

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN

Arbeitsgruppe "Sonderaufgaben"

Arbeitsausschuß 9.15 "Systematik der Straßenerhaltung"

FGSV – Arbeitspapier Nr. 9/F1

"Systematik der Straßenerhaltung"

Teil F

Abschnitt F 1

Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Die in Form von Arbeitspapieren herausgegebenen Arbeitsergebnisse von Gremien der FGSV stellen Zwischenergebnisse weitergehender Arbeiten oder kurzfristig erarbeitete Beiträge zur weiteren Diskussion aktueller Fragen dar.

Diese Arbeitspapiere sind nicht innerhalb der FGSV abgestimmt und deshalb noch nicht als Stellungnahme der FGSV zu betrachten.

November 1990

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 1

Gliederung

- 1 Einführung
- 2 Problembeschreibung
- 3 Anwendungsbereich
- 4 Datenbasis
 - 4.1 Bestandsdaten
 - 4.2 Erhaltungsintervalle
 - 4.3 Maßnahmearten
 - 4.4 Maßnahmekosten
 - 4.5 Investitionszeitreihen
- 5 Verfahren
 - 5.1 Strategiemodellverfahren
 - 5.2 Zielmodellverfahren
- 6 Auswertung
- 7 Schrifttum
 - Anlagen
 - Beispiele für die Bildung von Merkmalsgruppen

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 2

1 Einführung

Der Arbeitsausschuß "Systematik der Straßenerhaltung" stellt seine Arbeitsergebnisse in Form von Arbeitspapieren vor. Sie beinhalten keine Regeln der Technik, sondern haben vorläufigen Charakter und sollen als Diskussions- und Erprobungsgrundlage dienen.

Das vorliegende Papier ist Teil einer Reihe, die sich mit der Systematik der Straßenerhaltung befaßt und wie folgt gegliedert ist:

- A Problembeschreibung
- B Grundlagen
- C Zustandserfassung
- D Zustandsbewertung
- E Auswahl der Maßnahmeart
- F Ermittlung des Finanzbedarfs
- G Ausführung
- H Datensammlung

Das Papier stellt eine Kurzinformation dar und kann deshalb nicht alle vorliegenden Forschungsergebnisse und Erkenntnisse wiedergeben.

2 Problembeschreibung

Die erforderlichen Kosten für die Erhaltung der Verkehrsflächen werden überwiegend noch durch Fortschreibung der in der Vergangenheit verfügbaren Haushaltsmittel abgeschätzt. Diese Zahlen besitzen jedoch nur eine geringe Überzeugungskraft und Zuverlässigkeit. Es stellt sich deshalb die Aufgabe, den mittel- bis langfristigen Finanzbedarf mit Hilfe einer objektiven Analyse des Anlagenbestandes, und zwar im Hinblick auf Art, Umfang und Zustand der Verkehrsflächen sowie der entsprechenden Erhaltungsmaßnahmen zu ermitteln.

Solange Zustandsdaten nicht vorliegen, kann die Bedarfsprognose nur auf der Grundlage der Bestandsdaten und weitergehenden Kenntnissen über die Altersstruktur und die Nutzungsdauern der Anlagenteile erfolgen.

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 3

Mit dem vorliegenden Arbeitspapier sollen insbesondere Hinweise gegeben werden zum Untersuchungsablauf bzw. zu Art und Umfang des für die Bedarfsermittlung erforderlichen Datenmaterials.

Die Art der Berechnungsdurchführung reicht je nach verfügbaren Daten von der einfachen Summenbildung (siehe Bild 3: Dreieckverteilung oder Gleichverteilung) bis zur Anwendung der stochastischen Simulation (Monte-Carlo-Methode) mit Hilfe der Datenverarbeitung. Darauf wird im einzelnen nicht eingegangen.

3 Anwendungsbereich

Die Prognose des Finanzbedarfs umfaßt alle großflächigen baulichen Maßnahmen zur Erhaltung der vorhandenen Verkehrsflächen außerhalb von Kunstbauwerken (Brücken, Tunnels usw.) ohne wesentliche Veränderung der Nutzungsart dieser Flächen.

Dabei wird unterschieden zwischen Maßnahmen zur Erhaltung des einmal geschaffenen Substanz- und Gebrauchswertes (**Erhaltung im engeren Sinne**) und Maßnahmen zur Verbesserung der Befestigungssubstanz (Bild 1), jeweils nach dem Stand der Technik, aber ohne nennenswerte Erweiterung der Kapazität.

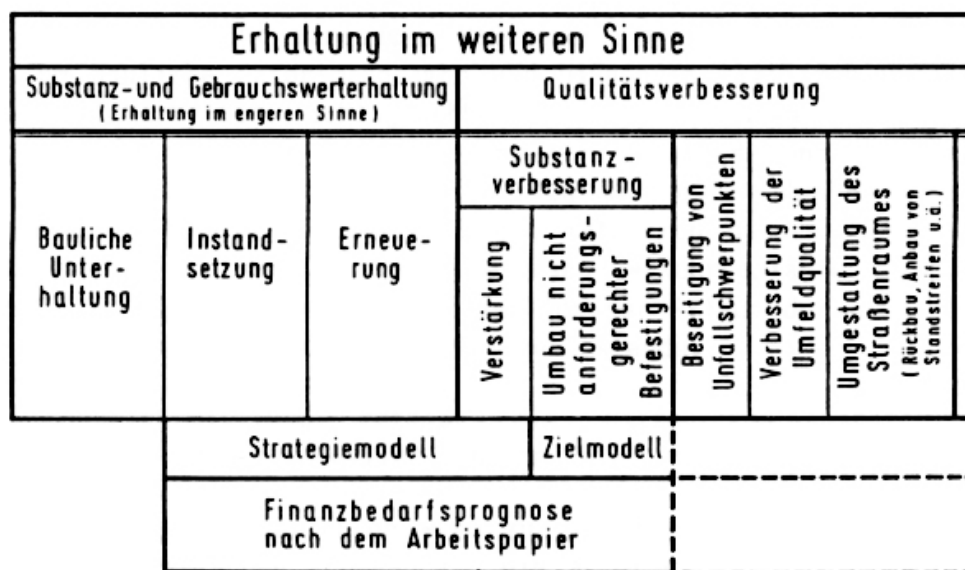


Bild 1: Anwendungsbereich der Finanzbedarfsprognose

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 4

Die Maßnahmen der **Erhaltung im engeren Sinne** und die qualitätsverbessernden Maßnahmen werden unter dem Begriff der **Erhaltung im weiteren Sinne** zusammengefaßt.

Zu den qualitätsverbessernden Maßnahmen gehören neben den Maßnahmen zur Substanzverbesserung auch solche, die nicht oder nur indirekt durch den Zustand der Befestigungen veranlaßt werden, wie z. B. die Beseitigung von Unfallschwerpunkten,

- der Bau von Lärmschutzanlagen (Wälle, Wände usw.),
- die Umgestaltung des Straßenraumes beispielsweise
 - ◆ durch Rückbau von Fahrbahnflächen in Verbindung mit der Verbreiterung und/oder der Anlage von Gehwegen, Radwegen, Parkständen, Baumgräben usw.,
 - ◆ im Zusammenhang mit der Einführung von Zonen-Geschwindigkeitsbeschränkungen oder
 - ◆ im Zusammenhang mit der Einrichtung von verkehrsberuhigten Bereichen und Fußgängerbereichen,
- die Verbesserung der Trassierung im Grund und/oder Aufriß.

Diese Maßnahmen sind nicht Gegenstand der Finanzbedarfsprognose.

Dies gilt auch für die Maßnahmen der **baulichen Unterhaltung** und die zu **Betrieb und Wartung** zählenden Maßnahmen. Bei den ersteren handelt es sich um bauliche Sofortmaßnahmen und Maßnahmen kleineren Umfanges, wie z. B. Flickarbeiten, Schlaglochbeseitigung, Abfräsen von Verformungen und die kleinflächige Umpflasterung von Pflaster- und Plattenbelägen. Die Kosten dieser Maßnahmen lassen sich am ehesten über Erfahrungswerte (Dimension: DM/qm · a) abschätzen. Die letzteren dienen zur Aufrechterhaltung eines sicheren und reibungslosen Verkehrsablaufes (z.B. Winterdienst, Straßenreinigung) einschließlich der Pflege der Grünflächen und der technischen Überwachung des Anlagenbestandes.

Die Bedarfsermittlung erfolgt mit Hilfe von **Strategiemodellen** (Abschn. 5.1) und **Zielmodellen** (Abschn. 5.2).

Das **Strategiemodellverfahren** wird zur Finanzbedarfsprognose für diejenigen Verkehrsflächen angewendet, die aufgrund der physischen Alterung das Ende der Nutzungsdauer erreicht haben. Im Strategiemodell werden Art, Anteile und zeitliche Folge der Erhaltungsmaßnahmen abgebildet.

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 5

Im **Zielmodellverfahren** wird der Finanzbedarf für den Umbau nicht anforderungsgerechter Verkehrsflächen und der Erhaltungsaufwand vor und nach dem Umbau ermittelt. Die Umbaumaßnahmen werden durchgeführt, weil die Qualität der Verkehrsflächen nicht mehr den heutigen Anforderungen an den Benutzungskomfort oder den optisch-ästhetischen Eindruck genügt (funktionale Alterung). Die maßgebliche Zielgröße ist der Flächenumfang der Umbaumaßnahmen innerhalb eines bestimmten Zeitraums. Dieser Umbauanteil wird unabhängig vom Alter und vom aktuellen Zustand der Befestigung festgelegt.

In der Finanzbedarfsprognose werden im wesentlichen folgende Maßnahmengruppen berücksichtigt:

(a) **Instandsetzungsmaßnahmen**

(an anforderungsgerechten und nicht anforderungsgerechten Verkehrsflächen)

Als (größere) Instandsetzungen werden die in kürzeren Zeitabständen überwiegend periodisch anfallenden Maßnahmen größeren Umfangs bezeichnet, die eine deutliche Anhebung des Gebrauchswertes bewirken. Sie reichen über größere zusammenhängende Flächen – bei Fahrbahnen mindestens über eine volle Fahrstreifenbreite – und umfassen, im Gegensatz zu den Erneuerungen, nur die Oberflächen- bzw. Deckschicht. Zu den Instandsetzungen zählen beispielsweise Oberflächenbehandlungen, Hocheinbau einer Deckschicht, Fräsen und Neueinbau einer Deckschicht, Repaven und Umpflastern von Pflasterdecken.

(b) **Erneuerungsmaßnahmen**

(an anforderungsgerechten Verkehrsflächen)

Maßnahmen der Erneuerung sind die in längeren Zeitabständen großenteils periodisch wiederkehrenden Maßnahmen im Hoch- oder Tiefeinbau, mit denen ein der Neuherstellung entsprechender voller Substanz- und Gebrauchswert wiederhergestellt wird. Ebenso wie die Instandsetzungsmaßnahmen reichen die Maßnahmen der Erneuerung über größere zusammenhängende Flächen – bei Fahrbahnen mindestens über eine volle Fahrstreifenbreite –. Bei Asphaltbauweisen umfassen die Erneuerungsmaßnahmen mehr als nur die Deckschicht mit einer Dicke von 3,5 bis 4 cm, d. h. mindestens auch die Binderschicht.

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 6

(c) **Verstärkungsmaßnahmen**
(an nicht anforderungsgerechten Verkehrsflächen)

Mit den Maßnahmen der Verstärkung wird die Befestigungsstruktur an die erhöhte Beanspruchung angepaßt. Diese Maßnahmen entsprechen weitgehend den Erneuerungsmaßnahmen.

(d) **Umbaumaßnahmen**
(an nicht anforderungsgerechten Verkehrsflächen)

Im Rahmen der Umbaumaßnahmen werden nicht anforderungsgerechte – i. d. R. nichtstandardisierte und häufig frostgefährdete – Altbauweisen oder Einfachbauweisen gegen neuzeitliche Bauweisen ausgetauscht. Dazu gehören z. B. bei Fahrbahnflächen der Ersatz von Makadam-Bauweisen durch richtliniengerechte Bauweisen oder bei Parkflächen der Ersatz von Oberflächenschutzschichten bzw. Deckschichten ohne Bindemittel durch Pflasterdecken.

4 Datenbasis

4.1 Bestandsdaten

Die Gesamtheit der Verkehrsflächen wird differenziert nach Verkehrsflächenarten:

- Fahrbahnen,
- Parkflächen,
- Gehwege,
- Radwege,
- Mischflächen u. a. m.

Für jede Verkehrsflächenart werden Merkmalsgruppen gebildet. In einer Merkmalsgruppe werden diejenigen Flächenanteile zusammengefaßt, die bestimmte gleichartige Merkmale aufweisen und an die ähnliche Anforderungen hinsichtlich der Oberflächenqualität gestellt werden. Diesen Merkmalsgruppen wird ein weitgehend homogenes Verhalten mit annähernd gleichen Wirkungen hinsichtlich der Erhaltungsmaßnahmen bzw. Erhaltungskosten sowie deren zeitlichen Abständen unterstellt. Dabei sind nur die bezüglich der Auswirkungen maßgebenden Merkmale zu berücksichtigen. Das sind

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 7

- Bauweise,
- Bemessung
- Belastung und
- Verkehrsflächenkategorie.

Bei der Bildung der Merkmalsgruppen sind folgende Gesichtspunkte zu beachten:

- (1) Der Anlagenbestand soll vollständig und hinsichtlich des Erhaltungsaufwandes repräsentativ vertreten sein.
- (2) Eine weitergehende Differenzierung ist nur dann sinnvoll, wenn sich aufgrund unterschiedlicher Einheitspreise bzw. Nutzungsdauern Änderungen bei den Erhaltungskosten ergeben.
- (3) Die Bestandsdaten müssen verfügbar oder durch Erhebungen einfach erfaßbar sein.

Vorschläge für die Auswahl der Merkmale:

– **Bauweise:**

- ◆ Standardisierte (neuzeitliche) Bauweise,
- ◆ nichtstandardisierte Altbauweise,
- ◆ Art der Decke (Deckschicht),
- ◆ Art der Tragschicht,
- ◆ Frostgefährdung.

– **Bemessung:**

- Fahrbahnen: Angabe der Bauklasse gem. RStO.
Bei Außerortsstraßen können in Abhängigkeit von der Straßenklasse Zusammenfassungen, z. B. BAB Bauklasse SV/I/II, vorge-nommen werden; bei Innerortsstraßen ist aus der Statistik i.a. nur die Bemessungsgruppe ("schwere", "mittelschwere" und "leichte" Befestigung) bekannt.
- Parkflächen: Angabe der Dicke der befestigten Schichten; falls möglich, Zuordnung zu einer Bauklasse gem. RStO.
- Geh- und Radwege: Angabe der Dicke der befestigten Schichten.

– **Verkehrsbelastung:**

- Fahrbahnen: Angabe der Verkehrsbelastungszahl (VB) bzw. der zugeordneten Bauklasse gem. RStO.
- Parkflächen: Angabe der gem. RStO vorzusehenden Bauklasse (bzw. der erforderlichen Dicke der befestigten Schichten).

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 8

- Geh- und Radwege: Angabe der erforderlichen Dicke der befestigten Schichten (in Anlehnung an die RStO).
Anmerkung: Aus dem Vergleich von Bemessung und Verkehrsbelastung bzw. erforderlicher Dicke ergeben sich die abgeleiteten Merkmale "vollbemessen" oder "unterbemessen" (in seltenen Fällen auch "überbemessen").

– **Verkehrsflächenkategorie**

- Fahrbahnen: Angabe von Funktion und Bedeutung der Straße. Bei Außerortsstraßen genügt i. a. die Angabe der Straßenklasse gem. Straßengesetz, bei Innerortstraßen die Unterscheidung nach Hauptverkehrs-, Hauptschließungs- und Erschließungsstraßen.
- Parkflächen, Geh- und Radwege: Differenzierung nach der Lage im Gemeindegebiet und/oder der Dichte, Art und Nutzung der angrenzenden Bebauung.

Die Bildung der Merkmalsgruppen erfolgt zweckmäßigerweise mit Hilfe von Entscheidungsbäumen. Im Bild 2 wird das an einem Beispiel zur Bildung einer Merkmalsgruppe für Außerortsstraßen dargestellt.

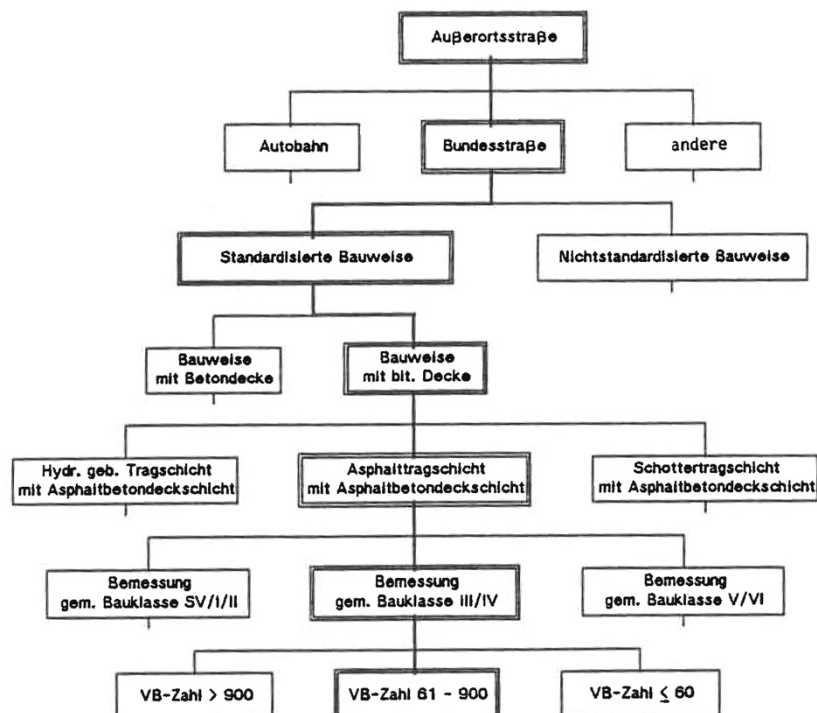


Bild 2: Entscheidungsbaum zur Bildung von Merkmalsgruppen (Beispiel 1: Einzelmerkmale doppelt umrandet)

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 9

Beispiel 1: Merkmalsgruppe einer Außerortsstraße
"Bundesstraße - standardisierte Bauweise – Asphalttragschicht – Asphaltbetondeckschicht – Bauklasse III/IV – Verkehrsbelastungszahl (VB) 60 – 900 (d. h. vollbemessen bzw. anforderungsgerecht) – nicht frostgefährdet".

Anmerkung: Das Merkmal "nicht frostgefährdet" kann bei standardisierten Bauweisen i. d. R. entfallen.

Beispiel 2: Merkmalsgruppe einer Innerortsstraße
"Erschließungsstraße – nichtstandardisierte Altbauweise (nicht anforderungsgerecht) – bituminöse Makadamdecke auf Packlage - frostgefährdet – leichte Befestigung – VB-Zahl 60 – 300".

Anmerkung: Das Merkmal "voll-" oder "unterbemessen" läßt sich bei nichtstandardisierten Altbauweisen i. a. nicht definieren; hier ist die VB-Zahl im Hinblick auf die Bemessung bei einem eventuellen Umbau von Bedeutung.

Weitere Beispiele für die Bildung von Merkmalsgruppen sind in der Anlage zusammengestellt.

4.2 Erhaltungsintervalle

Die Erhaltungsintervalle geben an, in welchen zeitlichen Abständen Erhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden. Die Ermittlung der Erhaltungsintervalle erfolgt über die Nutzungsdauer der Befestigungen bzw. einzelner Teile davon^{*)}.

Die Nutzungsdauer ist eine Zufallsgröße, d. h. eine Wahrscheinlichkeitsverteilte Größe. Im Bild 3 sind typische Beispiele für Wahrscheinlichkeitsdichten der Nutzungsdauer dargestellt. Bezogen auf größere Streckenabschnitte lassen sich die Wahrscheinlichkeiten als prozentuale Anteile der pro Jahr

^{*)} Anhaltswerte zu Nutzungsdauern finden sich in:

Schmuck, Alfred; Oefner, Gert; Rezanka, Susanne: Verfahren zur Finanzbedarfsprognose für die Straßenerhaltung bei Ortsdurchfahrten. Bonn: Bundesminister für Verkehr, 1988 (Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik 556)

Schmuck, Alfred: Erhaltungsstrategien für den Straßenoberbau. In: Bitumen 51 (1989) 3, S. 98 - 107

Hinsch, Klaus; Maerschalk, Günther; Pingel, Clemens: Untersuchungen zur Häufigkeitsverteilung von Erhaltungsmaßnahmen und Erhaltungsintervallen aufgrund von Netzanalysen. Bonn: Bundesminister für Verkehr, 1990 (Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik 584)

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 10

zu erhaltenden Flächen interpretieren (Ausfall- bzw. Erhaltungsflächen).

Die Verteilungen der Nutzungsdauern werden beschrieben durch den Erwartungswert $E(t)$ (= arithmetischer Mittelwert einer empirischen Verteilung) und den oberen sowie den unteren Grenzwert t_o , t_u (3σ -Grenze bei der Normalverteilung).

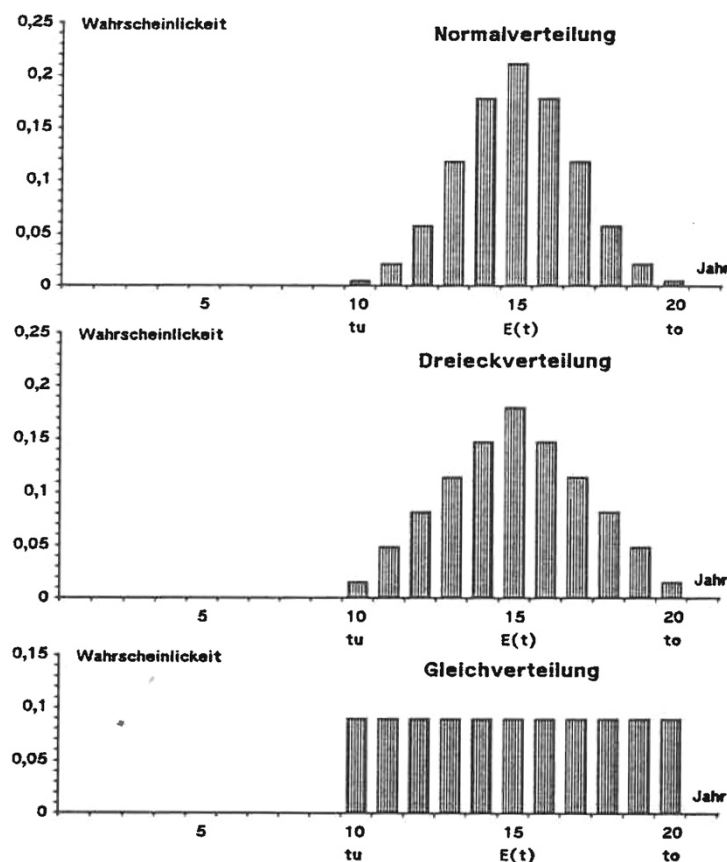


Bild 3: Beispiele für Wahrscheinlichkeitsdichten der Nutzungsdauer

Bei Asphaltfahrbahnen ist i. a. von differenzierten Nutzungsdauern für

- die Deckschicht (Instandsetzung der Deckschicht),
- die Binderschicht (Erneuerung der Deck- und Binderschicht) und
- die Tragschicht (Erneuerung aller gebundenen Schichten)

auszugehen.

Im Bild 4 sind beispielhaft die Ausfallverteilungen der Deck- und der Binderschicht dargestellt. Die zeitliche Verteilung der jährlichen Erhaltungsflächen

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 11

ergibt sich aus der Überlagerung der Ausfallverteilungen.

Bei Pflaster- und Plattendecken bezieht sich die Angabe der Nutzungsdauern auf das vollständige Umpflastern des Bestandes innerhalb eines Zeitraumes. Dabei kann es vorkommen, daß einzelne Teilflächen überhaupt nicht, andere Teilflächen jedoch zwei- oder mehrmals umgepflastert werden.

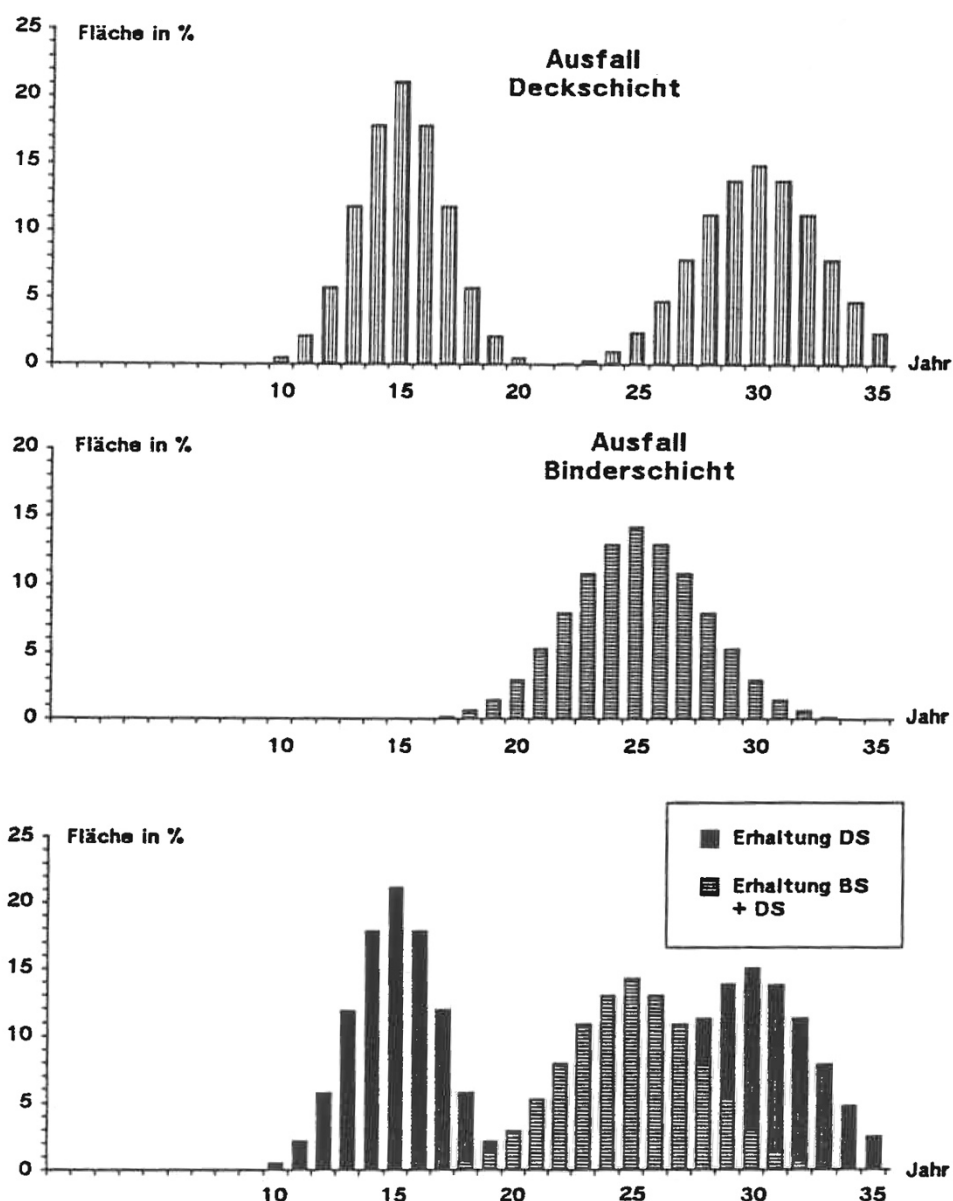


Bild 4: Beispiel für die Ausfallverteilungen von Deck- und Binderschicht und die daraus resultierende Verteilung der Erhaltungsflächen

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 12

4.3 Maßnahmearten

Aus der Vielzahl der möglichen Maßnahmearten für die Instandsetzung, Erneuerung, die Verstärkung und den Umbau von Verkehrsflächen ist eine Auswahl zu treffen unter besonderer Berücksichtigung einer

- *wirtschaftlichen Erhaltungspraxis* und von
- *Zielvorstellungen* hinsichtlich der *Verkehrsflächenqualität*.

Die Erhaltungsmaßnahmen lassen sich hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den künftigen Zustand unterscheiden in:

- (1) Maßnahmen, mit denen die Befestigungssubstanz gerade noch erhalten wird, der Gebrauchswert aber fortlaufend abnimmt;
- (2) Maßnahmen, die zu einer Sicherung der Netzqualität auf dem vorhandenen Niveau führen; diese Maßnahmen entsprechen weitgehend der derzeitigen Erhaltungspraxis und
- (3) Maßnahmen, mit denen im Lauf der Jahre die Netzqualität hinsichtlich ihres Substanz- und Gebrauchswertes schrittweise verbessert wird.

Weiterhin ist zu prüfen, welche Maßnahmen bzw. Maßnahmefolgen aus technischen Gründen (z. B. Gefahr von Schubverformungen beim Hocheinbau) oder wegen vorhandener Höhenbindungen möglich ist.

Bei derselben Merkmalsgruppe kommen i. d. R. mehrere Maßnahmearten zur Durchführung. Bild 5 zeigt ein Beispiel für die Festlegung der Anteile der Maßnahmearten zur Instandsetzung einer Asphaltdeckschicht. Diese Anteile sind nicht exakt vorherbestimmbar. Zur Berücksichtigung der Unsicherheit dient die Angabe von entsprechenden Bandbreiten dieser Anteile. Daraus lassen sich dann mögliche Bandbreiten für die Erhaltungskosten pro Flächeneinheit ermitteln.

Bei den zum Umbau vorgesehenen, nicht anforderungsgerechten Verkehrsflächenbefestigungen sind folgende Maßnahmearten festzulegen:

- (1) Maßnahmen zur provisorischen Substanzwerterhaltung:
(Erhaltung im engeren Sinne)

Einfachmaßnahmen, mit denen die im Prognosezeitraum nicht zum Umbau vorgesehenen Flächen und die Flächen vor dem Umbau erhalten werden. Dabei kann noch dahingehend differenziert werden, daß bei den Flächen ohne Umbau entweder höherwertige Maßnahmen

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

November 1990

Blatt 13

oder dieselben Maßnahmen in kürzeren Zeitabständen als bei den Flächen mit Umbau angesetzt werden (Beispiel: Maßnahmart "Oberflächenbehandlung" bei den Flächen ohne Umbau im Abstand von 5 Jahren, bei den Flächen mit Umbau im Abstand von 7 Jahren).

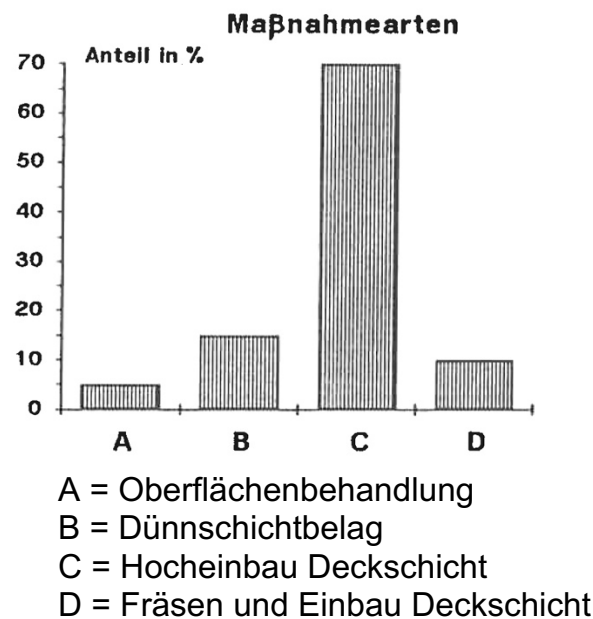


Bild 5: Beispiel für die Festlegung der Maßnahmeartanteile
(Instandsetzung einer Asphaltdeckschicht)

- (2) Maßnahmen zur anforderungsgerechten Anpassung:
(Erhaltung im weiteren Sinne)

Umbaumaßnahmen, d. h. der Ersatz der vorhandenen Befestigung durch eine den heutigen Qualitätsansprüchen genügende Befestigung.

- (3) Maßnahmen zur dauerhaften Substanzwerterhaltung:
(Erhaltung im engeren Sinne)

Erhaltungsmaßnahmen an den umgebauten Flächen (Instandsetzung oder Erneuerung).

4.4 Maßnahmekosten

Die Maßnahmekosten werden nach den örtlichen Vergabepreisen ermittelt. Diese sind insbesondere innerorts in starkem Maße von der Losgröße abhängig. Die Maßnahmekosten sind deshalb als gewichteter Mittelwert aus den in der Praxis beobachteten Losgrößen zu bilden.

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990Blatt 14

Falls die Vergabepreise sprunghafte Veränderungen gegenüber den davor liegenden Jahren aufweisen, muß eine Korrektur in Form einer Anpassung an den langfristigen Preistrend vorgenommen werden. Der langfristige Mittelwert der jährlichen Steigerungsraten für die Straßenbaupreise beträgt 3,4 % (Bild 6). Beispielsweise hätte die Bedarfsprognose auf der Grundlage der 1980 erzielten Vergabepreise zu einem überhöhten Finanzbedarf geführt.

Zusatzkosten für Anpassungs- und Nebenarbeiten (Borde, Rinnen, Einbauten, Anschlußflächen usw.) werden den Einheitspreisen pauschal zugeschlagen. Sie können mit Hilfe überschlägiger Kalkulationen ermittelt werden.



Bild 6: Relative Veränderungsdaten für den Bauleistungspreis "Straßenbau"

Bei der Erhaltung von Pflaster- und Plattendecken, d.h. dem Umpflastern, ist auf den Umfang des erforderlichen Materialersatzes zu achten.

4.5 Investitionszeitreihen

Die Erstellung von Investitionszeitreihen ist nur erforderlich für diejenigen Flächenbestände, deren Erhaltungsbedarf mit Hilfe des Strategiemodellverfahrens ermittelt wird.

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 15

Die Altersstruktur des nach Merkmalsgruppen differenzierten Verkehrsflächenbestandes wird durch die Investitionszeitreihen beschrieben (Bild 7). Die Investitionszeitreihen enthalten Angaben über die absoluten oder prozentualen Anteile und die zeitliche Verteilung der in der Vergangenheit hergestellten oder letztmalig erneuerten Flächen der einzelnen Merkmalsgruppen (welcher Flächenanteil wurde in welchem Jahr hergestellt oder letztmalig erneuert?).

Die Daten können vor Ort erhoben oder aus Bauakten sowie statistischen Aufschreibungen abgeleitet werden.

Häufig ist es zur Festlegung der Investitionszeitreihen einfacher und auch ausreichend, für größere Zeiträume, z.B. 5 Jahre, den Flächenanteil abzuschätzen. Innerhalb der Zeiträume werden diese Anteile dann gleichmäßig aufgeteilt (vgl. Bild 7).

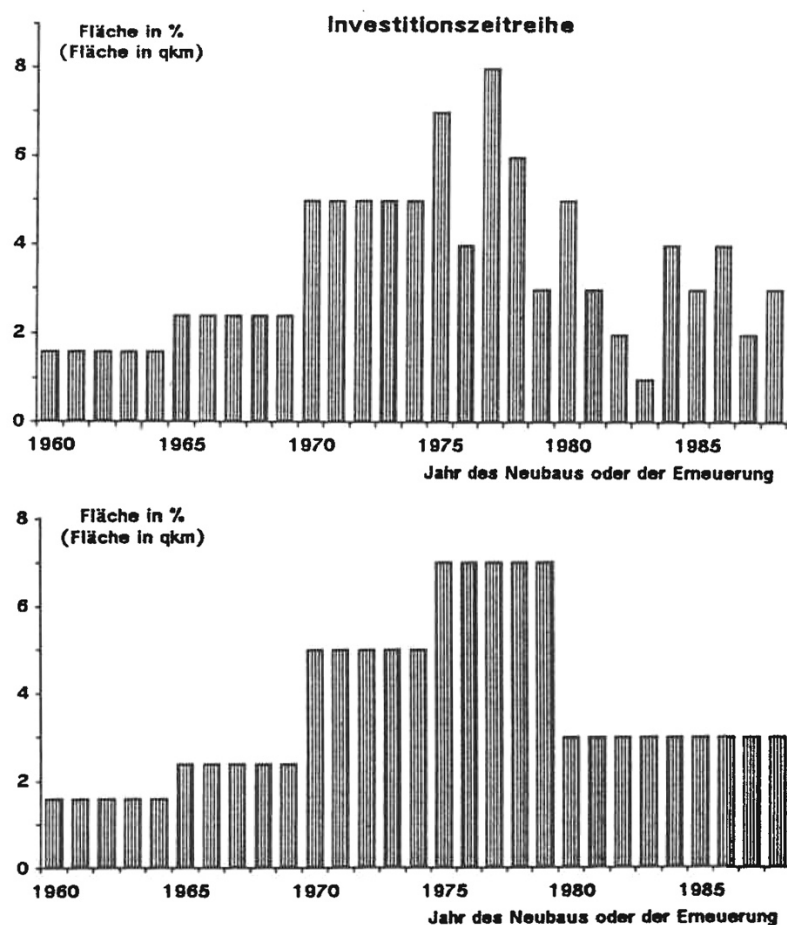


Bild 7: Beispiele für Investitionszeitreihen

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 16

5 Verfahren

5.1 Strategiemodellverfahren

Im Strategiemodell werden Art, Zeitpunkte und Folge der Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung des Substanz- oder Gebrauchswertes abgebildet. Die Strategiemodelle werden den Merkmalsgruppen zugeordnet. Die Untergliederung des Anlagenbestandes sollte nur insoweit vorgenommen werden als sich dafür differenzierte Strategiemodelle formulieren lassen.

Zur wirklichkeitsnahen Wiedergabe der Realität werden die Modellvariablen

- Nutzungsdauer bzw. Erhaltungsintervalle,
- Anteile der Maßnahmentearten und
- Maßnahmekosten

als wahrscheinlichkeitsverteilte, im einfachsten Falle als gleichverteilte Eingabedaten gewählt. Ersatzweise kann das Ausmaß der Unsicherheit auch durch Sensitivitätsanalysen aufgezeigt werden.

Der Berechnungsablauf (für den Bestand einer Merkmalsgruppe) ist im Bild 8 dargestellt. Er besteht aus folgenden Schritten:

- (1) Für jeden einzelnen Investitionsjahrgang werden über die Nutzungsdauern (Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Erhaltungsintervalle) die künftigen jährlichen Erhaltungsflächen ermittelt.
- (2) Die Erhaltungsflächen aller Jahrgänge werden summiert und ergeben den gesamten jährlichen Umfang der Erhaltungsmaßnahmen.
- (3) Aus den Anteilen der Maßnahmentearten und deren jeweiligen Einheitspreisen werden die Erhaltungskosten pro Flächeneinheit ermittelt (Wahrscheinlichkeitsverteilungen oder Bandbreiten).
- (4) Die jährlichen Erhaltungskosten werden gebildet als Produkt aus den Erhaltungsflächen und den relativen Erhaltungskosten.
- (5) Die jährlichen Erhaltungskosten werden zu mittleren Kosten, bezogen auf einen längeren Zeitraum, z.B. Halbddekaden = Zeitraum von 5 Jahren, zusammengefaßt.

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
 Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
 auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November

1990 Blatt 17

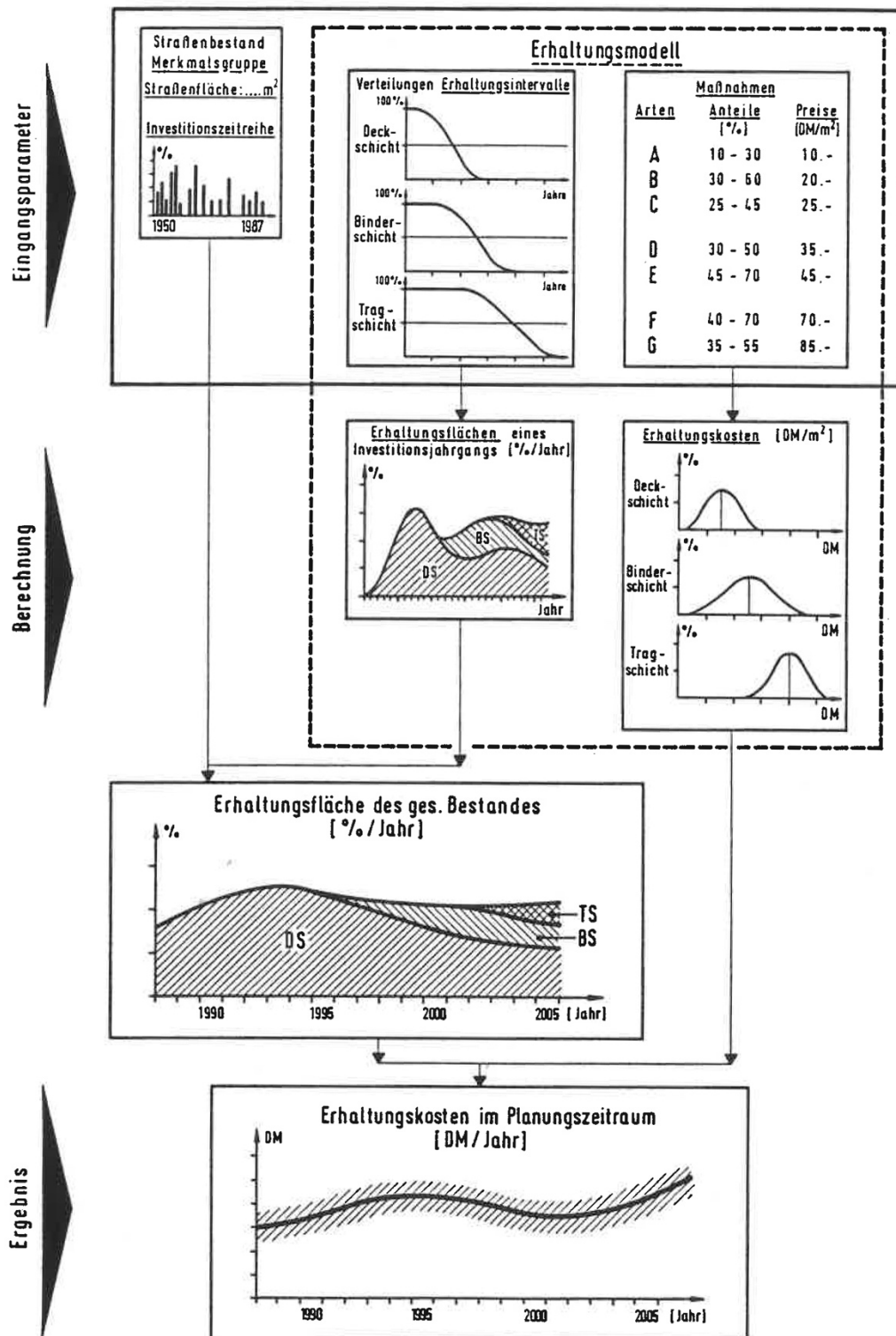


Bild 8: Ablauf des Strategiemodellverfahrens

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 18

Die Durchführung der Berechnung kann analytisch oder mit Hilfe der stochastischen Simulation (Monte-Carlo-Methode) erfolgen. Im ersten Falle wird der Einsatz der Datenverarbeitung empfohlen, im zweiten Falle ist er erforderlich.

5.2 Zielmodellverfahren

Das Ergebnis der Zielmodellrechnung besteht aus der Angabe der zu erwartenden Kosten, wenn im Prognosezeitraum ein bestimmter Anteil der nicht anforderungsgerechten Verkehrsflächen umgebaut wird (Wenn-dann-Prognose). Dieser Anteil wird zweckmäßigerweise zwischen 0% und 100% (Schrittweite 20%) variiert. Die Unsicherheiten bezüglich des tatsächlichen Erhaltungsaufwandes ergeben sich vor allem aus den nicht vorhersehbaren Entscheidungen.

Inhalt des Zielmodells sind zunächst Umfang und Art der Maßnahmen zur grundlegenden Verbesserung der Qualität nicht anforderungsgerechter Verkehrsflächen. Der Umfang der Umbaumaßnahmen ist weitgehend disponibel und bestimmt sich nicht nur aus Gründen der Verkehrssicherungspflicht und Wirtschaftlichkeit sondern auch auf Grund von Entscheidungen auf der politischen Ebene.

Der Erhaltungsaufwand im Prognosezeitraum wird getrennt für die im Abschnitt 4.3 genannten Maßnahmengruppen berechnet. Im einzelnen sind das die

- Maßnahmen zur provisorischen Substanzwerterhaltung,
- Maßnahmen zur anforderungsgerechten Anpassung (Umbaumaßnahmen) und
- Maßnahmen zur dauerhaften Substanz- und Gebrauchswerterhaltung.

Zur Ermittlung des Mittelbedarfs für die provisorische Substanzwerterhaltung der Altbestände kann folgende Vereinfachung vorgenommen werden: Die Kosten der in regelmäßigen Abständen durchzuführenden Einfachmaßnahmen werden in jährlich konstante Kosten pro Flächeneinheit umgerechnet. Die Anwendung des Strategiemodellverfahrens ist i. a. schon deshalb nicht möglich, weil die Investitionszeitreihen nicht bekannt sind.

Die Ermittlung des Finanzbedarfs für die dauerhafte Substanz- und Gebrauchswerterhaltung der umgebauten Flächen erfolgt mit Hilfe des

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 19

Strategiemodellverfahrens. Die Investitionszeitreihe ergibt sich aus den jährlichen Umbauflächen.

Unter der Voraussetzung

- einer gleichbleibenden Umbaufläche pro Jahr im Prognosezeitraum und
- der Annahme von jährlich konstanten Kosten pro Flächeneinheit für die vor dem Umbau noch zu erhaltenden Flächen

können die Umbaufläche und die Kosten für die provisorische Substanzwerterhaltung mit den nachstehenden Ansätzen ermittelt werden (vgl. Bild 9). Dabei werden die Werte zweckmäßigerweise für Zeiträume von jeweils fünf Jahren (Halbdekaden) bestimmt.

Die gesamte **Umbaufläche** F_{AA} , und die **Kosten** für die **provisorische Substanzwerterhaltung** KER_{PrS} im Zeitraum t_1 , t_2 ergeben sich zu

$$F_{AA} = F \cdot \frac{FU}{100 \cdot d_p} \cdot (t_2 - t_1) \quad [m^2]$$

und

$$KER_{PrS} = F \cdot \frac{FU}{100} \cdot KER_{PrS,a} \cdot \left[t_2 - t_1 - \frac{0,5}{d_p} \cdot (t_2^2 + t_2 - t_1^2 - t_1) \right] \quad [DM]$$

mit F = Flächenbestand der Merkmalsgruppe $[m^2]$
 FU = Umbauanteil im Prognosezeitraum [%]
 d_p = Prognosezeitraum [a]
 t_1 = Zeitpunkt am Beginn des Zeitraumes
 t_2 = Zeitpunkt am Ende des Zeitraumes
 $KER_{PrS,a}$ = jährlicher (konstanter) Kostensatz für die provisorische Substanzwerterhaltung pro Flächeneinheit $[DM/m^2 \cdot a]$.

Zur Berechnung der Werte für ein bestimmtes Jahr i ist t_{i-1} anstelle von t_1 und t_i anstelle von t_2 zu setzen.

6 Auswertung

Das Ergebnis der Finanzbedarfsprognose hängt in erster Linie von den angenommenen bzw. vorgesehenen Maßnahmearten sowie den angesetzten Einheitspreisen und Nutzungsdauern ab. Bei dem Vergleich der berechneten Kosten mit den in der Vergangenheit tatsächlich getätigten Ausgaben ist

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
 Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
 auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 20

zu berücksichtigen, daß diese häufig nicht den erforderlichen Mitteln entsprechen sondern durch finanzielle Zwänge bedingt sind.

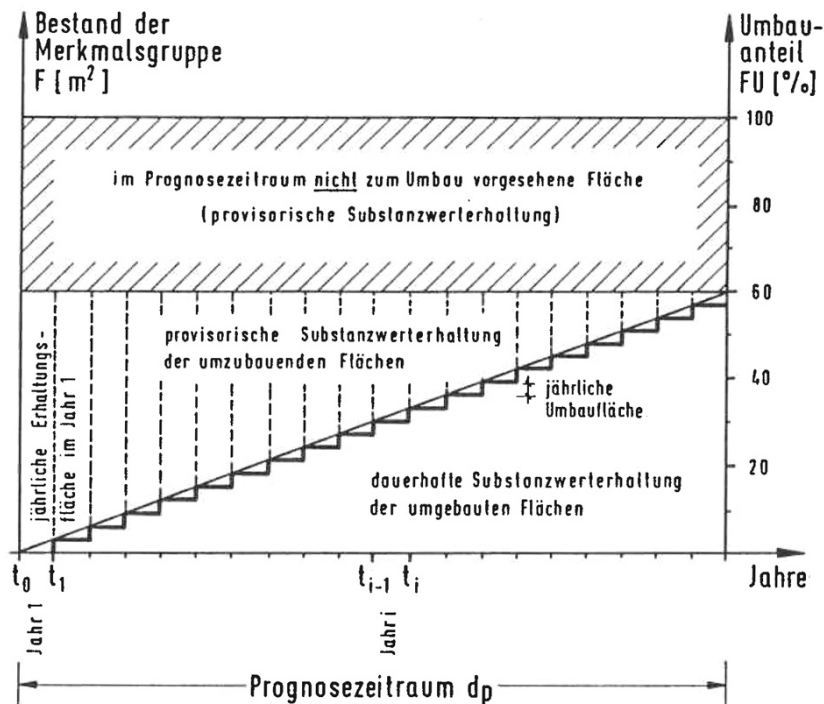


Bild 9: Ermittlung der Umbauflächen (anforderungsgerechte Anpassung) und der Flächen für die provisorische Substanzwerterhaltung

Weiterhin ist abzuschätzen, ob und in welchem Ausmaß ein Teil der Erhaltungsmaßnahmen von Bediensteten der Bauverwaltungen ausgeführt werden. Am ehesten dürfte das zutreffen auf die Erhaltung der bituminösen Altbauweisen und der Pflaster- und Plattendecken.

Der mit Hilfe des Strategiemodellverfahrens berechnete absolute bzw. relative Erhaltungsbedarf wird zunächst, i. a. getrennt für jede Merkmalsgruppe, als jährlicher Wert dargestellt. Da es bei der mittel- bis langfristigen Kostenschätzung weniger auf die Werte einzelner Jahre sondern eher auf die mittleren Werte über einen längeren Zeitraum ankommt, werden aus den Jahreskosten die mittleren Jahreskosten für jeweils 5 Jahre (Halbdekaden) ermittelt (Bild 10).

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 21

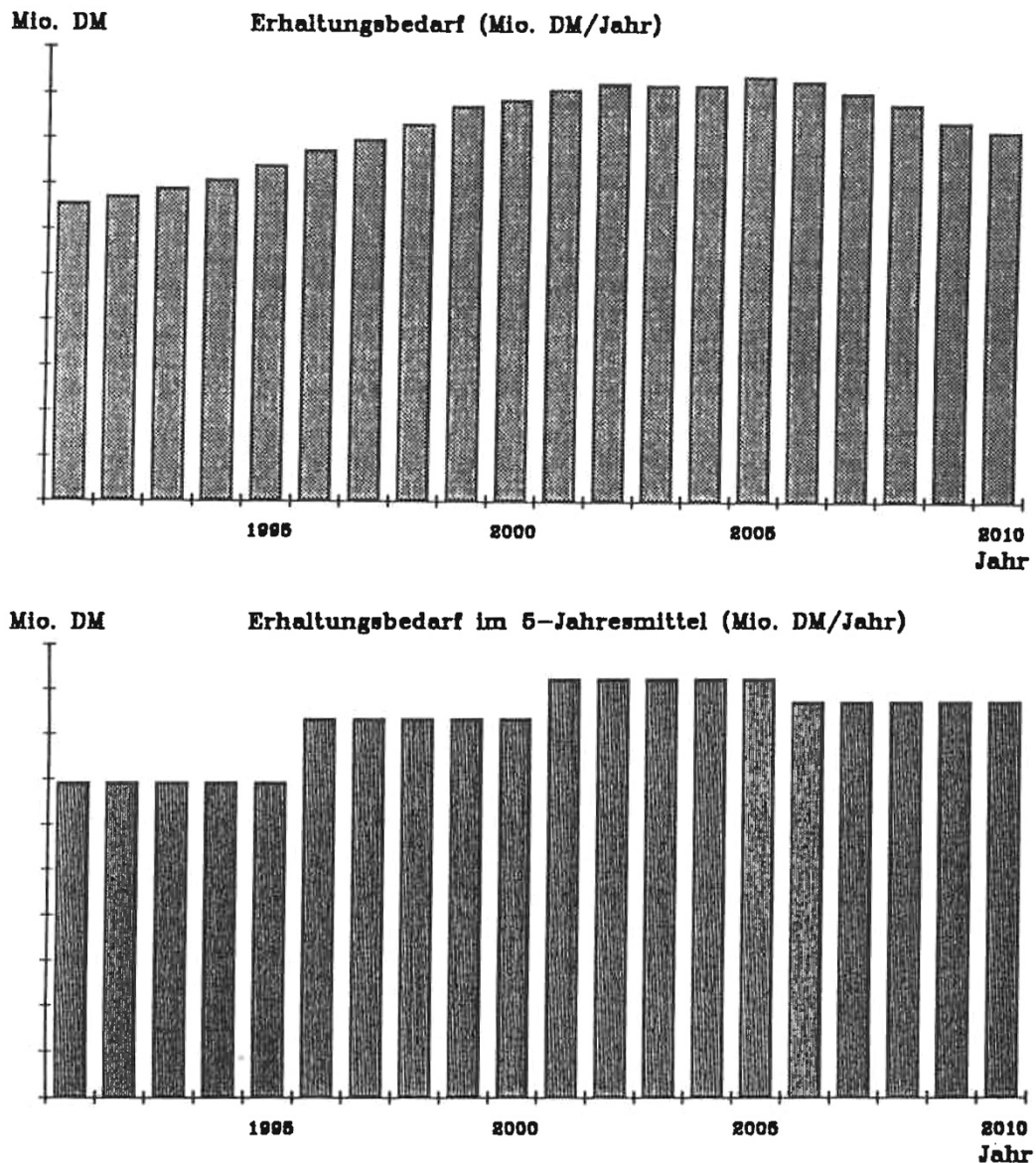


Bild 10: Beispiel für die Ergebnisdarstellung (Strategiemodellverfahren)

Der Erhaltungsbedarf des Gesamtnetzes oder einzelner Netzteile (z. B. das Netz der Landesstraßen) wird abschließend, unter Einbeziehung der mit dem Zielmodellverfahren ermittelten Erhaltungskosten, in Abhängigkeit von dem Umbauanteil dargestellt (Bild 11). Die Finanzbedarf für die dauerhafte Substanzwerterhaltung umfaßt dabei alle auf der Grundlage von Strategiemodellen im Strategie- und im Zielmodellverfahren berechneten Erhaltungskosten.

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

Stand November 1990

Blatt 22

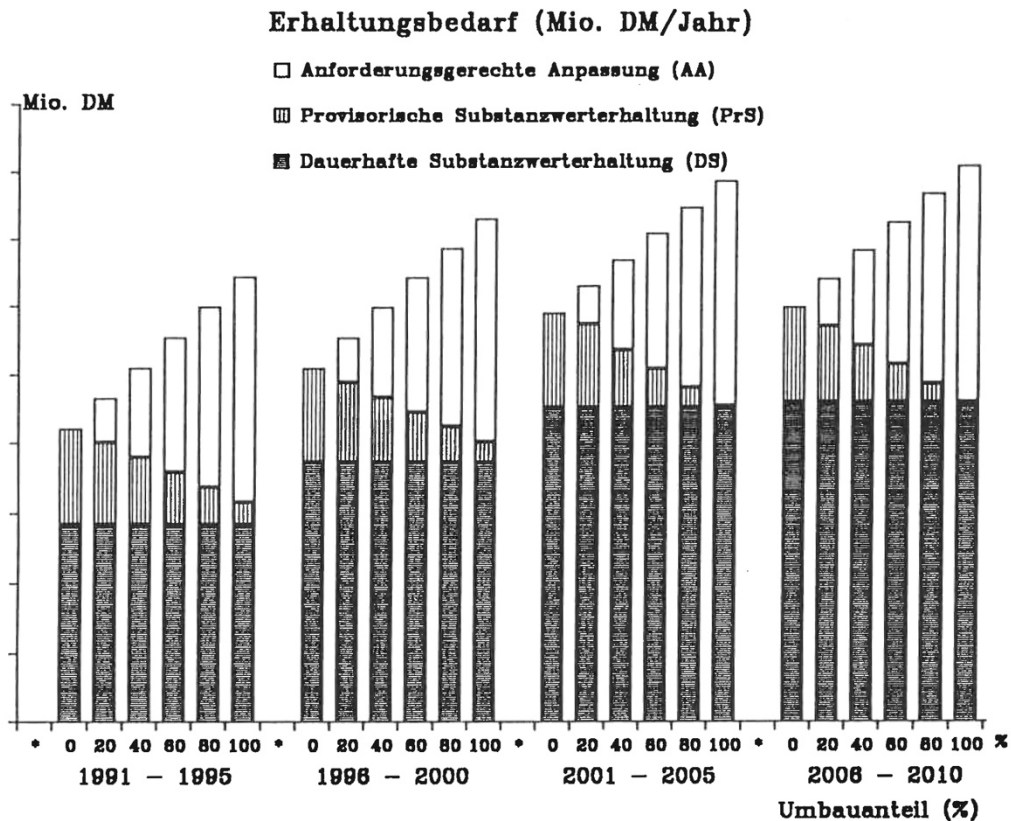


Bild 11: Beispiel für die zusammenfassende Darstellung des Erhaltungsbedarfs

7 Schrifttum

Schmuck, Alfred; Oefner, Gert; Rezanka, Susanne: Strategiemodellverfahren zur Ermittlung des Finanzbedarfs für die Erhaltung des Straßenoberbaues Bonn: Bundesminister für Verkehr, 1985 (Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik 456)

Schmuck, Alfred: Straßenerhaltung mit System – Grundlagen des Managements. Bonn : Kirschbaum, 1987

Schmuck, Alfred; Oefner, Gert; Rezanka, Susanne: Verfahren zur Finanzbedarfsprognose für die Straßenerhaltung bei Ortsdurchfahrten. Bonn: Bundesminister für Verkehr, 1988 (Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik 556)

Schmuck, Alfred: Erhaltungsbedarf - Methodik und Zuverlässigkeit von Bedarfsermittlungen. In: Straße und Autobahn 40 (1989), S. 178 - 188

Arbeitspapier zur SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG

Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose auf der Grundlage von Bestandsdaten

Anlage 1

Befestigungskategorie									
neuezeitliche (standard.) Bauweisen					Altbauweisen				
Schichtaufbau und Zeile der RStO 89 (Bauweise)									
bit. Decke		bit. Decke		bit. Decke		bit. Decke		bit. Decke	
bit. Trag-schicht		bit. Trag-schicht		bit. Trag-schicht		bit. Trag-schicht		bit. Decke mit/ohne Profilauf-holung auf bitumin. Makadam-decke	
FSS		Boden-verfestigung		Schotter-/Kiestrag-schicht		hydr. geb. Trag-schicht		ohne FSS	
FSS		FSS		FSS		FSS		entfällt	
1		2		3/4		6			
vorh. Bauklasse gem. RStO 89 (Bemessung)									
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	
III		VI		I		II		III	
I		II		III		I		II	

Beispiel für die Bildung von Merkmalsgruppen für Außerortsstraßen mit bituminöser Befestigung

Arbeitspapier zur
SYSTEMATIK DER STRASSENERHALTUNG
Abschnitt F 1: Hinweise zur Durchführung einer Finanzbedarfsprognose
auf der Grundlage von Bestandsdaten

		Befestigungskategorie									
		neuezeitliche (standard.) Bauweisen					Altbauweisen				
		Schichtaufbau und Zeile der RStO 89 (Bauweise) Klammerwert: Zeile der RStO 75					Schichtaufbau mit ungebundener Tragschicht				
		Betondecke	Betondecke	Betondecke	Betondecke	Betondecke	Betondecke	Betondecke	Betondecke	Betondecke	Betondecke
		hydr. geb. Trag- schicht oder Bodenver- festigung FSS	bit. Trag- schicht FSS	alte (ent- spannte) Betondecke FSS	hydr. geb. Trag- schicht oder Bodenver- festigung FSS	hydr. geb. Trag- schicht oder Bodenver- festigung FSS	Kiessand- Tragschicht FSS	Schotter- tragschicht FSS			
1 (2)		3 (2)									
entfällt											
Plattenlänge											
5 m		5 m	5 m	5 m	> 6 m	≤ 6 m	> 6 m	≤ 6 m	≤ 6 m	> 6 m	
vorb. Bauklasse gem. RStO 89 (Bemessung)											
Straßenkategorie	VB-Zahl	I	II/ III	I	II/ III	I	II/ III	I	II/ III	I	II/ III
		I	II/ III	I	II/ III	I	II/ III	I	II/ III	I	II/ III
Richtungsfahrbahn 3 Fahrstreifen mit Randstreifen	> 1800	x	x			x	x				
	≤ 1800		x				x				
Richtungsfahrbahn 2 Fahrstreifen mit Randstreifen	> 1800	x	x			x	x				
	≤ 1800		x				x				
Richtungsfahrbahn 2 Fahrstreifen ohne Randstreifen	> 1800										
	≤ 1800					x	x			x	

Beispiel für die Bildung von Merkmalsgruppen für Autobahnen mit Betondecken



Herstellung und Vertrieb:

FGSV Verlag GmbH

50999 Köln · Wesselinger Str. 17

Fon: 0 22 36 / 38 46 30 · Fax: 38 46 40