# Erhaltungsmanagement der Kantonsstrassen Basel-Landschaft

*Über 70% der Strassenbeläge des Kantonsstrassennetzes sind älter als 30 Jahre – zum Teil wesentlich älter. Eine rapide Zustandsverschlechterung der Strassen ist für die nächsten Jahre absehbar. Das Tiefbauamt des Kantons Basel-Landschaft setzt sich vor diesem Hintergrund das Ziel, die Bewirtschaftung des kantonalen Strassennetzes weiter zu optimieren, damit die Funktionstüchtigkeit und Wirtschaftlichkeit der Verkehrsanlagen nachhaltig gewährleistet bleibt. Mit dem Informatik-Tool «PMS-Premium» konnte eine leistungsfähige Vernetzung ausgehend von der Zustandserfassung und -bewertung über die Massnahmenplanung bis hin zur Finanzplanung realisiert werden.*

***Von Christian Scholer und Ali Rafi ****

Das kantonale Strassennetz Basel-Landschaft ist 448,6 km lang, wovon ca. 41 %, das heisst 185,5 km als Innerortsstrassen gelten (Vzul ≤ 50 km/h). Dieses Strassennetz repräsentiert einen geschätzten totalen Wiederbeschaffungswert von rund 2,5 Mrd. Franken, wovon die Fahrbahnen und Trottoirs mit ca. 1,7 Mrd. Franken den grössten Teil bilden (Stand 2005, berechnet nach SN 640 904).

Weil über 70% der Abschnitte dieses Strassennetzes im 2005 ein Alter von über 30 Jahren aufwiesen und somit irgendwann eine rapide Zustandsverschlechterung der Strassen und Notwendigkeit von aufwendigen Sanierungsmassnahmen erwartet werden musste, hat das Tiefbauamt beschlossen die Bewirtschaftung des kantonalen Strassennetzes möglichst zu optimieren, damit seine Funktionsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit nachhaltig gewährleistet bleibt.

Zu diesem Zweck hat das Tiefbauamt entschieden, mit Hilfe des Informatik-Tools «PMS-Premium» das Erhaltungsmanagement dieser Strassen durchzuführen. Dazu gehören insbesondere die Planung optimaler Massnahmen aus der Zustandsbewertung sowie die wirtschaftlichen Analysen der Zustandsentwicklung und des Substanzwertes des Strassennetzes in Abhängigkeit von unterschiedlichen Budgets.

Vorerst wurde im Frühjahr 2005 der Zustand des Strassennetzes visuell erhoben und nach Index $I_1$ bewertet. Anschliessend wurde mit dem «PMS-Premium» das Strassennetz, gemäss der Norm SN 640 908, mit einer Auswahl von Kriterien funktionell bewertet und in vier Kategorien aufgeteilt. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen das Ergebnis dieser Bewertungen.

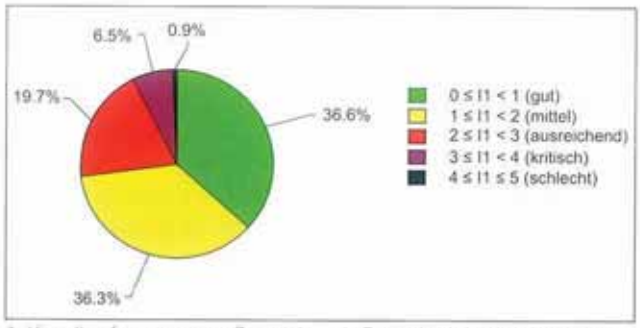
Das gesamte jährliche Erhaltungsbudget betrug im 2005 noch 16,5 Mio. Franken, wovon 8,0 Mio. für die Fahrbah-

**** Christian Scholer, Strasseninspektor, Tiefbauamt Basel-Landschaft, Liestal***

**** Dr. Ali Rafi, RAFI Managementberatung (RMB), Zürich***

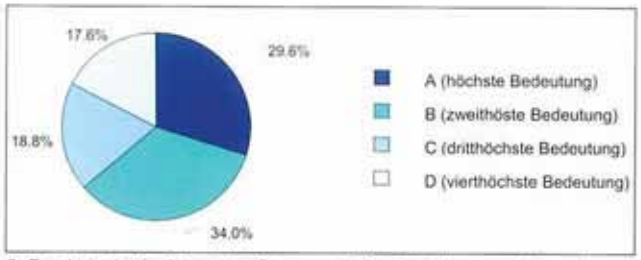
**Gestion de l'entretien des routes cantonales de Bâle-Campagne**

*Plus de 70% des revêtements des routes du réseau routier cantonal sont âgés de plus de 30 ans, voire même nettement plus. Une détérioration rapide est prévisible ces prochaines années. L'Office des ponts et chaussées du canton de Bâle-Campagne s'est en conséquence fixé comme objectif de poursuivre l'optimisation de la gestion du réseau routier cantonal afin de préserver durablement le fonctionnement de ces infrastructures de transport et leur rentabilité économique. L'outil informatique «PMS-Premium» a permis une intégration performante à partir du relevé et de l'évaluation de l'état en passant par la planification des mesures et jusqu'à celle du financement.*




*1: Visuell aufgenommener Zustand des Kantonsstrassennetzes BL im 2005.*

*1: Etat relevé de visu du réseau routier cantonal de BL en 2005.*




*2: Ergebnis der funktionellen Bewertung – Flächenanteil der Strassen gleicher Kategorie.*

*2: Résultat des parts de surface issu de l'évaluation fonctionnelle des routes de même catégorie.*

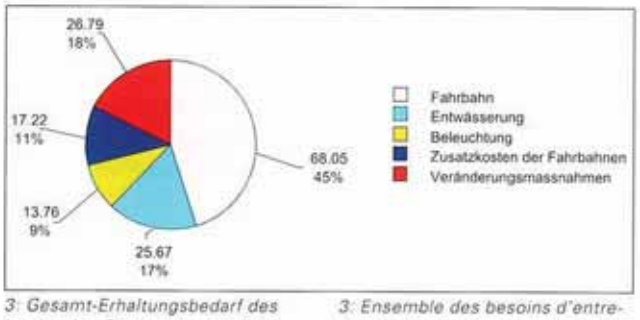
nen (inkl. Trottoirs sowie Beleuchtungen und Entwässerungen), 4,5 Mio. für die Kunstbauten und 4,0 Mio. für die Veränderungsmassnahmen (Massnahmen wie Verbreiterung der Fahrbahn) bestimmt waren (vgl. Abb. 9).
«PMS-Premium» sollte insbesondere abklären, ob und wenn ja, um wie viel das Budget erhöht werden muss, damit das Strassennetz keine weiteren substanziellen Schäden erfährt und langfristig eine stabile und gewünschte Zustandsverteilung aufweist. Als Planungshorizont wurde vorerst das Jahr 2017 gewählt, was im Laufe der Projektbearbeitung bis auf das Jahr 2021 erweitert wurde. Mit dem Tool wurden zudem weitere Analysen und Berechnungen für das kantonale Strassennetz durchgeführt, deren Ergebnisse nachfolgend als Module aufgelistet sind (Stand Juni 2007).

## Module des PMS-Premium BL

- Funktionelle Bewertung der Strassenabschnitte und Bildung von Kategorien (nach der Norm SN 640 908)
- Zustandsbewertung und -beurteilung (Index $I_1$ nach der Norm SN 640 925b)
- Massnahmeplanung (direkter Vorschlag optimaler kurativen Massnahme, abhängig vom Zustand, Verkehrslastklasse sowie Lage, das heisst Innerorts/Ausserorts)
- Dringlichkeit der vorgeschlagenen kurativen Massnahme
- Kosten, Lebensdauer und Nutzen der kurativen Massnahme
- Optimales Realisierungsjahr der kurativen Massnahme
- Zusatzkosten der kurativen Massnahme infolge ihrer zeitlichen Verschiebung (verursacht entweder durch begrenztes Budget oder Zusammenführung in ein grösseres Paket von Massnahmen, die gleichzeitig realisiert werden)
- Kosten der Massnahmen für Entwässerung und Beleuchtung
- Wiederbeschaffungswert der Strassen
- Zustandsprognose der Fahrbahn, differenziert nach Strassenklasse (I für Verkehrslastklassen T5 und T6, II für T3 und T4, III für T1 und T2) und durchgeführter Massnahme
- Langfristige Zustandsentwicklung in Abhängigkeit des Budgets
- Bildung von Varianten von Erhaltungsstrategien
- Bildung von präventiven Massnahmen im Rahmen der gewählten dualen Strategie, inkl. Berechnung ihrer Kosten
- Bildung optimaler Massnahmenpakete und ihre Priorisierung (in Bearbeitung)
- Mehrjahresprogramme für Massnahmenpakete (in Bearbeitung).

## Ergebnisse der Massnahmenplanung

Für die Massnahmenplanung wurde ein Katalog von Massnahmen erstellt, der die wichtigen technischen Eigenschaften jeder Massnahme beinhaltet. Dieser Katalog bildet das Massnahmen-Modell, woraus die geplanten Massnahmen abgeleitet werden (vgl. Abb. 6). Je nach Zustand, Verkehrslastklasse und Lage schlägt «PMS-Premium» eine dieser Massnahmen als die optimale vor.
Die Zuweisung dieser Massnahmen hängt aber auch vom verfügbaren Budget ab: Je höher die zur Verfügung gestellten finanziellen Mittel sind, desto eher kann die technisch und wirtschaftlich vorteilhaftere Massnahme geplant werden – im Vergleich zu einer rein kurativen Massnahme.



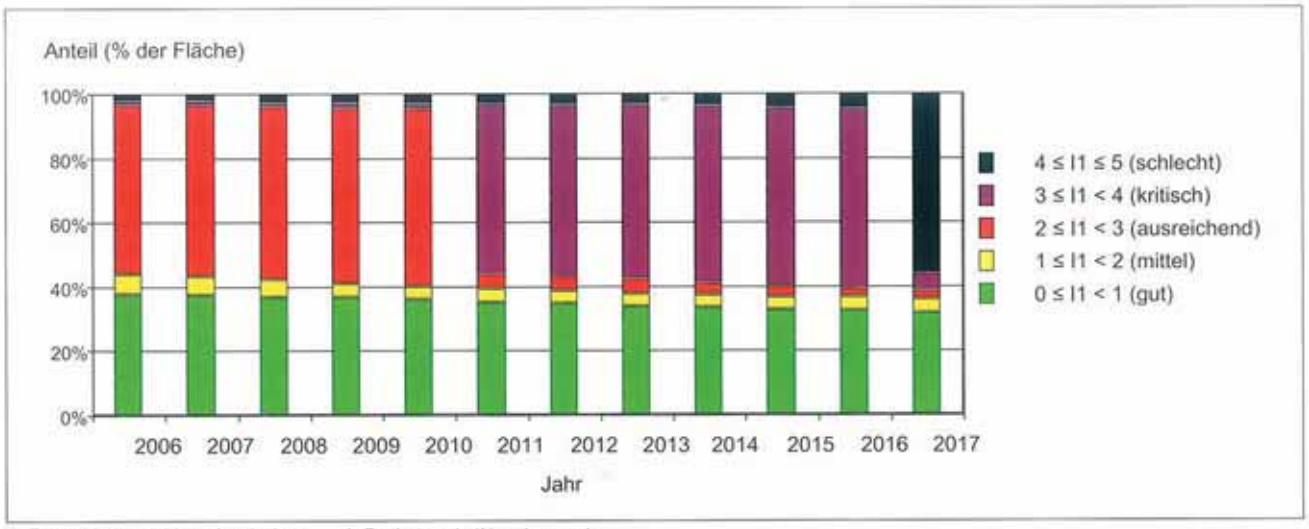

*3: Gesamt-Erhaltungsbedarf des kantonalen Strassennetzes (Mio. CHF), inkl. Kosten der geplanten Veränderungsmassnahmen.*

*3: Ensemble des besoins d'entretien du réseau routier cantonal (en millions de CHF), y compris les coûts de mesures de modification.*

Dieses Kriterium war ebenfalls entscheidend bei der Ermittlung der dualen Strategie für das kantonale Strassennetz.
Die Abbildung 3 zeigt das Ergebnis der Massnahmenplanung, differenziert nach Massnahmen für Fahrbahnen, Entwässerung, Beleuchtung und Veränderungen auf. Damit wird der Gesamtbedarf an notwendigen Finanzmitteln aufgezeigt, der bis 2017 auszugeben wäre.

## Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die durchgeführte Wirtschaftlichkeitsanalyse konnte eindeutig zeigen, dass mit dem verfügbaren Budget von 8,0 Mio. Franken pro Jahr für die Fahrbahnen (inkl. Trottoirs sowie Beleuchtungen und Entwässerungen) das Strassennetz spätestens im 2011 und dann nochmals im




*4: Zustandsentwicklung $I_1$ mit dem Budget von 8,0 Mio. CHF/J.*

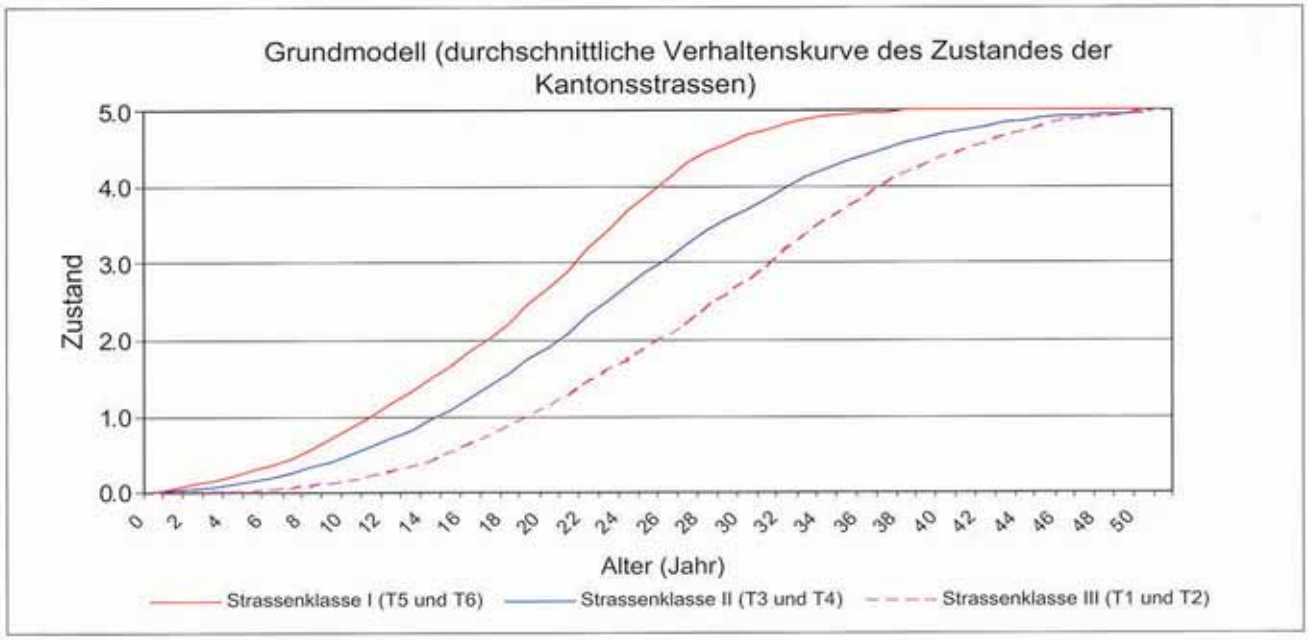
*4: Evolution de l'état $I_1$ avec le budget de 8 millions de CHF par an.*

2017 jeweils eine markante Verschlechterung seines Zustandes erfahren wird, so dass die Funktionsfähigkeit einer Anzahl von Abschnitten stark reduziert sein wird oder sogar nicht mehr gewährleistet werden kann (vgl. Abb. 4).

Der Hauptgrund dafür ist der hohe Anteil der «alten» Abschnitte, die jeweils zeitgleich ihre nützliche Lebensdauer erreichen werden. Dieser Umstand führte zur Herleitung einer dualen Erhaltungsstrategie des Strassennetzes, bestehend aus präventiver Sanierung der älteren Abschnitte (älter als 30 Jahre) mit Verstärkungs- oder Erneuerungsmassnahmen sowie kurativer Sanierung der anderen Abschnitte (nach dem Vorschlag des PMS-Premium). Für die Umsetzung dieser Strategie ist das bisherige Budget markant zu erhöhen.

Die Grundlage der Ermittlung der oben dargestellten Zustandsentwicklung war der im Frühjahr 2005 visuell erhobene Zustand der Strassen. Der danach folgende strenge Winter 2005/2006 sowie die Analyse der Altersstruktur des Strassennetzes führten für die Ermittlung der Zustandsentwicklung nach dualer Strategie zu einer angepassten Grundlage der Zustandsentwicklung ab 2005, so dass im angewendeten Prognosemodell mit einem weniger guten Zustand des Strassennetzes (als im 2005 erhoben) berechnet werden musste (vgl. Abb. 5, Grundmodell der Zustandsprognose). Aus dieser Abbildung geht hervor, dass die Zustandsprognose auf Grund differenzierter Betrachtung der Verhaltenskurve einzelner Strassenklassen (I, II und III) und unter Berücksichtigung der durchgeführten Massnahmen (d. h. ihrer Lebensdauer) wie folgt vorgenommen wird:

Zunächst wird die Zustandsprognose der Fahrbahn, unabhängig von Massnahme, auf Grund der Verhaltenskurven der Fahrbahn durchgeführt (Grundmodell). Anschliessend wird der Rücksetzwert der durchgeführten Massnahme und dessen zeitlicher Verlauf ermittelt (mittels




*5: Grundmodell der Zustandsprognose (Prinzipieller Verlauf der Zustandskurve und Grundlage zur Berechnung des Nutzens).*

*5: Modèle de base pour la prévision de l'état (forme de principe de la courbe de l'état et base pour le calcul de l'utilité).*

| Massnahmen | Rücksetzwerte ($I_1$) | Homogene Gruppen | Lebensdauer der Massnahmen (J) I | II | III | Durchschnitt (J) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Risssanierung | 0.5 | A | 3 | 3 | 3 | 4 |
| Örtliche Belagsreparaturen (ca. 5 % der Fläche) | 0.5 | | 3 | 3 | 5 | |
| Örtliche Oberflächenbehandlung (Rep.-Zug) (ca. 20 % der Fläche) | 0.5 | | 3 | 3 | 5 | |
| Oberflächenbehandlung, <1 cm | 1.0 | B | 5 | 5 | 8 | 8 |
| Dünnschichtbelag kalt (Kaltmicro), <1 cm | 1.0 | | 8 | 8 | 10 | |
| Ersatz Deckschicht, 2–4 cm (Hocheinbau) | 2.5 | C | 12 | 12 | 15 | 14 |
| Ersatz Deckschicht, 2–4 cm (Niveaugebunden, mit Fräsen) | 2.5 | | 12 | 12 | 15 | |
| Randverstärkung oder teilweise Ersatz Deckschicht | 3.0 | D | 15 | 20 | 20 | 20 |
| 2-schichtige Belagserneuerung 8–13 cm (Hocheinbau) | 3.0 | | 20 | 20 | 25 | |
| 2-schichtige Belagserneuerung 8–13 cm (Niveaugebunden, mit Fräsen) | 3.0 | | 20 | 20 | 25 | |
| samterneuerung Belag (3-schichtig), 17–22 cm | 4.0 | E | 30 | 35 | 40 | 35 |
| Gesamterneuerung Fahrbahnoberbau, 60 cm (Belag 3-schichtig) | 5.0 | F | 40 | 45 | 50 | 45 |
| Keine Massnahme | 0.0 | G | 0 | 0 | 0 | 0 |

*6: Gruppen der homogenen Massnahmen.*

*6: Groupes de mesures homogènes*

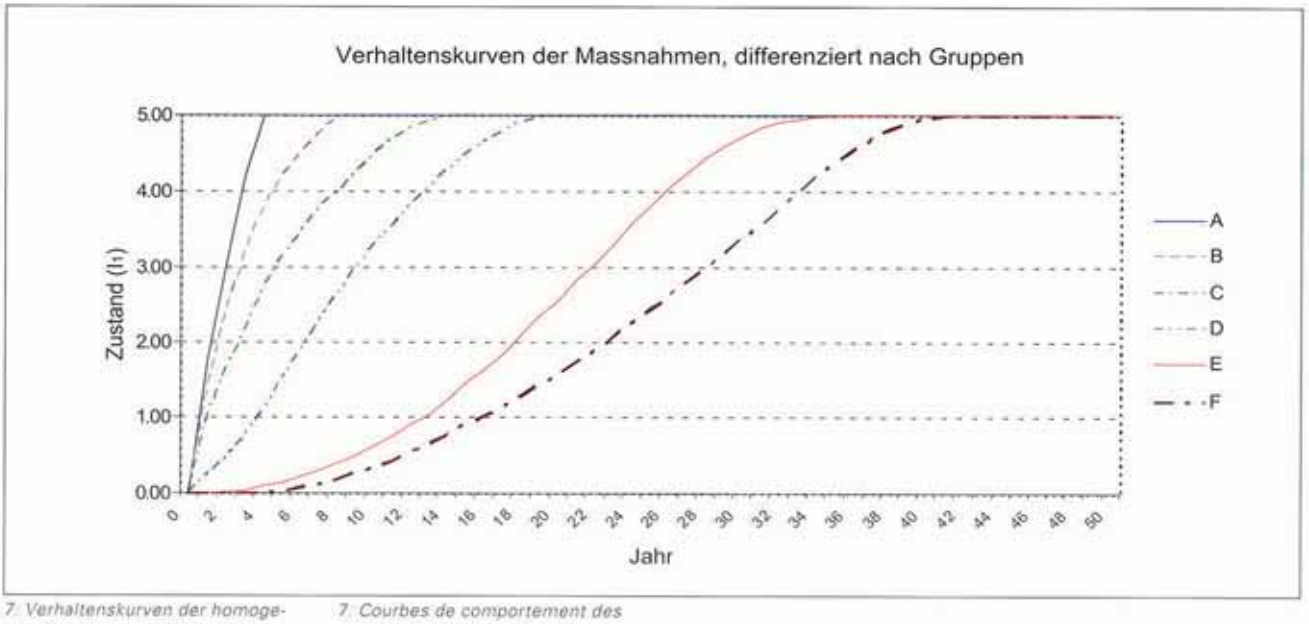
Rücksetzwert und Verhaltenskurven der Massnahmen). Das Minimum aus dem Vergleich dieser beiden Werte ergibt den effektiven Zustandswert der Fahrbahn.

## Lebensdauer der Massnahmen

Zur Ermittlung der Eignung einzelner Massnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer der Fahrbahn wurden sie in «homogenen» Gruppen zusammengefasst. Als Kriterium gilt ihre Eigenschaft zur Substanzerhaltung des Oberbaus. Die Abbildung 6 enthält die gebildeten Gruppen der Massnahmen mit angenommenen Angaben über ihren Rücksetzwert (in $I_1$-Einheit) sowie eingemittelter durchschnittlicher Lebensdauer.

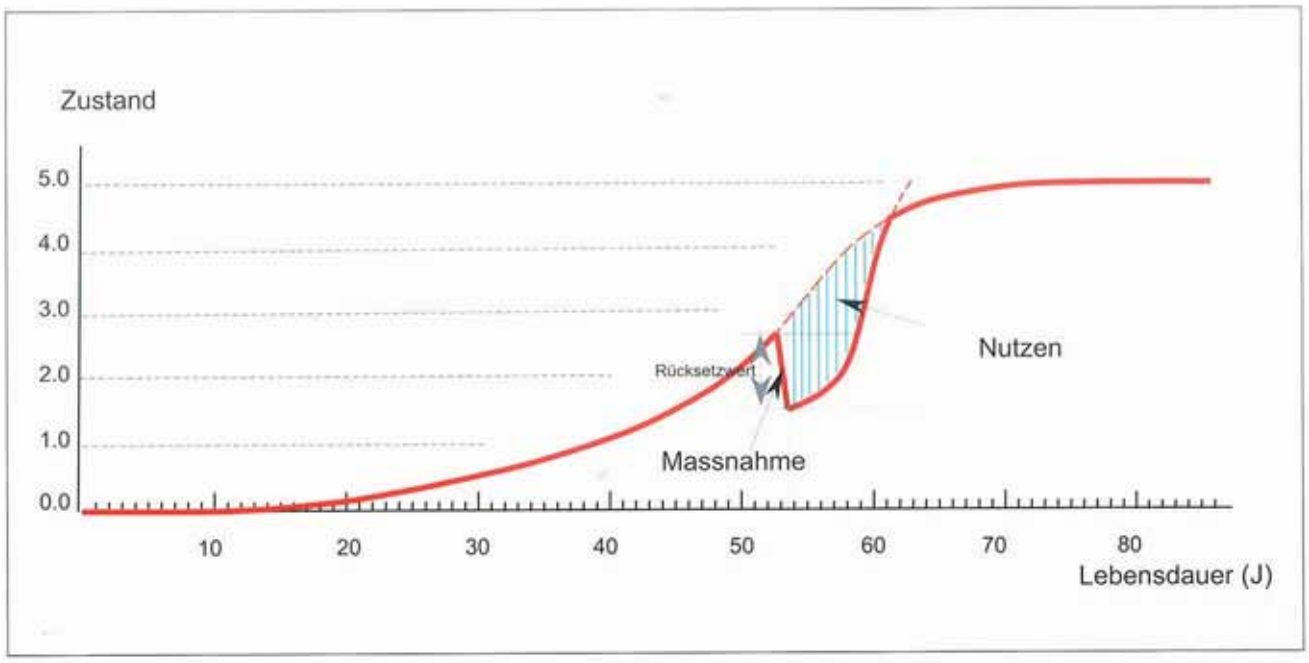
## Verhaltenskurven der Massnahmen

Die Abbildung 7 zeigt die entsprechenden «Verhaltenskurven» einzelner homogenen Gruppen der Massnahmen, gemäss ihrer Lebensdauer.




*7: Verhaltenskurven der homogenen Gruppen von Massnahmen.*

*7: Courbes de comportement des groupes homogènes de mesures.*




*8. Verfahren zur Berechnung der Zustandsentwicklung der Fahrbahn nach Durchführung einer Massnahme und deren Nutzen (Beispiel «homogene Gruppe B» aus Abb. 7).*

*8. Procédé pour le calcul de l'évolution de l'état de la chaussée après l'exécution d'une mesure et de son utilité (exemple «groupe homogène B» de la figure 7).*

Diese Verhaltenskurven sind durch die Form des Grundmodells sowie die erwartete Wirkungs- bzw. Lebensdauer der einzelnen Gruppen von Massnahmen ermittelt worden.

Um den Beitrag einzelner Massnahme zur Zustandsverbesserung zu ermitteln, muss pro Massnahme (bzw. Gruppe der Massnahmen) ein Rücksetzwert eingesetzt werden, der das Potenzial der Zustandsverbesserung (ausgedrückt in $I_1$-Einheiten) wiedergibt. Dieser Wert ist aus der Abbildung 6 zu entnehmen.

Für die Berechnung des Zustandes der Fahrbahn nach Durchführung einer Massnahme wird folgende Formel benutzt:

$Zx = ZR - RW + ZMX$

Darin bedeuten:

Zx = Zustandswert der Fahrbahn im Jahr x (aus der Verhaltenskurve der Fahrbahn)

ZR = Zustandswert der Fahrbahn im Jahr der Realisierung der Massnahme

RW = Rücksetzwert der Massnahme (aus der Abb. 6)

ZMX = Zustandswert der Massnahme im Jahr x.

Nach der Berechnung des Wertes Zx wird er mit dem Zustandswert der Fahrbahn im Jahr x verglichen und der minimale Wert gilt als der massgebende Zustandswert der Fahrbahn nach Durchführung einer Massnahme (vgl. Abb. 8).

Die Berechnungen ergaben, dass mit einem Budget von 19,5 Mio. Franken pro Jahr die duale Strategie umgesetzt und nachhaltig eine akzeptable Zustandsverteilung des Strassennetzes beibehalten werden konnte (vgl. Abb. 10).

Die Abbildung 9 zeigt das Budget 2005 im Vergleich mit dem Budget für die duale Strategie.

Der entsprechende aus dem PMS-Premium resultierte Erhaltungsplan der Fahrbahnen ist in der Abbildung 11 abgebildet.

| Budget-Komponenten (Mio. CHF/J) | 2005 | Duale Strategie |
|---|---|---|
| Fahrbahnen (inkl. Trottoirs, Beleuchtungen und Entwässerungen) | 8.0 | 19.5* |
| Kunstbauten | 4.5 | 4.5 |
| Veränderungsmassnahmen | 4.0 | 3.0 |
| **Total** | **16.5** | **27.0** |

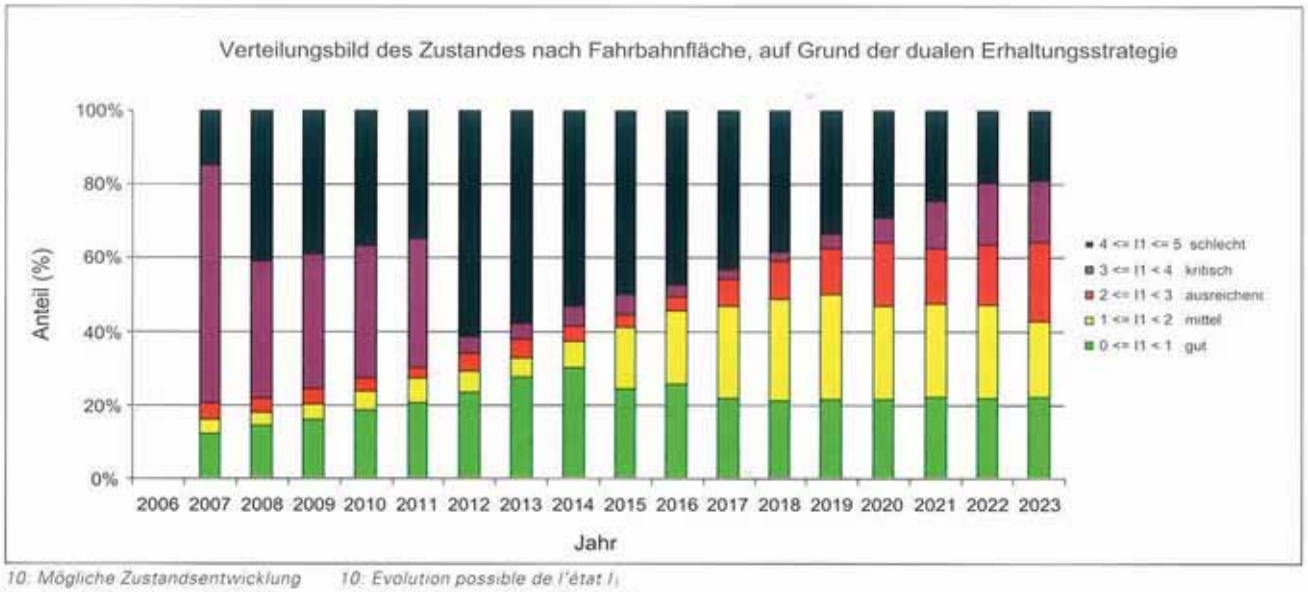
* inkl. Trottoirs, Beleuchtungen und Entwässerungen

*9. Vergleich des Budgets vom 2005 und desjenigen der dualen Strategie.*

*9. Comparaison du budget de 2005 avec celui de la stratégie duale.*

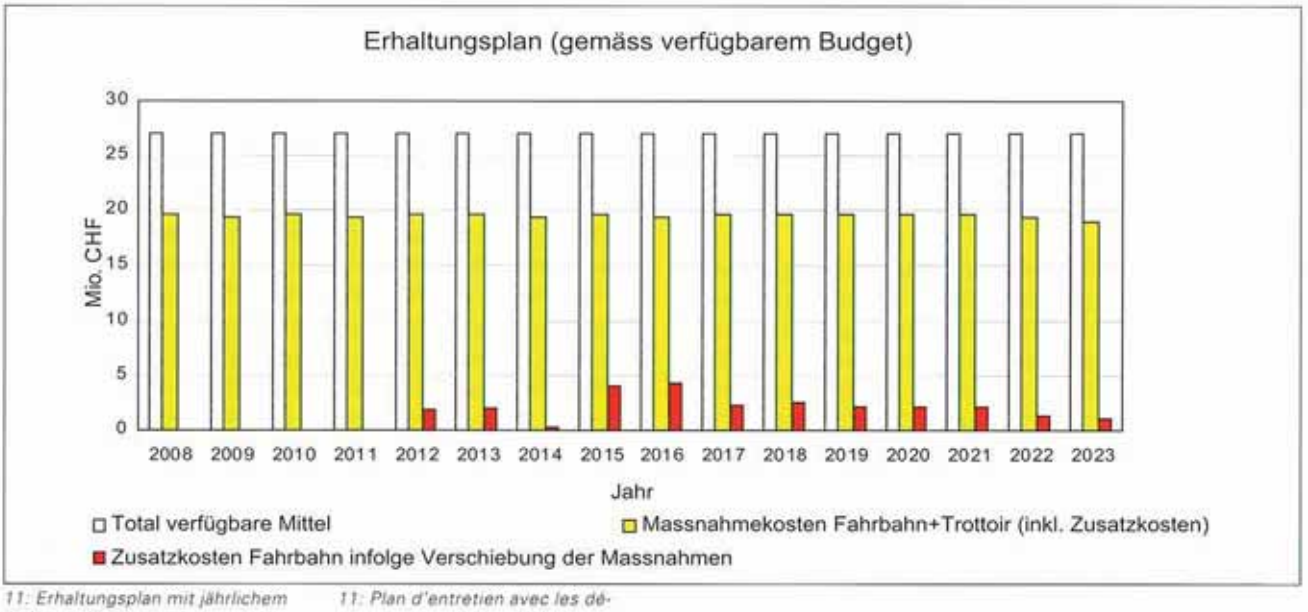
## Beschluss des Regierungsrates

Auf Grund der durchgeführten Wirtschaftlichkeitsanalyse mit dem PMS-Premium hat das Tiefbauamt einen Antrag an den Regierungsrat des Kantons Basel-Landschaft zur Erhöhung des Erhaltungsbudgets gestellt. Dieser wurde per Beschluss vom 5. September 2006 genehmigt, worin Folgendes festgehalten ist: «Der Mittelbedarf in den nächsten zehn Jahren für die nachhaltige Erhaltung der Kantonsstrassen beträgt ca. 25 bis 30 Mio. Fr. pro Jahr und für die schweizerischen Hauptstrassen im Mittel ca. 10 Mio. Fr. pro Jahr. Diese Investitionen in die Werterhaltung sind im Investitionsprogramm mit der Priorität 1 zu berücksichtigen.» Damit kann die duale Strategie umgesetzt werden.




*10: Mögliche Zustandsentwicklung $I_1$ * dem Budget von 19,5 Mio. C entsprechend «dualer Strategie»).*

*10: Evolution possible de l'état $I_1$ avec le budget de 19,5 millions de CHF par an (correspondant à la «stratégie duale»).*




*11: Erhaltungsplan mit jährlichem Aufwand für Massnahmen der Fahrbahn.*

*11: Plan d'entretien avec les dépenses annuelles pour des mesures sur les chaussées.*

## Ausblick

Zurzeit wird für das «PMS-Premium» im Kanton Basel-Landschaft ein neues Modul entwickelt, womit die optimalen Massnahmenpakete gebildet und priorisiert werden. Diese Massnahmenpakete bestehen aus Einzelmassnahmen für Fahrbahnen, wobei auch für Trottoirs, Beleuchtungen und Entwässerungen entsprechende Massnahmen (sofern nach Bestimmungen im «PMS-Premium» erforderlich) in das Paket aufgenommen werden. Die Bildung von Massnahmenpaketen erfolgt nach Homogenität der Realisierungszeit der Massnahmen für Fahrbahnen sowie ihrer Lage (zusammenhängende Erhaltungsabschnitte). Ein solches Massnahmenpaket wird für einen Erhaltungsabschnitt festgelegt.

Aus praktischen Gründen ist die Anzahl dieser Erhaltungsabschnitte pro Jahr beschränkt (etwa 40 bis 45), so die Mehrjahresplanung sowohl nach diesem Aspekt, als auch nach Einhaltung des verfügbaren Budgets durchzuführen ist. Es ist vorgesehen, dass nach jeder Zustandserhebungskampagne, im Sinne einer «rollenden» Planung, die erarbeiteten Grundlagen für die Massnahmenplanung systematisch aktualisiert werden. Die Ergebnisse der Planung und Priorisierung von Massnahmenpaketen gelten als Grundlage für die Mehrjahresplanung des Tiefbauamtes, die dann mit den Budgetzahlen für die Erhaltung der Kunstbauten und den Veränderungsmassnahmen ergänzt werden. ■