zur Folge.

Mögliche Ursachen:

1. zu schmale Fahrbahn
2. unterdimensionierte Fahrbahnränder
3. spröder Belag

Entwicklung des Schadens:

feine Risse nahe am Belagrand - abdrücken des äussersten Belagrandes und nachreissen - Vergrösserung und Ausweitung der Risse Richtung Strassenmitte - Schlaglöcher.

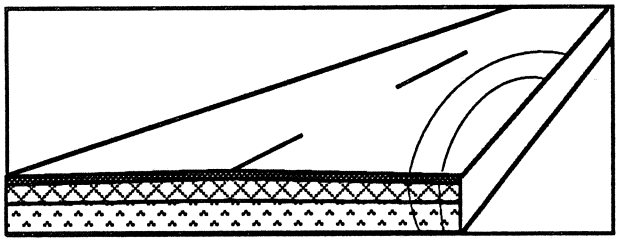
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

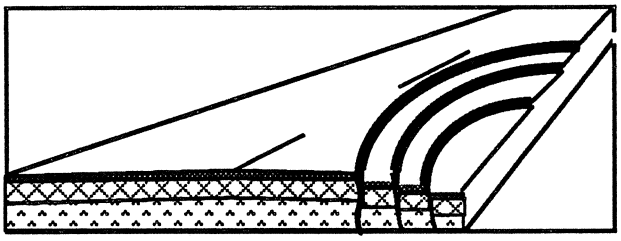
Sicherheit :	kleine (Fahrbahnverschmälerung)
Substanz :	grosse
Fahrkomfort :	mittlere (Fahrbahnverschmälerung)

21 Anrisse von Setzungen

Merkmalsgruppe	Risse
Merkmale Grobaufnahme	Netzrisse
Merkmal Detailaufnahme	Anrisse von Setzungen

Illustration:





leicht **schwer**

Beschreibung:

Risse, die eine Setzung des Strassenunterbaus oder des Untergrundes begrenzen. Der Rissvelauf ist, entsprechend der Gleitfläche, meist kreisbogenförmig. Der im Innern des Bogens liegende Teil der Belagsoberfläche ist meist etwas abgesenkt.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Wilde Risse** (18) sind nicht kreisförmig, sondern verlaufen mäanderförmig über die ganze Strassenbreite
2. **Belagrandrisse** (20) verlaufen parallel zum Belagrand und sind nicht bogenförmig

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	feiner Riss, welcher eine Setzung im Untergrund andeutet
mittel (S2)	deutlicher Riss mit Stufenbildung < 5 mm als Folge einer grossen Setzung
schwer (S3)	grosser, i.a. kreisbogenförmiger Riss mit Stufenbildung, welcher auf eine Rutschung hindeutet

Schadensentstehung / Mechanismus:

Setzungen und Rutschungen infolge instabiler Böschungen erfolgen meist auf kreisbogenförmigen Scherflächen.

Mögliche Ursachen:

1. instabile Böschungen
2. ungenügende Tragfähigkeit des Untergrundes

Entwicklung des Schadens:

Risse, die eine Rutschung andeuten - Eindringen von Wasser - Auslösen der Rutschung durch Wasserdruck.

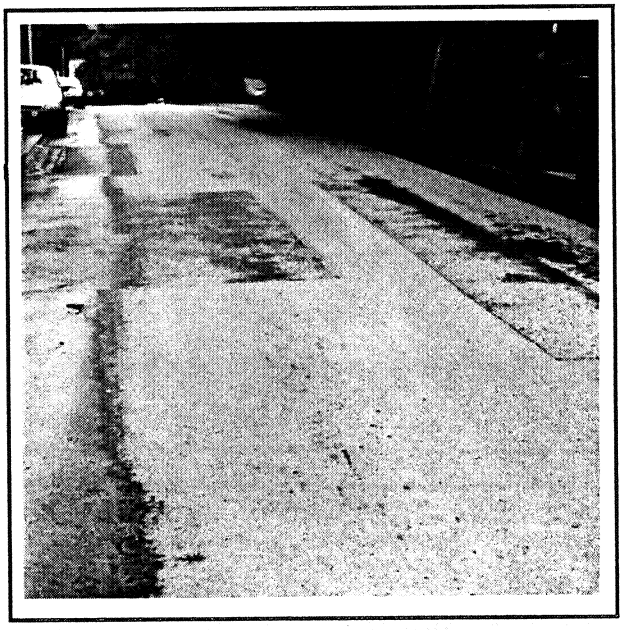
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

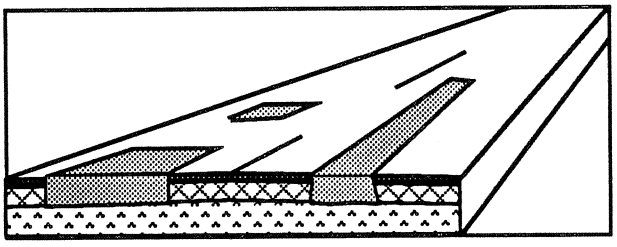
Sicherheit :	kleine
Substanz :	sehr grosse
Fahrkomfort :	kleine bis mittlere

22 Flicke

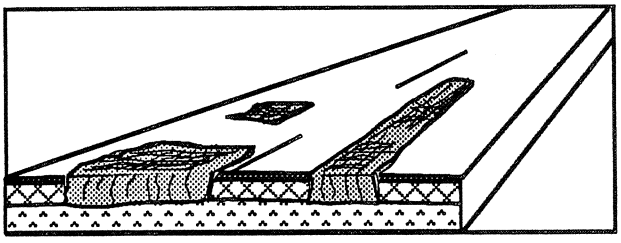
Merkmalsgruppe	Flicke
Merkmale Grobaufnahme	Flicke
Merkmal Detailaufnahme	Flicke (infolge Leitungsgräben)

Illustration:





leicht



schwer

Beschreibung:

Flicke, die nach Arbeiten an Leitungen erstellt worden sind. Sie können sich vom ursprünglichen Belag ablösen. Es bilden sich Risse im Randbereich der Flicke. Setzungen der Flickstellen ergeben eine holprige Fahrbahnoberfläche.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

-

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	intakte Flicke, evtl. leichte Unebenheit
mittel (S2)	schlechter Verbund zwischen Flick und Belag, Riss, grössere Unebenheit
schwer (S3)	schlechter Verbund zwischen Flick und Belag, Netzrisse, Setzungen, grössere Unebenheit

Schadensentstehung / Mechanismus:

Der oft schlechte Verbund zwischen Flick und Belag hat bei temperatur- oder belastungsbedingten Dehnungen Risse zur Folge. (Flicke werden entweder zur Ausbesserung von Belagsschäden oder nach Arbeiten an Werkleitungen ausgeführt)

Mögliche Ursachen :

1. schlechte Verdichtung der Flickstellen oder der darunterliegenden Schichten nach Grabarbeiten
2. ungenügender Voranstrich beim Einbau
3. mangelhaftes Mischgut
4. Alterung

Entwicklung des Schadens :

feine Risse am Flickrand - Ablösen der Flicke - Schlaglöcher

Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

Sicherheit :	mittlere (evtl. Wasseransammlungen)
Substanz :	grosse
Fahrkomfort :	grosse (Erschütterungen beim Befahren)

4. Zementbetonbeläge

4.1 Uebersicht

Jedes Zustandsmerkmal, das in der Detailerfassung aufgenommen wird, wird auf einer Doppelseite im Katalog beschrieben. Die folgende Tabelle gibt eine Uebersicht über die Klassierung und Platzierung der einzelnen Zustandsmerkmale:

Merkmalsgruppe	Merkmale Grobaufnahme	Merkmale Detailaufnahme	Tafel Nr.
Oberflächenschäden	Oberflächenglätte	Polieren	1
	Materialverlust	Abrieb	2
		Ausmagerung/ Abblätterung	3
		Abplatzungen	4
Fugen- und Kantenschäden	Fugen- und Kantenschäden	Fehlender oder spröder Fugenverguss	5
		Kantenschäden	6
Verformungen	Setzungen/Hebungen	Setzungen/Hebungen	7
		Pumpen	8
		Blow - up	9
	Schlagende Fugen	Stufenbildung	10
Risse	Risse/Brüche	Risse	11
		zerstörte Platten	12
Flicke	Flicke	Flicke	13

4.2 Schadenursache, Entwicklung und Konsequenzen

4.2.1 Allgemeines

Auf den Katalogstafeln (Abschnitt 4.3) finden sich für jedes Zustandsmerkmal eine Beschreibung desselben (linke Seite) sowie ergänzende Informationen zur Schadensbildung (rechte Seite). Der Absatz **"Schadensentstehung / Mechanismus"** beschreibt die physikalischen Vorgänge, welche die Schadenentwicklung auslösen. Im Absatz **"mögliche Ursachen"** sind die Schwachstellen aufgelistet, welche die oben genannten physikalischen Vorgänge begünstigen und damit zum Schaden führen können. Der Absatz **"Entwicklung des Schadens"** zeigt die Umwandlung der Zustandsmerkmale bis zum Endzustand. Schliesslich wird im Absatz **"Konsequenzen"** auf Folgen hingewiesen, welche die entsprechenden Schäden auf Sicherheit, Substanzerhalt der Strasse und der Fahrkomfort haben.

Die folgenden Kapiteln geben eine grobe Übersicht über die Grundlagen der erwähnten Punkte für Zementbetonbeläge. Dabei wird Wert darauf gelegt, nur die wesentlichen und allgemeingültigen Sachverhalte darzustellen, da spezifische und konkretere Informationen jeweils bei den Merkmalsbeschreibungen zu finden sind.

4.2.2 Schadenentstehung / Mechanismus

In Analogie zur Statik kann auch bei Zementbetonbelägen von einer Beanspruchung des Bauwerks ausgegangen werden, die bei ungenügendem Widerstand des Bauwerks dieses beschädigt. Der Belag wird vom Verkehr, aber auch durch Umwelteinflüsse beansprucht. Je nach Art der Beanspruchung sind andere Mechanismen massgebend und entsprechend treten andere Schäden auf. So kann z.B. bei hohen Verkehrslasten die Biegefestigkeit der Platten überschritten werden, so dass Risse und Brüche entstehen, während ein Verkehr, der hohe Frequenzen aber kleine Lasten aufweist, vor allem ein Abreiben der Fahrbahn zur Folge haben kann. In der nun folgenden Aufstellung soll dargestellt werden, welche Mechanismen bei den jeweiligen Beanspruchungen ausgelöst werden und welche Zustandsmerkmale dabei entstehen.

Beanspruchung	Mechanismus	Zustandsmerkmal
Verkehr: grosse Lasten	- hohe Biegebeanspruchung in den Platten, vor allem bei unebener Auflage	Brüche, Risse
mittlere Lasten mit hoher Frequenz	- Polieren der Mikrotextur	Polieren
hohe Frequenz ev. mit Spikes oder Ketten	- schlecht gebundene Betonbestandteile werden herausgerissen - Polieren der Mikrostruktur	Abrieb, Absplittern der Plattenränder Polieren
Umwelt: Temperatur	- Ausknicken des Belages bei Schwachstellen infolge behinderter Temperaturdehnung - Ueberschreiten der Zugfestigkeit bei behinderter Kontraktion - Alterung der Fugenvergussmasse	Blow - up Risse Abdichtungsschäden
Wasser	- Erosion der Fundationsschicht, Konsolidation - Verfrachtung von Feinanteilen	Setzungen, Pumpen Pumpen, Stufen
Frost	- Frost (in Fundationsschicht oder Ungrund) - Frostbildung im Beton (nur wenn nicht frosttaubeständig)	Hebungen Ausmagerungen, Abblätterungen, Absplittern der Plattenränder
Chemie	- Tausalz wirkt hygroskopisch und fördert somit das Eindringen von Wasser in den Beton, Tausalz auf der Oberfläche hat einen grossen Temperaturgradienten zur Folge - Korrosion der Armierungseisen mit entsprechender Volumenzunahme	Ausmagerung/Abblätterung, Ab splittern der Kantenränder Schlaglöcher (Abplatzungen)

Figur 7: Zusammenhang zwischen Beanspruchung und Zustandsmerkmal bei Zementbetonbelägen

4.2.3 Ursachen

Die Gründe, weshalb die beschriebenen Schadensmechanismen eintreten, sind sehr verschieden. Da der Strassenbelag immer nur auf eine begrenzte Zeitspanne dimensioniert wird, ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen Ursachen, die bei der Dimensionierung eingeplant werden und jenen, die nicht eingeplant werden. Die ersteren gehören zu den Dimensionierungsgrundlagen. Es ist dann vor allem die Alterung, die wesentlich wird, sobald der Belag die der Dimensionierung zugrunde gelegte Gebrauchsdauer überdauert hat. Die "nicht eingeplanten" Ursachen für den zu geringen Widerstand der Strasse resultieren aus Fehlern bei der Dimensionierung oder der Ausführung von Neubauten oder Sanierungen. Im folgenden sind die wichtigsten Ursachen aufgelistet:

1. Unterdimensionierung:
   - Platte zu dünn oder Betonfestigkeiten ungenügend
   - Frost nicht einkalkuliert
   - Planie weist unregelmässige Tragfähigkeiten auf

2. den Verhältnissen nicht angepasste Materialien:
   - ungeeignetes Zuschlagskorn
   - ungeeignete Kornverteilung
   - ungeeignete Betonzusätze

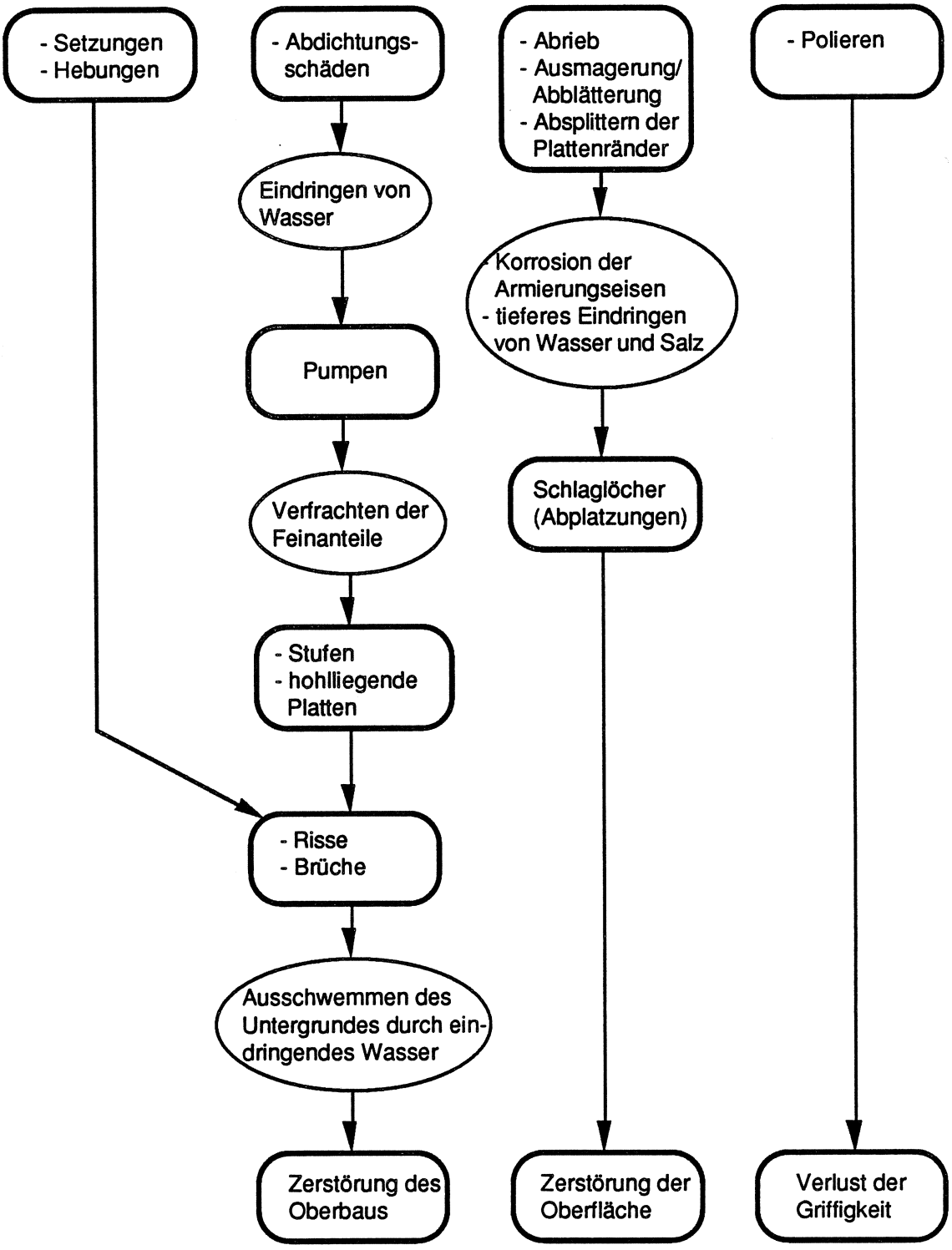
3. Ausführungsmängel:
   - Fehler bei der Betonaufbereitung
   - Einbaumängel
   - zu frühe Öffnung für den Verkehr

4. mangelhafte Entwässerung

4.2.4 Entwicklung des Schadens

Die mögliche Entwicklung eines Schadens ist eine wichtige Information, die zu seiner Gewichtung herangezogen werden muss. Im Katalog wird jeweils erwähnt, über welche Zwischenstadien bis hin zum Endstadium sich die Zustandsmerkmale entwickeln. Wird die Entwicklung der verschiedenen Zustandsmerkmale betrachtet, kann festgestellt werden, dass nicht jeder Schaden zur vollständigen Zerstörung des Belages führt und dass gewisse Zustandsmerkmale eine Folge von anderen Schäden sind. Figur 8 zeigt, zu welchem Endzustand sich die verschiedenen Merkmale entwickeln, wenn nichts dagegen unternommen wird und welche Merkmale oft eine

Ursache für andere sind. So ist z. B. das Pumpen oft eine direkte Folge von Abdichtungsschäden.



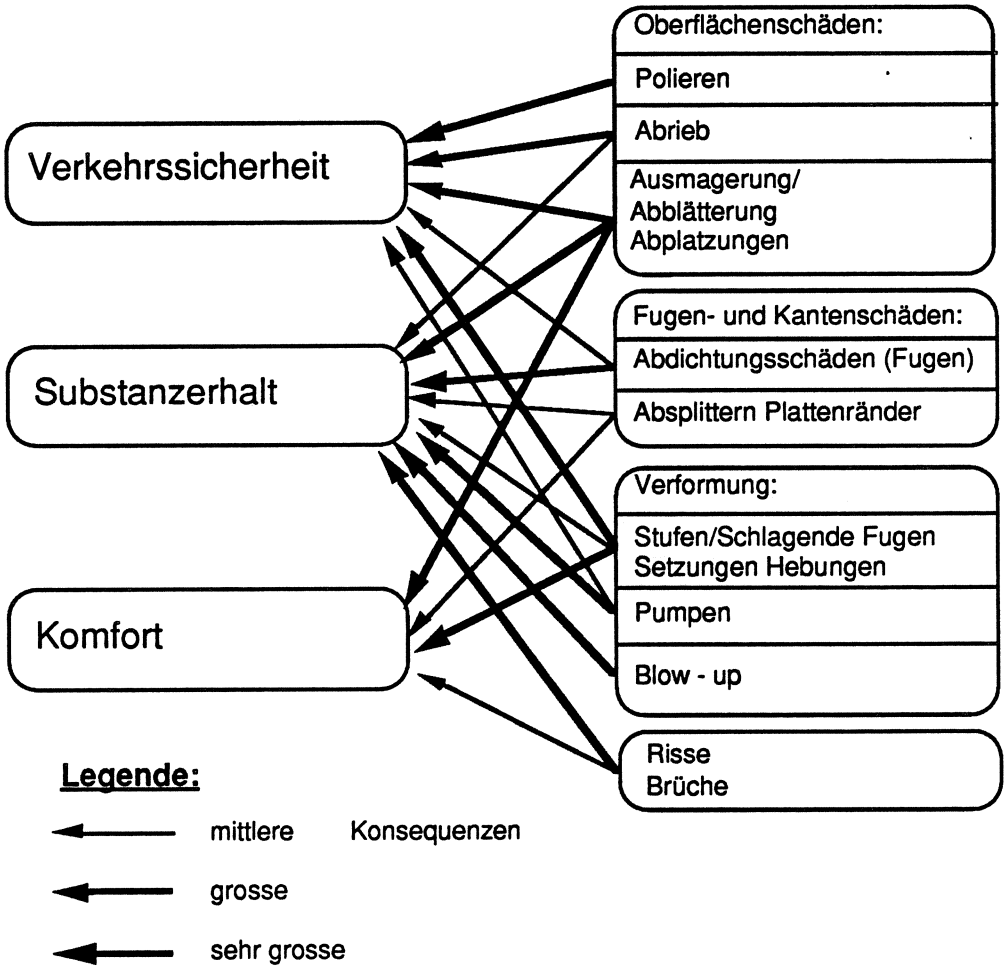
Figur 8: Übersicht über die Entwicklung der verschiedenen Zustandsmerkmale bis zum Endzustand

4.2.5 Konsequenzen der Schäden

Der Strassenoberbau muss neben der allgemeinen Bauwerkssicherheit drei wichtige Forderungen erfüllen:

- Die Verkehrssicherheit muss gewährleistet sein.
- Die Substanz der Strasse muss erhalten bleiben, so dass sie befahren werden kann.
- Das Befahren der Strasse soll möglichst komfortabel und schonend für Fahrzeug und Insassen sein.

Eine schadhafte Strasse kann diesen Anforderungen nur noch zum Teil gerecht werden. Die verschiedenen Schadensmerkmale haben unterschiedlich grosse Konsequenzen auf die oben erwähnten Anforderungskriterien. Eine grobe Gewichtung dieser Konsequenzen ist in Figur 9 für alle Zustandsmerkmale der Zementbetonbeläge dargestellt.



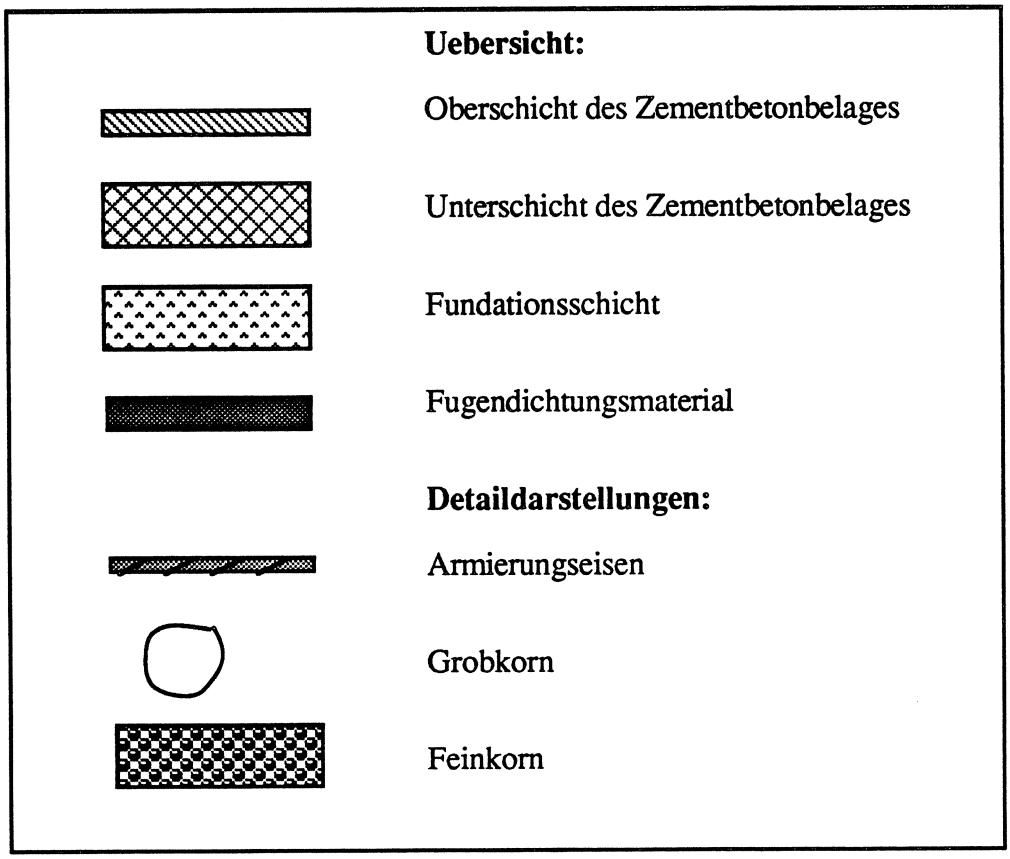
Figur 9: Konsequenzen der Zustandsmerkmale auf Verkehrssicherheit, Substanzerhalt und Komfort

Das wesentliche Ziel des Strassenunterhaltes ist die Erfüllung der drei oben genannten Forderungen. Je nach Prioritäten des Bauherrn können sie unterschiedlich gewichtet werden. Bei der Beurteilung einer Strasse wird im Prinzip abgeklärt, in welchem Masse diese Forderungen erfüllt sind. Im Beurteilungsverfahren des Normenentwurfes wird das Hauptgewicht auf die Verkehrssicherheit und den Sustanzerhalt gelegt.

4.3 Tafeln zu den Zustandsmerkmalen

Bemerkungen zu den Skizzen

Die Skizzen dienen dazu, das Prinzip des Schadens möglichst einfach darzustellen. Sie basieren auf einem zweischichtigen Zementbetonbelag mit Oberschicht und Unterschicht. Je nach Schadensmerkmal, das darzustellen ist, wird nur ein Detail des Belagsquerschnittes (Nr. 1 und 3), der ganze Querschnitt (Nr. 2, 7, 8) oder der Querschnitt mit perspektivisch dargestellter Fahrbahn (Nr. 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13) gezeigt. Um das Prinzip der Zustandsmerkmale hervorzuheben, wurden die Dimensionen der Platten nicht über alle Skizzen einheitlich dargestellt.

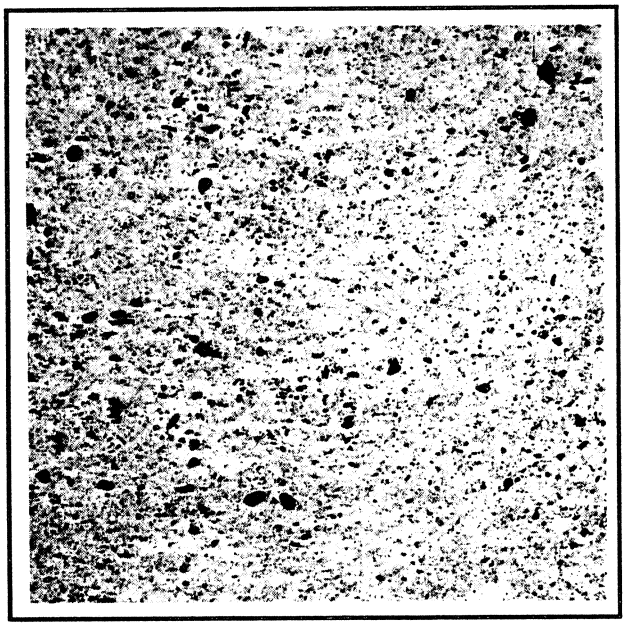


Legende der Skizzensignaturen

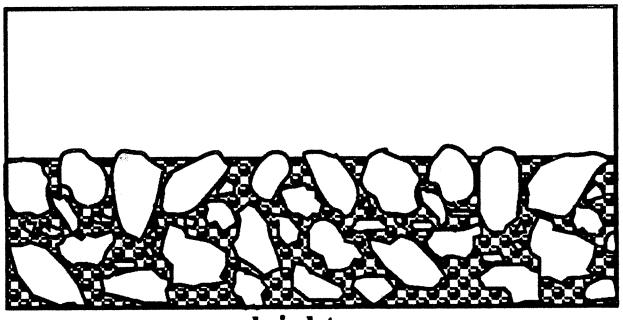
1 Polieren

Merkmalsgruppe	Oberflächenschäden
Merkmale Grobaufnahme	Oberflächenglätte
Merkmal Detailaufnahme	Polieren

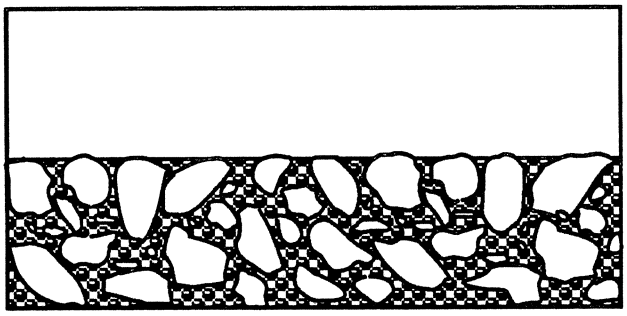
Illustration:



mehrheitlich polierte,
glänzende Körner
in der Radspur



leicht



schwer

Beschreibung:

Die Gesteinskörner sind an der Oberfläche mehr oder weniger glatt poliert, so dass die Mikrotextur teilweise verschwindet.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung :

Abrieb (2) liegt vor, falls Körner aller Grössen infolge mechanischer Einwirkung herausgelöst und nicht nur abgeschliffen werden

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	vereinzelte Körner mit glatter, glänzender Oberfläche in der Radspur
mittel (S2)	deutlicher Anteil polierter, glänzender Körner in der Radspur
schwer (S3)	mehrheitlich polierte, glänzende Körner in der Radspur

Schadensentstehung / Mechanismus:

Durch die Verkehrseinwirkung werden polierfähige Gesteinskörner abgeschliffen und poliert.

Mögliche Ursachen:

1. polierfähiges Korn

Entwicklung des Schadens:

Stetige Zunahme der Polierung bis keine Mikrotextur mehr vorhanden ist.

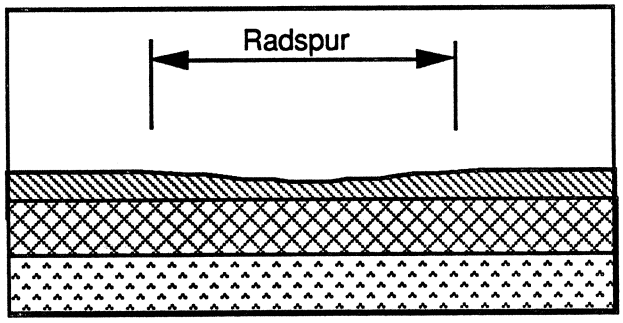
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

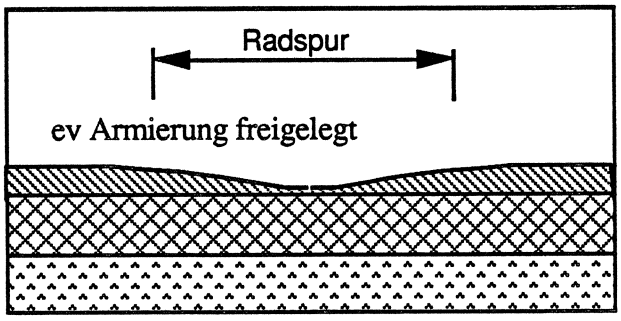
Sicherheit :	grosse (fehlende Mikrotextur senkt Griffigkeit)
Substanz :	keine
Fahrkomfort :	keine

2 Abrieb

Merkmalsgruppe	Oberflächenschäden
Merkmale Grobaufnahme	Materialverlust
Merkmal Detailaufnahme	Abrieb

Illustration:





leicht **schwer**

Beschreibung:

Abnutzung der Oberschicht durch die mechanische Einwirkung des Verkehrs. Sichtbar vor allem in den Radspuren.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

1. **Ausmagerung / Abblätterung** (3) wird nicht in erster Linie durch mechanische Einwirkung des Verkehrs verursacht.

Schadensschwere:	
Klasse:	**Beschreibung:**
leicht (S1)	sichtbare Abnutzung der Radspur, Beginn von Spurrinnenbildung durch Abrieb, vor allem infolge Spikes
mittel (S2)	deutliche Abnutzung der Radspur, gut sichtbare Grösstkörner, deutliche Spurrinnen
schwer (S3)	Spurrinnen, offene Textur und deutliches Hervortreten des Korngerüstes, ev. Armierung freigelegt

Schadensentstehung / Mechanismus:

Mechanische Abnutzung des Belages durch den Verkehr.

Mögliche Ursachen:

1. Spikes / Schneeketten
2. Kettenfahrzeuge

Entwicklung des Schadens:

Kontinuierliche Abnutzung der Radspur - Beschleunigung der Abnutzung sobald der Verkehr durch die Radspur kanalisiert wird.

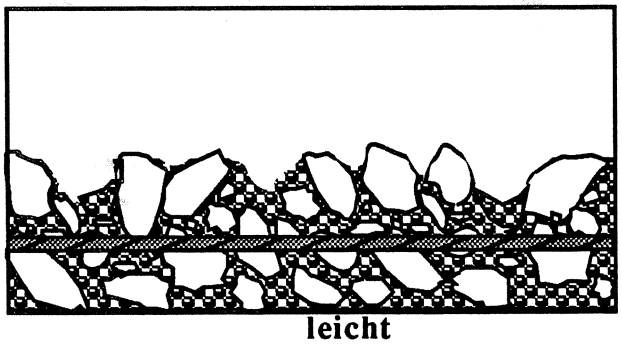
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

Sicherheit :	grosse (Wasseransammlungen)
Substanz :	mittlere
Fahrkomfort :	kleine

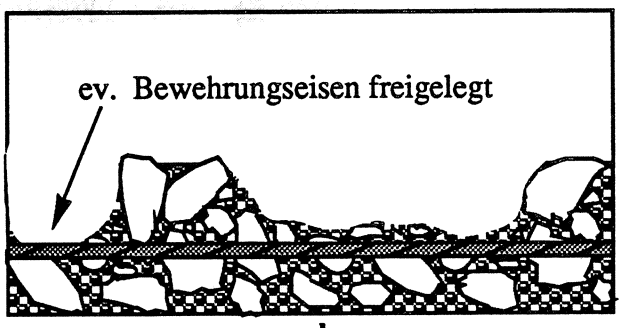
3 Ausmagerung / Abblätterung

Merkmalsgruppe	Oberflächenschäden
Merkmale Grobaufnahme	Materialverlust
Merkmal Detailaufnahme	Ausmagerung/Abblätterung

Illustration:



leicht



schwer

Beschreibung:

Abblättern oder Ausmagern des Belages in den obersten 3 bis 15 mm. Dieser Schaden tritt flächenhaft oder in einzelnen Flecken verteilt über die ganze Belagbreite auf.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

Abrieb (2) kommt nur in der Radspur vor, weil der Schaden durch die mechanische Einwirkung des Verkehrs verursacht wird.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	trockenes, mageres Aussehen einzelner Stellen der Oberfläche, einzelne fehlende Körner
mittel (S2)	stellenweise offene Textur, Verlust von Belagsmaterial von oben nach unten
schwer (S3)	zerbröckelte Oberfläche, Beginn der Schlaglochbildung

Schadensentstehung / Mechanismus:

Abblätterungen entstehen meist durch die Frost- und Tausalzeinwirkung auf den Beton. Begünstigt durch die hygroskopische Wirkung des Tausalzes sammelt sich in den Betonporen freies Wasser an, das durch die Volumenausdehnung beim Gefrieren grosse Spannungen erzeugt. Es ist auch möglich, dass die Ablätterungen durch die Korrsion der Bewehrungseisen entstehen.

Mögliche Ursachen:

1. ungenügende Frost - Tausalzbeständigkeit (Dichtigkeit, Luftporen)
2. Überdeckung der Bewehrungseisen zu gering

Entwicklung des Schadens:

Schaden entwickelt sich kontinuierlich. Frost, Tausalz und Karbonatisierung dringen immer weiter ein. Kann zur Bildung von Schlaglöchern führen.

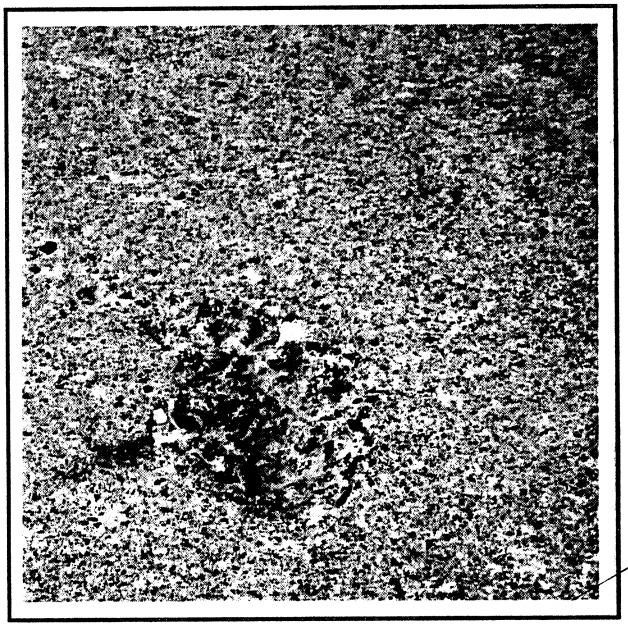
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

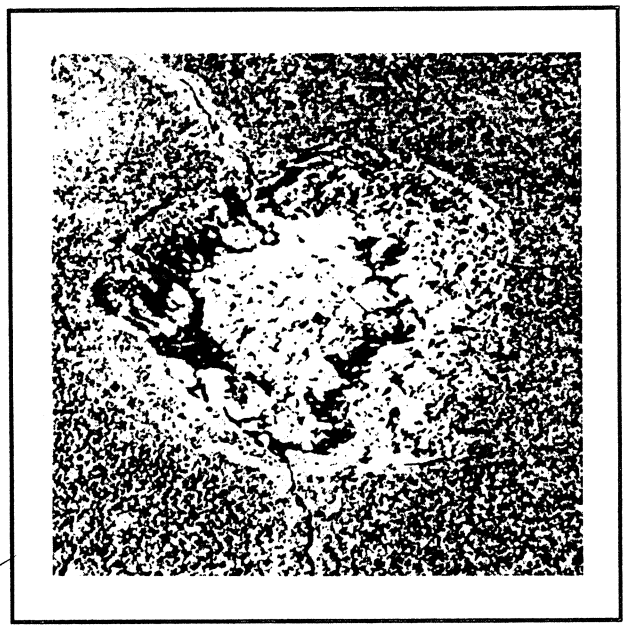
Sicherheit :	mittlere (ev. Wasseransammlungen)
Substanz :	mittlere
Fahrkomfort :	mittlere

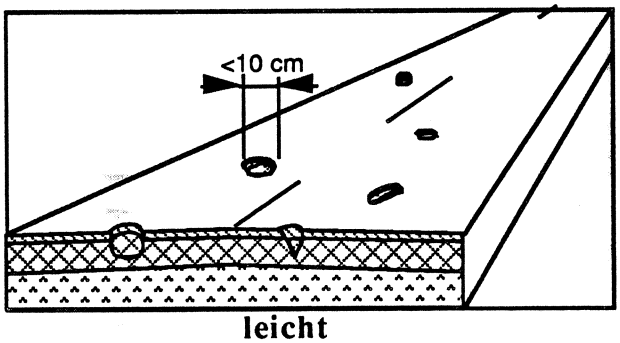
4 Abplatzungen

Merkmalsgruppe	Oberflächenschäden
Merkmale Grobaufnahme	Materialverlust
Merkmal Detailaufnahme	Abplatzungen

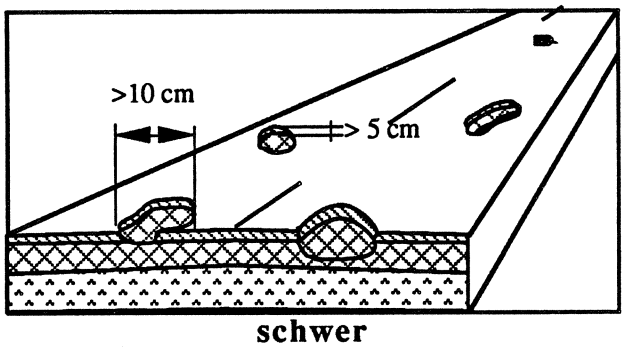
Illustration:







leicht



schwer

Beschreibung:

Schalenförmige Löcher im Belag. Kann alleine oder zusammen mit anderen Schäden, wie wie etwa Rissen oder Abblätterungen auftreten.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

Ausmagerungen/Abblätterungen (3) sind grossflächiger, aber höchstens 15 mm tief.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	einzelne Abplatzungen
mittel (S2)	einzelne Löcher mit Durchmesser< 10 cm und Tiefe < 5cm
schwer (S3)	z.T. zusammenhängende Löcher mit Durchmesser > 10 cm und Tiefe > 5 cm

Schadensentstehung / Mechanismus:

- Mehrmaliges Abplatzen infolge von Frostwechseln oder infolge rostender Bewehrungseisen. (vgl.Abblätterungen)
- Ausweiten von Rissen
- Zertrümmerung des Belages durch Steinschlag

Mögliche Ursachen:

1. ungenügende Frost - Tausalzbeständigkeit
2. Ueberdeckung der Bewehrungseisen zu gering
3. Steinschlag

Entwicklung des Schadens:

Die Bildung von Abplatzungen wird beschleunigt, sobald Wasser und Salz bis zur Bewehrung vordringt.

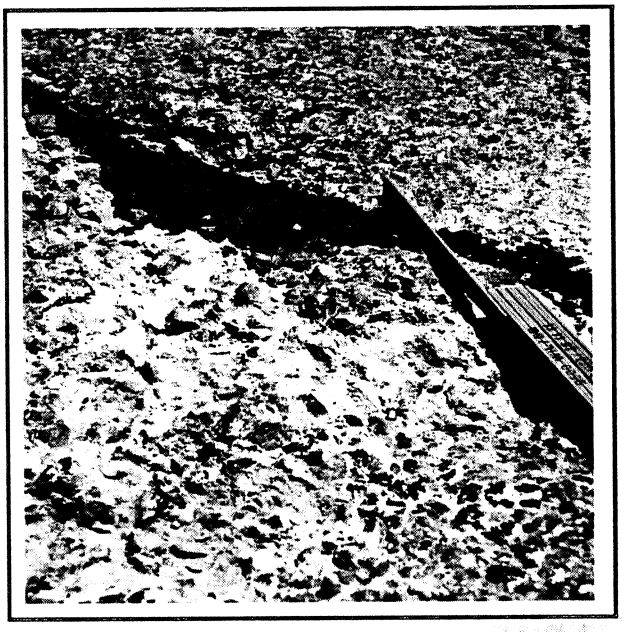
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse):

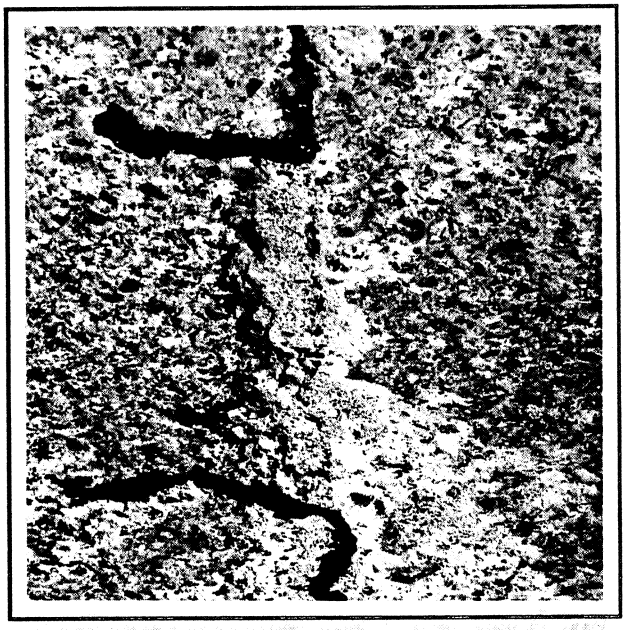
Sicherheit:	mittlere (ev. Wasseransammlungen)
Substanz:	grosse
Fahrkomfort :	grosse

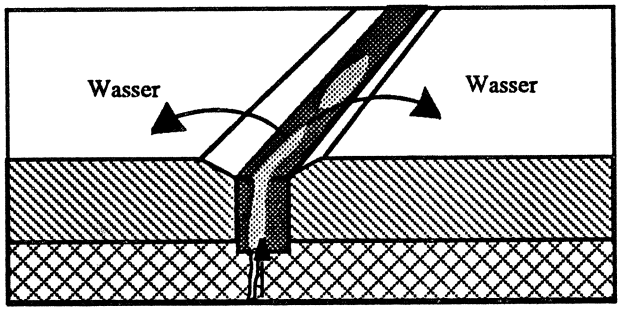
5 Fehlender oder spröder Fugenverguss

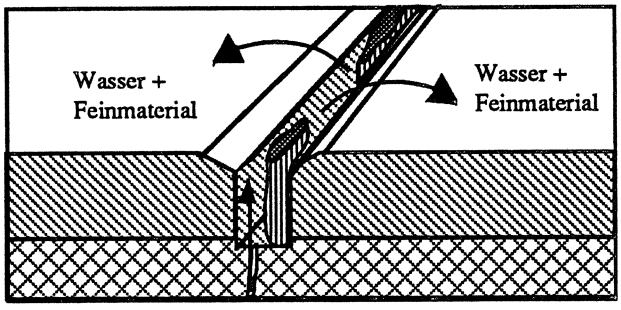
Merkmalsgruppe	Fugen-und Kantenschäden
Merkmale Grobaufnahme	Fugen-und Kantenschäden
Merkmal Detailaufnahme	Fehlender oder spröder Fugenverguss

Illustration:









leicht **schwer**

Beschreibung:

Fugen oder Risse, deren Verfüllung ausgequetscht, spröde oder gerissen ist, sind undicht.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

-

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	Verguss punktuell losgelöst; vereinzelt spröde
mittel (S2)	Verguss auf kleine Distanzen losgelöst; zum Teil spröde
schwer (S3)	Verguss grösstenteils los- oder herausgelöst; spröde

Schadensentstehung / Mechanismus:

Die aus Kautschukbitumen oder Kautschukteer bestehende Vergussmasse der Fuge versprödet durch die natürliche Alterung innerhalb von 10 bis 12 Jahren. Spröder Verguss löst sich von den Fugenflancken. Wasser kann eindringen und eine Material-Umlagerung im Fugenbereich unter den Platten bewirken (Bildung von Hohlräumen).

Mögliche Ursachen:

1. Alterung
2. mangelhafte Beständigkeit der Vergussmasse gegenüber vorherrschenden Umwelteinflüssen (Temperatur, Tausalz, mechanische Einwirkung)
3. fehlerhafter Einbau

Entwicklung des Schadens:

Die anfänglich versprödete Vergussmasse ermöglicht das Eindringen von Wasser und Feinanteilen. Die daraus resultierende Undichtigkeit führt dann zu weiteren Schäden (hohle Stellen unter den Platten, evtl. Blow up).

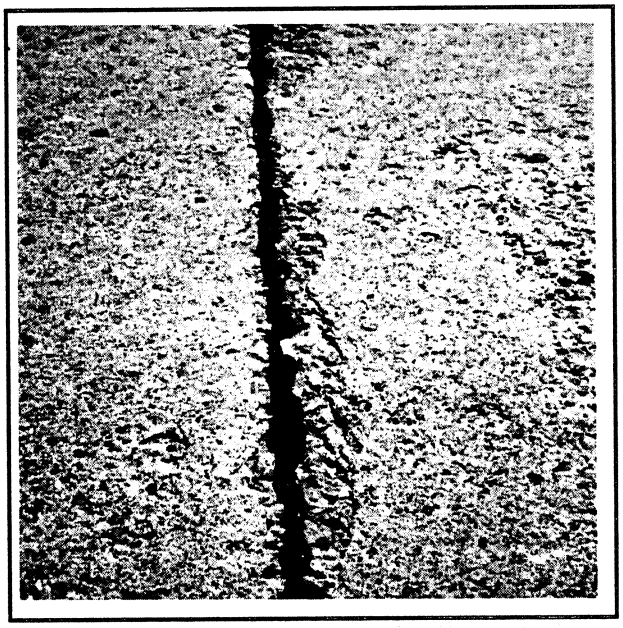
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

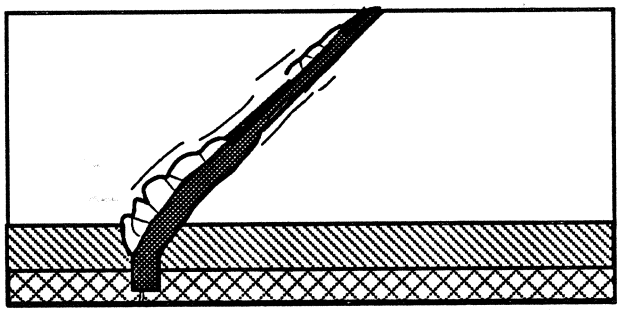
Sicherheit : mittlere (unerwartete Eisbildung im Fugenbereich)
Substanz: mittlere (eingeschwemmte Teile können zu Blow-up (9) führen)
Fahrkomfort : keine

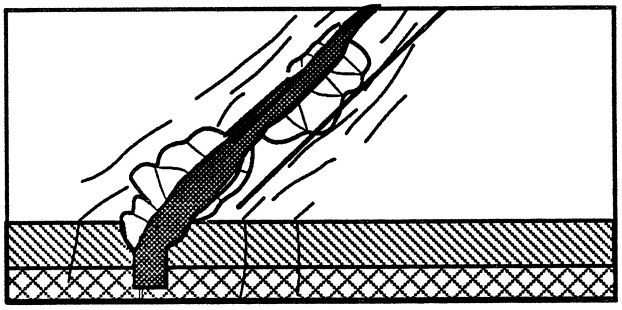
6 Kantenschäden

Merkmalsgruppe	Fugen -und Kantenschäden
Merkmale Grobaufnahme	Fugen -und Kantenschäden
Merkmal Detailaufnahme	Kantenschäden

Illustration:







leicht **schwer**

Beschreibung:

Muschelartige Brüche entlang der Plattenränder bei den Fugen oder am Fahrsspurrand. Oft begleitet von parallelen Rissen, die bis 30 cm von der Fuge entfernt auftreten können.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

Blow-ups (9) sind starke Erhebungen und Brüche die durch Ausknicken von Schwachstellen (Tagesfugen) infolge von Druckbeanspruchungen der Platten entstehen.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	feine Risse, kleine Stücke sind abgebrochen oder fehlen
mittel (S2)	Risse mit Brüchen, z. T. fehlen kleine Stücke
schwer (S3)	Risse mit Brüchen, es fehlen grössere Stücke

Schadensentstehung / Mechanismus:

- Einzelne Steine, die in die Fuge gelangt sind, drücken bei temperaturbedingten Ausdehnungen der Platte die Fugenkanten ab. (Folgeschäden aus 5)
- Beanspruchung der Kanten durch den Verkehr oder durch Frost führt bei zu geringer Betonfestigkeit zu Randabsplitterungen

Mögliche Ursachen:

1. Abdichtungsschäden begünstigen das Eindringen von Fremdmaterial in die Fugen (vergl. 5)
2. nicht der Fugenbewegung verlaufend verlegte Dübel
3. mangelhafte Reparaturen oder Fugenkanten (fehlender Kontraktionsfreiraum)
4. geringe Betonfestigkeiten oder ungenügende Frost - Tausalzbeständigkeit (Vibrierfugen)

Entwicklung des Schadens:

Kanten brechen kontinuierlich nach, was zu Schlaglöchern im Fugenbereich führen kann .

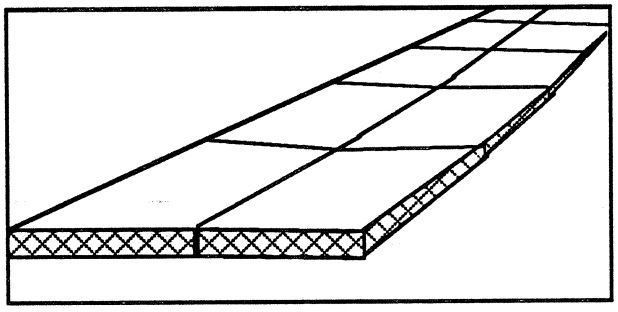
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

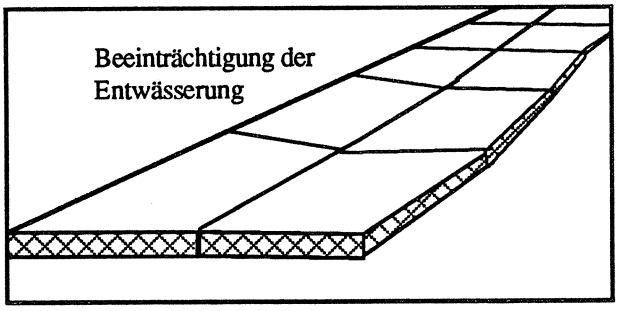
Sicherheit :	kleine
Substanz :	mittlere
Fahrkomfort :	mittlere (Schläge durch Löcher verursacht)

7 Setzungen / Frosthebungen

Merkmalsgruppe	Verformungen
Merkmale Grobaufnahme	Setzungen / Hebungen
Merkmal Detailaufnahme	Setzungen / Frosthebungen

Illustration:





leicht **schwer**

Beschreibung:

Vertikale Abweichung der Belagsoberfläche vom ursprünglichen Konstruktionsprofil. Beim Befahren von Setzungen / Hebungen gerät das Fahrzeug in Schwingungen.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

-

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	sichtbar, erzeugt sanfte Schwingungen des Fahrzeuges, keine Beeinträchtigung der Entwässerung
mittel (S2)	deutlich sichtbar, Fahrzeug gut kontrollierbar, evtl. leichte Beeinträchtigung der Entwässerung
schwer (S3)	Fahrzeugführung erfordert erhöhte Aufmerksamkeit, evtl. Beeinträchtigung der Entwässerung

Schadensentstehung / Mechanismus:

- Setzung des Untergrundes infolge Konsolidation oder ungenügender Vorverdichtung
- Verlust der Tragfähigkeit während der Auftauperiode nach Frost führt bei Verkehrsbelastung zu Setzungen
- Hebungen werden durch Frost erzeugt
- Ausschwemmen des Untergrundes bei unzureichender Entwässerung

Mögliche Ursachen:

1. Oberbau nicht auf Frost dimensionisiert
2. ungenügende Konsolidation des Untergrundes
3. ungenügende Verdichtung
4. mangelhafte Entwässerung

Entwicklung des Schadens:

Die Biegebeanspruchung der Platten infolge Setzungen / Hebungen kann zu Rissen und Brüchen führen.

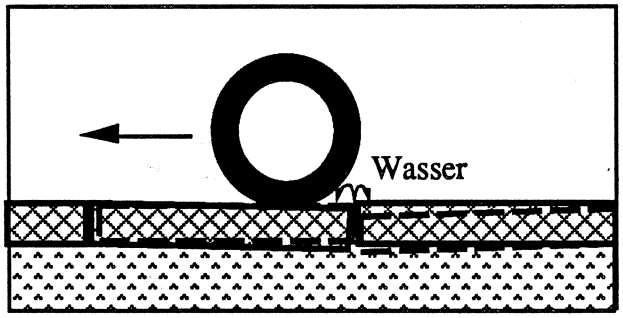
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

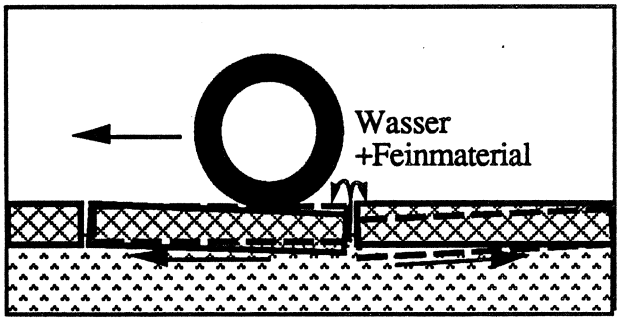
Sicherheit :	mittlere (Wasseransammlungen, Schwingungen erschweren Fahrzeugkontrolle)
Substanz :	mittlere (Brüche infolge Setzungen)
Fahrkomfort :	mittlere (Schwingung des Fahrzeuges)

8 Pumpen

Merkmalsgruppe	Verformungen
Merkmale Grobaufnahme	Setzungen/Hebungen
Merkmal Detailaufnahme	Pumpen

Illustration:





leicht **schwer**

Beschreibung:

Durch den Verkehr werden die Platten bewegt, so dass Wasser und gesättigtes Feinmaterial durch undichte Fugen und Risse aus dem Plattenrand gepumpt wird. Dies hat oft zur Folge, dass Feinmaterial aus dem Untergrund ausgeschwemmt wird und Platten hohl liegen (12).

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

-

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	bei Ueberfahren von schweren Lastwagen leichte Bewegung sichtbar, jedoch kein Materialaustritt
mittel (S2)	wenig ausgepumptes Feinmaterial sichtbar
schwer (S3)	viel ausgepumptes Feinmaterial sichtbar

Schadensentstehung / Mechanismus:

Durch die verkehrsbedingte Be- und Entlastung der Platten wird mit Wasser gesättigtes Feinmaterial unter der Platte weggedrückt oder angesogen. Durch Fugen, Risse und z.T. am Plattenrand wird Feinmaterial dann ausgestossen.

Mögliche Ursachen:

1. undichte Fugen, Risse
2. Feinanteil auf der Planie gross

Entwicklung des Schadens:

Kleine Plattenbewegungen zu Beginn führen zur Erosion der Unterlage, was die Plattenbewegungen wiederum vergrössert. Dies führt zu hohlliegenden Platten, welche bei Belastung dann oft brechen (12).

Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

Sicherheit :	mittlere (Wasser und Feinmaterial auf der Fahrbahn)
Substanz :	grosse (führt zu Brüchen)
Fahrkomfort :	keine

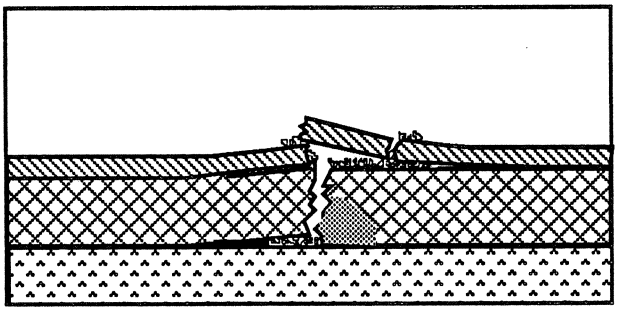
9 Blow-up

Merkmalsgruppe	Verformungen
Merkmale Grobaufnahme	Setzungen/Hebungen
Merkmal Detailaufnahme	Blow-up

Illustration:

jeder Schaden schwer

jeder Schaden schwer



leicht **schwer**

Beschreibung:

Der Betonbelag meist im Bereich von Tagesfugen (Tagesabschlüssen) ist abgebrochen und nach oben ausgeknickt, so dass auffällige Stufen oder Gefällsänderungen entstehen. Blow - ups entstehen innerhalb kurzer Zeit, meist während Perioden der ersten grossen Plattenerwärmung im Jahresablauf (Mai/Juni, Mittagszeit).

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

Zerstörte Platten (12) entstehen nicht infolge Ausknicken bei Druckbeanspruchung sondern sind eine Folge von übermässiger Biegebeanspruchung bei hohlliegenden Platten.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	jeder Schaden schwer
mittel (S2)	jeder Schaden schwer
schwer (S3)	jeder Schaden schwer

Schadensentstehung / Mechanismus:

Durch Kummulation von:
- undichten Fugen (5). Feinanteile (Pneuabrieb und Schmutz) verstopfen die Fugen, sodass eine Dehnung infolge Erwärmung behindert wird.
- Schwächung des Belagquerschnittes infolge qualitativer Mängel an der Betonplatte meist im Bereich von Tagesabschlüssen. Durch Druckbeanspruchung der Platten bei Erwärmung erfolgt Ausknicken.

Mögliche Ursachen:

1. mangelhafter Fugenverguss
2. örtliche Schwachstellen im Unterbeton (nicht F-T-beständiger Unterbeton)
3. schlechter Verbund zwischen Ober -und Unterbeton

Entwicklung des Schadens:

Zerstörung des Belages meist innert Minuten. Anzeichen können sein: Kantenabsplitterungen bei Querfugen (auf die ganze Breite) vorallem bei Tagesfugen (Tagesabschlüsse).

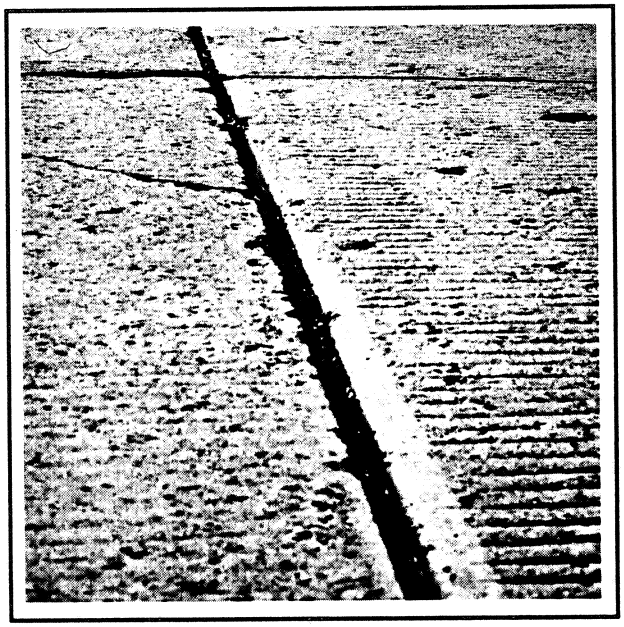
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

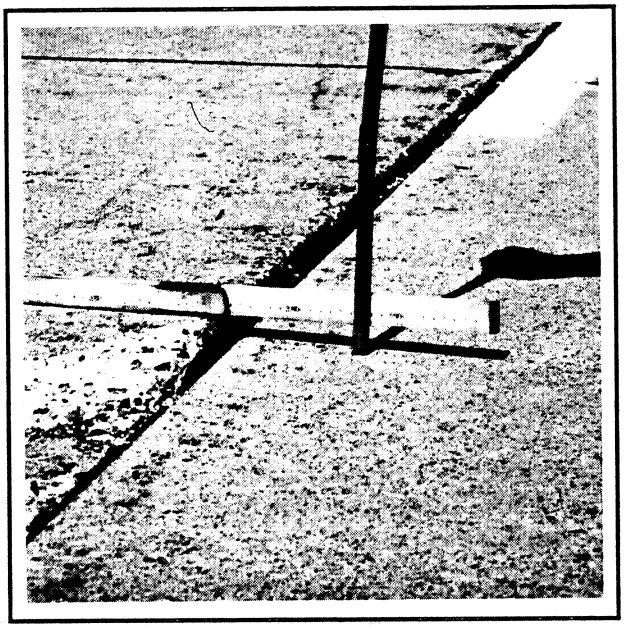
Sicherheit : sehr grosse
Substanz : sehr grosse
Fahrkomfort : sehr grosse

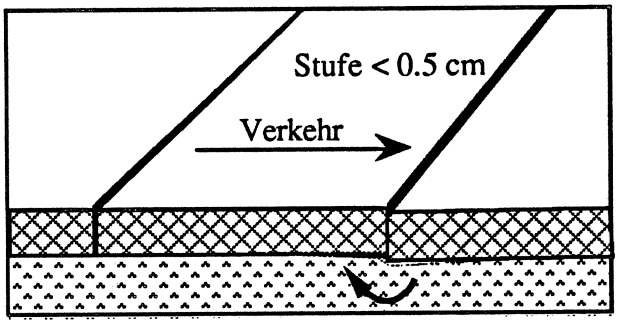
10 Stufen

Merkmalsgruppe	Verformungen
Merkmale Grobaufnahme	Schlagende Fugen
Merkmal Detailaufnahme	Stufen

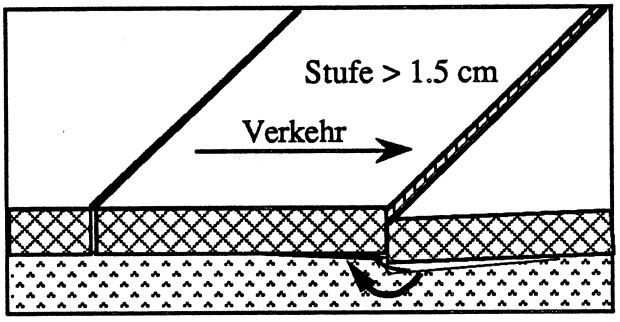
Illustration:







leicht



schwer

Beschreibung:

Unterschiedliches Niveau zweier Platten bei den Fugen oder bei Brüchen. Leicht erkennbar durch die Schläge auf das Fahrzeug beim Befahren.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

Pumpen (8) kann eine Ursache sein für Stufenbildung.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	Stufe bis 0.5 cm
mittel (S2)	Stufe 0.5 bis 1.5 cm
schwer (S3)	Stufe über 1.5 cm

Schadensentstehung / Mechanismus:

- ungleichmässige Auflage infolge Verfrachtung von Feinmaterial
- differenzielle Setzungen des Untergrundes

Mögliche Ursachen:

1. undichte Fugen und Risse
2. ungenügende Verdübelung der Platten (bzw. durchkorrodierte Dübel)
3. Feinanteil der Planie zu gross (Möglichkeit der Verfrachtung von Feinmaterial)
4. Fehlende Verdübelung

Entwicklung des Schadens:

Infolge undichter Fugen (5) mit Wasserzutritt erfolgt eine Materialverfrachtung von Platte zu Platte in der Gegenrichtung des Verkehrsflusses. Eine mangelhafte Verdübelung (durch Korrosion) erleichtert den Vorgang. Die durch den Verkehr entstehende Schlagwirkung verstärkt die Stufenbildung. Stufen können zu Plattenrissen führen und evtl. die Entwässerung behindern.

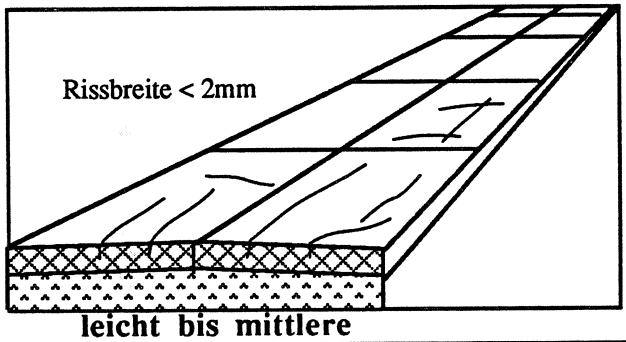
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

Sicherheit :	kleine
Substanz :	mittlere
Fahrkomfort :	sehr grosse

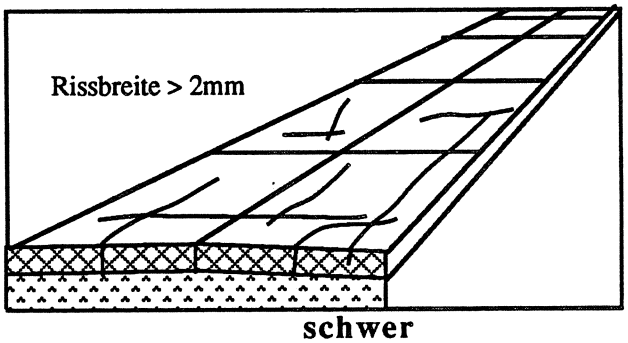
11 Risse

Merkmalsgruppe	Risse
Merkmale Grobaufnahme	Risse / Brüche
Merkmal Detailaufnahme	Risse

Illustration:



leicht bis mittlere



schwer

Beschreibung:

Sichtbare Risse im Betonbelag. Sie verlaufen entweder gerade oder serpentinartig über die Betonplatten.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

Zerstörte Platten (12) liegen vor, falls die Betonplatten in mehrere Stücke zerteilt sind. Im Gegensatz zur gerissenen Platte ist eine gebrochene Platte erkennbar uneben.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	Schwindrisse
mittel (S2)	Rissbreite 1 bis 2 mm
schwer (S3)	Risse mit Breiten über 2 mm oder dilatierende (durchgehende) Risse ohne Austritt von Feinmaterial

Schadensentstehung / Mechanismus:

- Durch Setzungen/Hebungen ergeben sich übermässige Biegebeanspruchung der Platten.
- Durch fehlerhaftes Fugenkonzept können Spannungsrisse entstehen.
- Mangelhafte Nachbehandlung führt zu Schwindrissen.

Mögliche Ursachen:

1. Setzungen/Hebungen
2. Fehlerhaftes Fugenkonzept
3. Mangelhafte Nachbehandlung

Entwicklung des Schadens:

Risse, evtl. Schwindrisse begünstigen einen Wassereintritt und mögliche Folgeschäden wie z.B. Pumpen (8), was zu weiteren Rissen und zu Brüchen führen kann. Abgebrochene Rissränder können zu Abplatzungen führen.

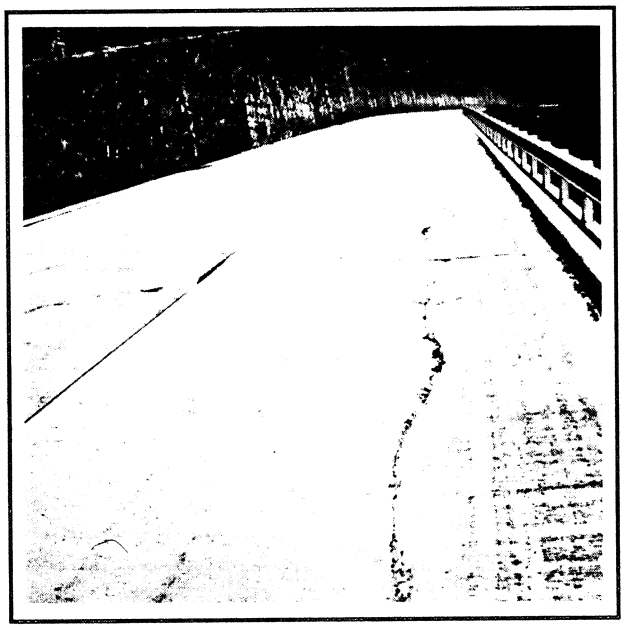
Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

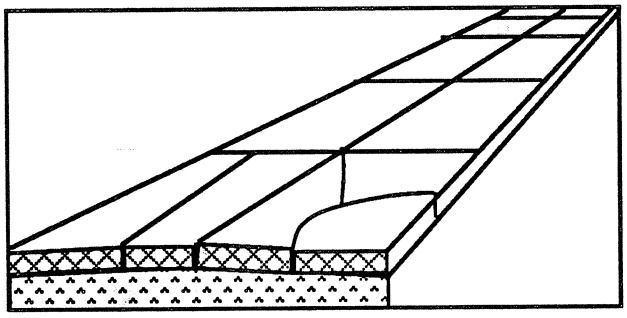
Sicherheit :	mittlere (evt. Wasseransammlungen)
Substanz :	grosse (führt zu Brüchen und Schlaglöchern)
Fahrkomfort :	kleine bis mittlere

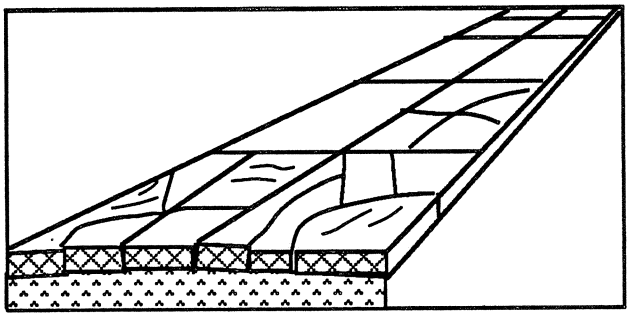
12 Zerstörte Platten

Merkmalsgruppe	Risse
Merkmale Grobaufnahme	Risse / Brüche
Merkmal Detailaufnahme	Zerstörte Platten

Illustration:







leicht **schwer**

Beschreibung:

Zerteilung der Platte in mehr als zwei Stücke. Oft sind die einzelnen Stücke gegeneinander leicht verschoben, so dass Unebenheiten entstehen.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

Risse (11) können vorkommen, ohne dass die Platte uneben ist oder dass Stufen entstehen. Charakteristisch für Brüche ist aber, dass die Teile vollständig abgetrennt sind, so dass z.B. dazwischen unterschiedliche Neigungen entstehen. Die Grenze zwischen schweren Rissen und Brüchen ist jedoch fliessend.

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	leichte Risse, 3 Plattenstücke, leichte Unebenheit
mittel (S2)	leichte Risse und mehr als 3 Plattenstücke oder mittlere Risse und genau 3 Plattenstücke, mittlere Unebenheit
schwer (S3)	mittlere Risse und mehr als 3 Plattenstücke oder schwerer Riss, mittlere bis starke Unebenheit

Schadensentstehung / Mechanismus:

Unebenheiten auf der Planie infolge Setzungen (7) oder Ausführungsfehlern erzeugen bei Belastung grosse Biegebeanspruchungen. Brüche entstehen dann durch Überschreiten der zulässigen Betonzugfestigkeit infolge Biegebeanspruchung.

Mögliche Ursachen:

1. Setzungen/Hebungen
2. Unterdimensionierung (Plattendicke, Betonzugfestigkeit)

Entwicklung des Schadens :

Eindringendes Wasser sowie Bewegungen der Bruchstücke führen zu weiterer Erosion des Untergrundes und der Fundationsschicht. Es entstehen Unebenheiten und weitere Brüche, was schliesslich zur Zerstörung des Belages führt.

Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

Sicherheit :	mittlere (Wasseransammlungen möglich)
Substanz :	sehr grosse
Fahrkomfort :	grosse (Unebenheiten, Gefällsbrüche)

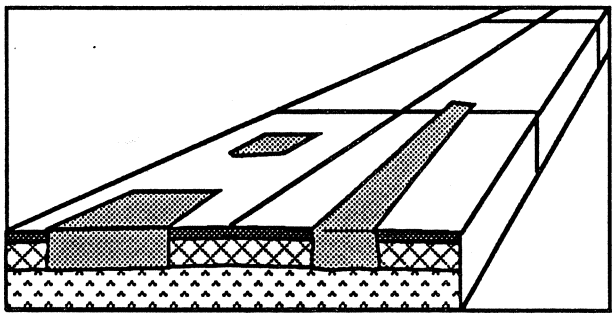
13 Flicke

Merkmalsgruppe	Flicke
Merkmale Grobaufnahme	Flicke
Merkmal Detailaufnahme	Flicke

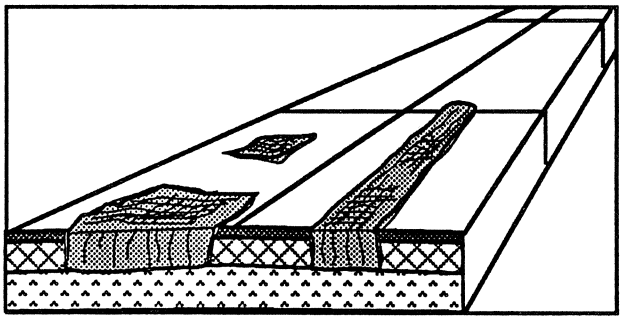
Illustration:

vgl. Skizze unten

vgl. Skizze unten



leicht



schwer

Beschreibung:

Defekte Reparaturstellen, die entweder nach Grabarbeiten oder zur Ausbesserung von Schlaglöchern oder Brüchen angebracht wurden. Vor allem Flicke aus bituminösen Mischgut verbinden sich schlecht mit dem Betonbelag, erleiden ungleiche Setzungen und haben oft Risse.

Vergleich mit ähnlichen Merkmalen / Abgrenzung:

-

Schadensschwere:

Klasse:	Beschreibung:
leicht (S1)	intakte Flicke, evtl. leichte Unebenheit
mittel (S2)	kein Verbund zwischen Flick und Belag, Risse im Flick
schwer (S3)	kein Verbund zwischen Flick und Belag, Flicke zum Teil herausgerissen, grössere Unebenheit

Schadensentstehung / Mechanismus:

- schlechter Verbund zwischen Neu- und Altbeton
- schlechter Verbund zwischen bituminösen Mischgut und Beton
- Setzungen im Oberbau nach Grabarbeiten

Mögliche Ursachen:

1. ungenügende Befolgung der Beton- bezw. Mörteleinbaugrundsätze
2. mangelhaftes Mischgut
3. Alterung
4. schlechte Verdichtung der Unterlage nach Grabarbeiten

Entwicklung des Schadens:

feine Risse verteilt im Flick - Hohlliegen der Flicke - Ausbrechen der Flicke - durchgehende Risse

Konsequenzen: (keine, kleine, mittlere, grosse, sehr grosse)

Sicherheit :	mittlere
Substanz :	grosse
Fahrkomfort :	grosse (Erschütterungen beim Befahren)

Anhang B

Ergebnisse Testlauf

Ergebnisse Testlauf

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	B 1
2. Testorte	B 1
3. Ergebnisse	B 1
3.1 Normenentwurf	B 2
3.2 Schadenkatalog	B 3
4. Aenderungsvorschläge	B 3
5. Schlussfolgerungen	B 4
6. Zusammenstellung Detailaufnahmen	B 5

1. Einleitung

Im Rahmen des Normenentwurfes "Zustandserfassung und Bewertung von Strassen" wurde im Sommer 89 ein Testlauf in Zusammenarbeit mit verschiedenen städtischen und kantonalen Tiefbauämtern durchgeführt. Ziel des Testlaufes war es, die Anwendbarkeit des Schadenkataloges und der Norm in der Praxis zu überprüfen und Hinweise für Aenderungen und Ergänzungen zu sammeln.

Zu diesem Zweck wurde an einigen ausgewählten Strassenabschnitten die Grob- und Detailaufnahme von erfahrenen Fachleuten durchgeführt und mit der herkömmlichen Methode der Zustandserfassung verglichen. Im vorliegenden Bericht werden die wesentlichen Resultate und Hinweise, die bei den danach durchgeführten Gesprächen angebracht wurden, zusammengefasst.

2. Testorte

Die Test sind 1989 in den Monaten Juli und August während ein bis zwei Tagen in den Kantonen Bern (Biel und Interlaken), Fribourg und Wallis sowie in den Städten Schaffhausen und Zürich durchgeführt worden. Beurteilt wurden hauptsächlich Abschnitte auf Hauptverkehrsstrassen aber auch Erschliessungsstrassen im städtischen Bereich, alle mit bituminösen Belägen. Die meisten Abschnitte wiesen einen kritischen Zustand auf. Alle Versuchsstrecken mit Angaben zur Vekehrsklasse und Belagsart sind auf Seite 5, Anhang B zu finden.

3. Ergebnisse

Generell wurde die Norm sowie der Schadenkatalog als brauchbares Instrument zur objektiven Erfassung und Beurteilung des Belagszustandes bewertet. Die differenzierte Aufzeichnung der einzelnen Zustandsmerkmale helfen, ein vollständiges und vergleichbares Bild des Belagszustandes zu erhalten. So haben die subjektiven Beurteilungen durch die Fachleute recht gut mit den im Formular Detailaufnahme errechneten Werte korreliert (vgl. Seite 5, Anhang B).

Bei der praktischen Durchführung sind aber auch einige Probleme aufgetaucht. Sie sind in den folgenden zwei Kapiteln zusammengefasst.

3.1 Normentwurf

Das **Vorgehen** bei der Anwendung der Norm ist nicht genügend klar umschrieben. Ideal wäre ein einfaches Flussdiagramm, das jeden Schritt aufzeigt.

Die **Grobaufnahme** ist in der vorgeschlagenen Form (Juni 1989) aus folgenden Gründen nicht durchführbar:

- Zustandsmerkmale sind für die Erfassung aus dem Fahrzeug zu detailliert
- Einteilung der Abschnitte auf dem Formular ist unpraktisch
- System für die Gesamtbeureilung (Synthese) fehlt
- Zeitaufwand ist viel zu gross

Die Grobaufnahme könnte oft weggelassen werden, da der zuständige Strassen-inspektor die kritischen Stellen meist in etwa kennt.

Die **Detailaufnahme** wurde als sinnvoll erachtet. Es sind aber noch folgende Probleme vorhanden.

- Es sind zuviele Zustandsmerkmale aufgeführt, die zu Doppelbewertungen führen.
- Die Gewichtung sowie der Wertebereich des Schadenindexes I ist noch genauer zu untersuchen. Es ist zum Beispiel unklar, warum abgedrückte Ränder höher bewertet werden als aufgedrückte Ränder (Aufwölbungen), die die Entwässerung mehr behindert. Flicke werden unterbewertet.
- In einigen Fällen war der Schadensindex I kleiner als 0 was ausserhalb des Wertebereiches liegt.
- Das Merkmal "Entwässerung" sollte bei der Detailaufnahme ebenfalls berücksichtigt werden.
- Die Schadensschwere von reparierten Schäden sollte genau definiert werden. (z.B. grosse Risse, geflickte Schlaglöcher, oberflächenbehandelte Beläge).
- Die Schadensschwereklasse A<10% führte dazu, dass teilweise jede Zeile im Formular ausgefüllt wurde, obwohl A = 0 zutraf.
- Die Einteilung in homogene Abschnitte ist besonders in städtischen Verhältnissen problematisch (zu kleine Abschnitte).

- Eine Rubrik "Bemerkungen" z.B. für Hinweise auf Entwässerung, Bohrkerne etc. fehlt.
- Die Bezeichnung der Fahrstreifen muss präzisiert werden.

Der Zeitbedarf für die Detailaufnahme liegt im Rahmen, solange jeweils nur die fraglichen Abschnitte untersucht werden müssen. Er beträgt ausserorts für homogene Abschnitte von etwa 500 m Länge etwa eine Stunde. In städtischen Verhältnissen ist er grösser.

Bei systematischer Anwendung der Norm müsten z.B. in der Stadt Zürich bei einem 5-Jahresrhythmus pro Jahr und Strassenmeister ca. 20 km im Detail aufgenommen werden.

3.2 Schadenkatalog

Der Katalog wurde als hilfreich bei der Bestimmung von Zustandsmerkmalen und -indikatoren bezeichnet. Er wurde teilweise direkt bei der Erfassung konsultiert. Es wäre deshalb von Vorteil, wenn das Vorgehen schrittweise im Katalog und nicht in der Norm beschrieben würde. Folgende Probleme sind noch vorhanden:

- Norm und Katalog stimmen noch nicht überein.
- Für die Anwendung auf der Strasse ist die vorliegende Fassung zu umfangreich

4. Aenderungsvorschläge

In diesem Kapitel werden einige Aenderungsvorschläge zur Behebung der oben erwähnten Mängel angebracht.

Die **Grobaufnahme** könnte wesentlich vereinfacht werden, indem die Zustandsmerkmale auf "Oberflächenschäden", "Verformungen", und "Risse" reduziert werden. Ein wichtiges und einfach zu erfassendes Kriterium bei der Grobaufnahme ist der Fahrkomfort. Dieser Wert muss, zusammen mit den Werten der drei oben genannten Merkmalen zur Beurteilung verknüpft werden können (vgl. Figur 1).

Kriterium	leicht (1)	mittel(2)	schwer(3)
Fahrkomfort:		2	
Oberflächenschäden:	1		
Verformungen:			3
Risse:	1		
Summe:	7		

Belagszustand = f(Summe)
(Die Funktion f wäre genauer zu untersuchen)

Figur 1: Beispiel für alternatives System für Grobaunahme

Bei der **Detailaufnahme** könnten maximal folgende Zustandsmerkmale zusammengefasst werden:

- Aufwölbungen, abgedrückte Ränder
- Setzungen/Hebungen, Frosthebungen
- Netzrisse aller Blockgrössen, wilde Risse
- Längsrisse, offene Nähte

Um einer Ueberbewertung gewisser Merkmalsgruppen (z.B. Risse) vorzubeugen, wäre es sinnvoll, bei der Gewichtung für jede Merkmalsgruppe ein Maximum anzugeben. Um zu vermeiden, dass im Formular jede Zeile ausgefüllt wird, sollte der Indikator Schadensschwere A 1 mit 5 %>A1>10% und nicht mit A1>10% definiert werden. Um die praktische Anwendung zu vereinfachen, sollte vom Schadenkatalog eine Version "für die Strasse", die sich auf die Illustration der Zustandsmerkmale beschränkt und die wettertauglich gebunden ist und eine Version für die Schulung erstellt werden.

5. Schlussfolgerungen

Der Testlauf hat gezeigt, dass das Grundkonzept des Normenentwurfes für die visuelle Erfassung und Beurteilung von Belägen sinnvoll ist. Um in der Praxis Anwendung zu finden, sind aber noch verschiedene Vereinfachungen und Verbesserungen vorzunehmen. Der im Abschnitt B enthaltene Schadenkatalog berücksichtigt teilweise die oben gemachten Änderungsvorschläge

Zusammenstellung Detailaufnahmen

Pos	Klasse	Bezeichnung	Belag	Länge	Fahr-komfort	I[1)]	Subjektive[2)] Beurteilung	Bemerkung
Kanton Fribourg								
11/r	HVS	Nr 50 Bourg-Slavenach	AB 16 S AB 10	1390 m	K3	1.58	2 - 3	Bankette sanieren
21/r	HVS	Nr 50 Tavers-St.Ursen	Accorug 30	980 m	K4	2.4	2 - 3	Sanierung in 1 - 2 Jahren
31/r	HSS	Nr 70 Brümisried	AB 10	1000 m	K4	0.74	1	Sanierung geplant
Kanton Bern (Biel)								
4 r	HVS	N5 Twann	AB 16	1160 m	K5	4.02	4	
4 l	HVS	dito	AB 16	1160 m	K5	4.42	4	
5 l	HVS	N5 Wanne Twann	AB 10	390	K5	3.68	ca 3	Deckschicht lose
5 r	HVS	dito	AB 10	390	K4	3.08	ca 3	dito
6 l	V	N5 Ligerz-Schafis	OB 16	1000 m	K2	-1.8	1	fast alle Merkmale vorhanden, Sanierung dringlich
6 r	HVS	dito	OB 16	1000 m	K2	-1	1	dito

1) Schadensindex der visuell erfassbaren Fahrbahnschäden
2) subjektive Beurt

Zusammenstellung Detailaufnahmen

Pos	Klasse	Bezeichnung	Belag	Länge	Fahr-komfort	I	Subjektive Beurteilung	Bemerkung
Kanton Bern (Interlaken)								
71/r	HSS	Nr 1110 Habkern	OB 10/16	2000 m	K3	4.34	4	Entwässerung schlecht
81/r	HVS	Nr 6/11 Brienz	AB 10	1420 m	K4	2.82	ca 3	21 jährig, Sanierung in 1-2 J.
91/r	HVS	Nr 221 Grindelwald	AB 10	580 m	K4	3.6	ca 3	Sanierung nächstes Jahr
Stadt Schaffhausen								
101/r	SS	Hohlenbaumstrasse	AB 10/OB		K2	0	ca 1	Oberbau zu schwach
111/r	S	Jägerstrasse	HMT, HB 16	350 m		3.5	ca 3	gute Übereinstimmung nach Aufnahme zu zweit.
Kanton Bern (Interlaken)								
121/r	ES	Nr 7 Neudorf	Sandasphalt	kurz	K44	1.8	ca 2	schlechter Untergrund
131/r	ES	Langhagweg			K3	0.8	ca 1	Entwässerung zuwenig berücksichtigt
141/r	HES	Bullingerstrasse			K3	2.0	ca 2	
151/r	HVS	Studacherstrasse			K3	3.1	ca 3	Unterdimensionierung, viele Flicke

Anhang C

Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis

[1] Catalogue de Dégradations de Chaussées
S.E.T.R.A.
Ministère de l'équipement et du logement — Paris 1972

[2] Maintenance des Ouvrages d'Art
Répertoire des Dégats Apparents
R. Favre, D. Andrey, R. Suter
EPF Lausanne — Lausanne 1987

[3] Catalogue de Dégradations des Enduits Superficiels
M. Le Duff
Ministère des transport — Paris 1979

[4] Catalogue des Dégradations des Revêtements
Hydrocarbonés d'Ouvrages d'Art
Classification, Causes et Remèdes
C. de Backer
Centre de Recherches Routières — Brüssel 1978

[5] Distress Identification Manual For The Long-Term
Pavement Performance (LTPP) Studies
K.D. Smith, M.I. Darter, J.B. Rauhut, K.T. Hall
National Research Council — USA 1987

[6] Catalogue des Dégradations
Etat de la Surface des Chaussées Aéronautiques
STBA "Genie Civil et Pistes"
Ministère de l'Urbanisme, du Logement et des Transp. — Paris 1984

[7] Typenkatalog für Schäden bei Asphaltdecken
Dr. J. Schvab — Budapest 1984

[8] Manual for condition rating of flexible pavements
G.J. Chong, W.A. Phang, G.A. Wrong
Ministry of Transport and Communications — Ontario 1982

[9] Entwurf eines Leitfadens für die visuelle Zustandsbewertung auf zweistreifigen Ausserortsstrassen mit bituminöser Befestigung
Dr. A. Schmuck — München-Neubiberg 1984

[10] Visuelle Zustandaufnahme, Zustandsbewertung und Dringlichkeitsreihung auf zweistreifigen Ausserortsstrassen mit bituminöser Befestigung
Teil I-III
Dr. A. Schmuck
Hochschule der Bundeswehr München — München-Neubiberg 1984

[11] -

[12] Pavement Maintenance Guidelines:
Distresses, Maintenance alternatives,
Performance standards
G.J. Chong, F.W. Jewer, K. Macey
Ministry of Transportation and Communications — Ontario 1982

[13] Konzept für die Ueberwachung von Ingenieurbauwerken der Stadt Zürich
Tiefbauamt der Stadt Zürich — Zürich 1988

[14] Merkblatt für die Erhaltung von Betonstrassen MEB
Forschungsges. für Strassen- und Verkehrswesen — Köln 1985

[15] Der AASHO-Strassentest
Dr. F. Balduzzi, Zürich
Beton-Verlag GmbH — Düsseldorf 1962/64

[16] Pavement Condition Survey Manual
The Kentucky Transportation Research Program — USA 1985

[17] Rationeel Wegbeheer
Schadecatalogus voor de visuele inspectie
Stichting Studie Centrum Wegenbouw — Ede (NL) 1987

[18] Entwicklung einer Methodik zur Dringlichkeitsreihung von Erhaltungsmassnahmen der Strassen
Dr. A.A. Rafi
EVED, Bundesamt für Strassenbau — Bern 1988

[19] -

[20] Beobachtungsstrecken mit verschiedenen Strassenbaubitumen
M. Seeberger
EDI EMPA, EVED Bundesamt für Strassenbau — Dübendorf 1986

[21] Einfluss von Rissen auf die Tragfähigkeit des zementstabilisierten Oberbaues
F.L. Yang
EVED Bundesamt für Strassenbau — Bern 1987

[22] Strassenbau
K. Dietrich, A. Casanova, Ph. Düggeli, M. Hofer
IVT/ISETH ETH Zürich — Zürich 1984