Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) / Bundesamt für Strassen

# TÄTIGKEITSABLÄUFE UND ENTSCHEIDUNGSHILFEN IM MANAGEMENT DER STRASSENERHALTUNG

Déroulement des activités et soutien du choix dans le cadre de la gestion de l'entretien des routes

Ernst Basler + Partner AG, 8702 Zollikon
Armin Steiner †

R.+R. Burger und Partner AG, 5400 Baden
Walter Landolt

Forschungsauftrag VSS199756 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute

Schlussbericht, November 2001

# Vorwort

Das Management der Strassenerhaltung (MSE) wird grundsätzlich durch die Strasseneigentümer, d.h. durch Gemeinden, Kantone sowie das Bundesamt für Strassen (ASTRA) betrieben. Seit einigen Jahren beschäftigt sich auch die VSS, insbesondere deren Fachkommission 7 (bis Ende 1997 FK 174), mit dem Thema. Als begleitende Kommission für das Forschungsvorhaben wurde dementsprechend die FK 7 bezeichnet.

Der vorliegende Forschungsbericht befasst sich schwergewichtig mit einem zentralen Teilbereich des MSE, nämlich mit der Substanzerhaltung (= baulicher Unterhalt und Erneuerung). Daneben befasst sich das MSE gemäss VSS Norm 640 900 auch mit den Teilbereichen betrieblicher Unterhalt und polizeiliche Verkehrsüberwachung und Verkehrsregelung.

Forschungsstelle ist Ernst Basler + Partner AG (A. Steiner) mit Unterstützung der Rafi Managementberatung (Dr. A. Rafi) und der R.+R. Burger und Partner AG (W. Landolt). Alle Firmen verfügen über langjährige Erfahrungen in allen Bereichen des MSE; sie unterstützen sowohl Gemeinden, kantonale Tiefbauämter und das ASTRA und sind in den entsprechenden Fachgremien der VSS tätig. Die Beiträge der Herren A. Rafi und W. Landolt umfassten im Wesentlichen die Erfassung und Darstellung der MSE-Abläufe in verschiedenen Kantonen im ersten Teil der Studie (Kap. 2.1 und Anhang A1). Die übrigen Teile der Studie und insbesondere der vorliegende Forschungsbericht wurden durch Ernst Basler + Partner AG erarbeitet.

Die Bearbeitung des Forschungsthemas im Jahre 1998 und Frühjahr 1999 fiel zusammen mit der Reorganisation der VSS FK 7 und der sich im Gang befindlichen Erarbeitung von MSE-Fachkonzepten für die einzelnen Expertenkommissionen der FK 7. Ebenfalls gleichzeitig erfolgte unter der Leitung des ASTRA eine Neuausrichtung der Unterhaltsplanung für die Nationalstrassen (Stichwort Prozessmodell, Lit. [5]). Der vorliegende Forschungsbericht berücksichtigt soweit möglich die genannten Entwicklungen in der erwähnten Periode.

Der Abschluss des Forschungsprojektes verzögerte sich infolge krankheitsbedingten Abwesenheiten des Hauptsachbearbeiters. In dieser Periode wurden seitens der FK 7 vor allem die MSE-Fachkonzepte weiterentwickelt.

# Inhaltsverzeichnis


Zusammenfassung ..... 1

Resumé ..... 3

1 Ausgangslage und Zielsetzung ..... 5
1.1 Ausgangslage ..... 5
1.2 Zielsetzung ..... 8

2 Vorgehen, Grundlagen ..... 9
2.1 Erfassung der Erfahrungen ..... 9
2.1.1 Literaturdurchsicht und Erfassung Praxis in Kantonen ..... 9
2.1.2 Auswertung und Grobbeurteilung nach Fachbereichen ..... 9
2.1.3 Auswertung und Grobbeurteilung nach Kantonen .. 11
2.1.4 Probleme in den Städten ..... 11
2.1.5 Prozessmodell NS ASTRA ..... 12
2.2 Beurteilung der Erfahrungen ..... 12
2.2.1 Feststellungen ..... 12
2.2.2 Beurteilung ..... 13

3 Gliederung der Tätigkeiten im „Verkehrssystem Strasse" ..... 14
3.1 Übersicht ..... 14
3.2 Substanzerhaltung als Ergebnis des Unterhalts ..... 16

4 MSE-Mantelgerüst mit Schwergewicht Substanzerhaltung ..... 17
4.1 Einleitung ..... 17
4.2 Hauptprozesse und Teilprozesse ..... 18
4.2.1 Übersicht ..... 18
4.2.2 Hauptprozess „Bau" ..... 21
4.2.3 Hauptprozess „Unterhalt" ..... 21
4.2.4 Hauptprozess „Betrieb" ..... 22
4.3 Teilprozess „Unterhaltsplanung" ..... 22
4.3.1 Ablauf Gesamtsystem ..... 23
4.3.2 Ablauf Teilsysteme ..... 24
4.3.3 Das Zusammenspiel Gesamtsystem – Teilsysteme .... 27

5 Der Schritt zur Anwendung ..... 29



Ernst Basler + Partner AG
Mühlebachstrasse 11 8032 Zürich
Telefon 01 395 16 16 Fax 01 395 16 17
E-Mail info@ebp.ch

## Anhänge

A1 Anhang: Übersicht über die MSE-Anwendungen in einzelnen Kantonen

A2 Literaturverzeichnis

# Zusammenfassung

Im ersten Teil der Forschungsarbeit wurden bestehende MSE-Verfahren und MSE-Instrumente analysiert. Dazu wurden die Verhältnisse in 9 Kantonen erfasst sowie eine Literaturauswertung vorgenommen. Daraus lassen sich folgende Haupterkenntnisse ziehen.

Bei vielen Strassenverwaltungen besteht ein Bedürfnis nach systematischen Abläufen und Instrumenten im Bereich der Planung der Substanzerhaltung. Dieser Bedarf wird sich aufgrund der sich weiter öffnenden Schere zwischen vorhandenen Mitteln und Mittelbedarf für die Substanzerhaltung der Infrastruktur Strasse in Zukunft weiter erhöhen.

Vor rund zehn Jahren haben innovative Strassenverwaltungen damit begonnen, solche Verfahren und Instrumente zu entwickeln und einzusetzen. Entsprechend diesem Vorgehen sind heute verschiedenste Verfahren und Instrumente im Einsatz, die sich in den Grundzügen zwar ähnlich sind, aber sich in verschiedenen wichtigen Bereichen (Begriffe, Methodik, Zuständigkeiten, Einsatz EDV usw.) wesentlich unterscheiden.

Im zweiten Teil der Forschungsarbeit wird deshalb eine Grundstruktur für die Unterhaltsplanung vorgeschlagen. Sie orientiert sich am Prozess- und Produktdenken in Übereinstimmung mit den Vorstellungen der wirkungsorientierten Verwaltungsführung (oder New Public Management (NPM)). Der Prozess „Unterhaltsplanung" erfolgt auf zwei Stufen:

**Erste Stufe**

Aus der Sicht des Gesamtsystems sind abschnittsweise Massnahmenpakete zu definieren. Diese Pakete definieren die Massnahmen der Substanzerhaltung terminlich, technisch sowie aus der Sicht der Verkehrsführung. Die Festlegung von Baustellen erfolgt somit ebenfalls mit der Definition der Massnahmenpakete. Kriterien für die Baustellenplanung sind deshalb im Teilprozess „Unterhaltsplanung Gesamtsystem" zu integrieren. Die Pakete sind mit der Finanzplanung in Einklang zu bringen.

Der Teilprozess „Unterhaltsplanung Gesamtsystem" besteht aus folgenden vier Schritten:

1) Bildung Unterhaltsabschnitte
2) Festlegung Massnahmenpakete
3) Baustellenkoordination
4) Auslösung von Unterhaltsprojekten

**Zweite Stufe**

Als Input für den Prozess auf der Stufe des Gesamtsystems sind von den einzelnen Teilsystemen (Strassenoberbau, Kunstbauten, elektromechanische Anlagen) - nach Vorgaben des Gesamtsystems - Massnahmenlisten bereitzustellen.

Der Teilprozess „Unterhaltsplanung Teilsystem" besteht aus folgenden fünf Schritten:

1) Festlegung Beurteilungseinheit
2) Zustandserfassung und -beurteilung
3) Prognose Zustandsentwicklung
4) Bildung Massnahmenvarianten
5) Bewertung Massnahmenvarianten

Im Bericht werden die einzelnen Schritte näher erläutert sowie ein Weg für die Umsetzung aufgezeigt.

# Resumé

Dans la première partie du travail de recherche les méthodes SGE et instruments SGE existant sont analysées. Pour ceci les circonstances dans neuf cantons ont été saisies et une évaluation de littérature a eu lieu. Les conclusions suivantes ont été retenues.

Il existe dans la plupart des administrations routières le besoin de déroulements systématiques et d'instruments dans le domaine de la planification du maintien de la substance. A l'avenir ces besoins vont continuellement augmenter vue la différence devenant toujours plus grande entre les moyens existants et les besoins exigés pour pouvoir conserver la substance de l'infrastructure routière.

Il y a dix ans, des administrations de routes innovatives ont commencé à développer et à utiliser ces méthodes et instruments. Selon ces procédés il existe aujourd'hui plusieurs méthodes et instruments qui sont employés et qui se ressemblent mais qui se distinguent par leurs caractéristiques (définitions, méthodes, compétences, emploi de l'information électronique etc.)

De ce fait la deuxième partie du travail de recherche propose une structure de base pour la planification de l'entretien. Elle s'oriente à la méthodologie du processus et du produit. Celle-ci est conforme avec la conception du New Public Management (NPM). Le processus de "planification de l'entretien" a lieu en deux étapes:

**1ère étape**

Du point de vue du système global les trains de mesures sont à définir par section. Ces trains définissent les mesures de la conservation du réseau des délais, de la technique et de la conduite de la circulation. L'établissement de chantiers se fait donc également par la définition des trains de mesures. Les critères pour la planification de chantiers sont de ce fait également à intégrer dans le processus partiel "planification de l'entretien du système global". Les différents trains doivent concorder avec la planification des finances.

Le processus partiels de la "planification de l'entretien du système global" se fait en quatre étapes:

A) Constitution des tronçons d'entretien
B) Définition des trains de mesures
C) Planification des chantiers
D) Mise en route projection

**2ème étape**

Comme contribution pour le processus au niveau du système global, des listes contenant les mesures à prendre sont à établir pour chaque système partiel (chaussées, ouvrages d'art, installations électromécaniques) d'après les données du système global.

Le processus partiel de la "planification de l'entretien du système partiel" se fait en cinq étapes:

1) Détermination unité d'évaluation
2) Relevé et évaluation de l'état
3) Prévisions de l'évolution de l'état
4) Envisager les variantes de mesures
5) Evaluation des variantes de mesures

Dans le rapport les différentes étapes seront expliquées et la méthode pour la réalisation sera mise en évidence.

# 1 Ausgangslage und Zielsetzung

## 1.1 Ausgangslage

Bedarf nach Instrumentarien zur Planung und Steuerung der Erhaltung

Seit es Strassen gibt, werden diese auch erhalten. Bis zu Beginn der achtziger Jahre wurden die verschiedenen Teile der Strassenverkehrsanlagen weitgehend unabhängig voneinander unterhalten. Die verschiedenen Unterhaltsarbeiten erfolgten für den Strassenkörper weitgehend unabhängig vom Brückenunterhalt. Stützmauern und die Strassenentwässerung wurden zusammen mit dem Strassenkörper unterhalten. Elektromechanische Ausrüstungen wurden primär zuerst in Städten in Form von Strassenbeleuchtungen und Lichtsignalanlagen installiert.

Charakteristisch war ferner die Tatsache, dass die Unterhaltsarbeiten auf relativ kurze Sicht geplant wurden, d.h. die Auslösung von Erhaltungsmassnahmen erfolgte im Allgemeinen dann, wenn sich eindeutig Schäden bemerkbar gemacht hatten. Der Ablauf einer typischen Massnahme verlief nach folgendem Muster:

- Schäden machen sich bemerkbar und werden von den zuständigen Strassenverwaltungen zum Anlass der Auslösung einer „Sanierungsmassnahme" genommen.
- Es wird, falls erforderlich, ein „Sanierungsprojekt" erarbeitet. Dabei werden teilweise auch verschiedene Ausführungsvarianten mit den zugehörigen Kosten ermittelt.
- Dann werden die Unterhaltsarbeiten durchgeführt. Der Verkehr wird durch Baustellensignalisationen gesteuert, aber die eigentliche Planung der Verkehrsführung findet im Allgemeinen erst mit der Baustellenplanung statt. Es gibt nur ansatzweise eine vorausschauende Planung, bei der die Verkehrsführung mitentscheidend ist für die Wahl der Variante der Unterhaltsmassnahme und die Art der Durchführung.

Diese Art der Strassenerhaltung gelangte zunehmend in Konflikt mit dem Verkehr und mit der Forderung nach einem möglichst wirtschaftlichen Einsatz der knapper werdenden finanziellen Mittel der öffentlichen Hand:

- Vorab auf dem Nationalstrassennetz nahm ab Mitte der achtziger Jahre der Unterhaltsbedarf altersbedingt zu und gleichzeitig hatte die Verkehrsbelastung ein Ausmass angenommen, das Baustellen mit Spurreduktionen zunehmend ausschloss. Mehr noch: Baustellen als solche wurden in der Öffentlichkeit mehr und mehr als Ärgernis wahrgenommen.

- Die Haushalte der öffentlichen Hand waren seit Beginn der neunziger Jahre stark defizitär. Die Forderung nach einem ökonomischen Mitteleinsatz zwang die Strassenbauer, Mittel und Wege zu einer verbesserten Planung der Erhaltungsmassnahmen zu suchen.

Damit stieg das Bedürfnis der Strassenverwaltungen nach Instrumentarien zur Planung und Steuerung der Erhaltung der Strassen. Das allgemeine Ziel der eingeleiteten Anstrengungen ist es, mit minimalem Aufwand und mit minimaler Verkehrsbehinderung die Funktion und Sicherheit einer Strassenverkehrsanlage auf lange Sicht sicherzustellen.

Seit ca. zehn Jahren MSE

Seit gut zehn Jahren wurden die Anstrengungen zur Schaffung und Einführung solcher Instrumentarien unter dem Begriff „Management der Strassenerhaltung (MSE)" zusammengefasst. Hauptakteure sind das Bundesamt für Strassen, die Tiefbauämter der Kantone sowie die Fachverbände VSS und SIA (letzterer vor allem im Bereich der Kunstbauten). 1985 erfolgte die Publikation von Lit. [15], die die Basis bildete für die heute noch bestehenden MSE-Normen der VSS (Lit. [4]).

Viele Akteure- viele Lösungsansätze

Die Vielzahl der Akteure und ihre jeweils besondere Ausgangslage und Bedürfnisse führte gleichzeitig zu einer Vielzahl von Lösungsansätzen. In der Praxis sind sie dadurch charakterisiert,

- dass die Lösungen im Allgemeinen „von unten" (bottom up) her entwickelt wurden, d.h. dass sie für die einzelnen Fachbereiche (Strassenoberbau, Kunstbauten, elektromechanische Einrichtungen) unabhängig voneinander entwickelt wurden,
- dass Instrumente entwickelt wurden, um vorgegebene Budgets in einem Fachbereich „optimal" zu verteilen,
- dass mit sehr unterschiedlichen zeitlichen Planungshorizonten (wenige Monate bis Jahre) operiert wurde,
- dass Informatik-Werkzeuge entwickelt wurden, die die verschiedensten Bedürfnisse befriedigen sollen, ohne dass die Bedürfnisse schon präzise formuliert sind,
- usw.

Vor- und Nachteile

Diese Vielfalt hat Vor- und Nachteile: Vorteile sind in der „Konkurrenz" zu suchen, die wie in jeder Konkurrenz zu verschieden guten Lösungen und mittels Erfahrungsaustausch zu Verbesserungsmöglichkeiten führt. Ebenfalls als Vorteil kann die Tatsache bezeichnet werden, dass sich viele Akteure ernsthaft mit dem Management der Strassenerhaltung befasst haben und deshalb verbreitet ein hohes Interesse und Problembewusstsein vorhanden ist. Aber die Nachteile sind auch unübersehbar: Die Lösungen sind teilweise inkompatibel, was vor allem bei gebietsübergreifenden Systemen (Beispiel Nationalstrassen) zu Schwierigkeiten führt. Zudem befassen sich

(zu) viele Institutionen mit immer wieder denselben Problemen bei „Adam und Eva" beginnend, was volkswirtschaftlich gesehen teuer ist.

Zweck der Forschungsarbeit: Einheitliches MSE-Mantelgerüst Top Down Ansatz

Die vorliegende Forschungsarbeit bezweckt, basierend auf den vielfältigen Erfahrungen verschiedener Akteure, die sich bewährenden bzw. die die zukünftigen Anforderungen erfüllenden Abläufe zu erkennen und in einem sogenannten MSE-Mantelgerüst zu beschreiben. Entscheidend ist der Grundsatz, dass sich die Forschungsarbeit konsequent auf eine gesamtheitliche Betrachtungsebene begibt und die Lösungen „von Oben" her (Top down) entwickelt. Was die Forschungsarbeit nicht leisten kann, ist die Beschreibung der detaillierten Anwendung, d.h. der Umsetzung des Mantelgerüstes auf die konkreten Verhältnisse einer bestimmten Strassenverwaltung. Diese „Übersetzungs- und Detaillierungsaufgabe" bleibt den Anwendern ihre ureigene Aufgabe (Hinweise hierzu finden sich im Kapitel 5).

Beschränkung auf Substanzerhaltung innerhalb MSE

Wie bereits im Vorwort erwähnt, beschränkt sich die Forschungsarbeit auf das Thema der Substanzerhaltung innerhalb des umfassenderen Begriffs des MSE gemäss VSS Norm 640 900. Unter Substanzerhaltung werden alle Tätigkeiten des baulichen Unterhalts und der Erneuerung verstanden. (In der Nationalstrassenverordnung NSV vom 18.12.95 zusammengefasst als „Unterhalt" bezeichnet). Nicht Gegenstand der vorliegenden Forschungsarbeit sind demzufolge die MSE-Tätigkeiten im Bereich des betrieblichen Unterhalts und des Verkehrs (Polizeiliche Verkehrsüberwachung und -regelung, Verkehrsbeeinflussung).

Koordination Gesamtsystem mit Teilsystemen erforderlich Begriffe PMS, BMS und EMS

Im Rahmen der Substanzerhaltung einer Strassenverkehrsanlage als Gesamtsystem geht es um die koordinierte Substanzerhaltung der Teilsysteme Strassenoberbau (PMS = Pavement Management System), Kunstbauten (BMS = Bridge Management System) und der elektromechanischen Einrichtungen (EMS = Elektromechanische Systeme). Die Substanzerhaltung der weiteren Teilsysteme wie Ausrüstungen und Nebenanlagen wird in der vorliegenden Forschungsarbeit ausgeklammert.

Teilsysteme in Städten: Strassenoberbau, Kanalisation, Werkleitungen

Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass in den Städten die für die Substanzerhaltung zu koordinierenden, relevanten Teilsysteme neben dem Strassenoberbau die Kanalisation und die Werkleitungen (Gas, Wasser Elektrizität, Telekom) sind (vgl. Abschnitt 2.1.2). Inwiefern Kunstbauten (BMS) und elektromechanische Einrichtungen (EMS) in Städten dieselbe Relevanz aufweisen, muss situativ geklärt werden.

## 1.2 Zielsetzung

Substanzerhaltung als Hauptprozess für das System „Infrastruktur Strasse"

Im Rahmen der Forschungsarbeit wird die Substanzerhaltung dargestellt als ein Hauptprozess zur Bereitstellung und permanenten Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft des Systems „Infrastruktur Strasse". Auf dieser Infrastruktur findet der „Verkehrsbetrieb" statt. Das gesamte Verkehrssystem Strasse besteht demnach aus der „Infrastruktur Strasse" und dem „Verkehrsbetrieb" auf dieser Infrastruktur (vgl. Figur 3).

Planung der koordinierten Substanzerhaltung

Die Forschungsarbeit befasst sich insbesondere mit der **Planung der koordinierten Substanzerhaltung der Infrastruktur Strasse,** mit dem Ziel, sichere und funktionstüchtige Strassenverkehrsanlagen mit einem langfristig minimalen Gesamtaufwand (Betreiber- und Benützerkosten) zu erhalten. Für diese Planung sind die Arbeitsabläufe zu beschreiben. Die einzelnen Tätigkeiten sind möglichst vollständig, in der richtigen Reihenfolge bzw. im Zusammenwirken zwischen dem Gesamtsystem und den drei Teilsystemen zu beschreiben. Dieses Forschungsergebnis wird als „MSE-Mantelgerüst" bezeichnet.

Keine IT-Anwendungen

Die Forschungsarbeit befasst sich nicht mit IT-Anwendungen (IT = Informationstechnologie) wie z.B. Informatik-Werkzeugen für das PMS oder Datenbanken.

# 2 Vorgehen, Grundlagen

## 2.1 Erfassung der Erfahrungen

### 2.1.1 Literaturdurchsicht und Erfassung Praxis in Kantonen

Sichtung Grundlagen

Ausgangspunkt der Forschungsarbeit war eine systematische Durchsicht der im Literaturverzeichnis zitierten Grundlagen zum Thema Substanzerhaltung im Rahmen des MSE.

Frageraster zur Erfassung und Beurteilung Praxis für PMS, BMS und EMS

Gleichzeitig wurde ein einfacher Frageraster zur Erfassung und Beurteilung der in verschiedenen Kantonen praktizierten Abläufe im MSE entworfen. Der Frageraster beruht auf fünf Arbeitsschritten (vgl. Figur 1).

Verschiedene Kantone verschiedene Teilsysteme

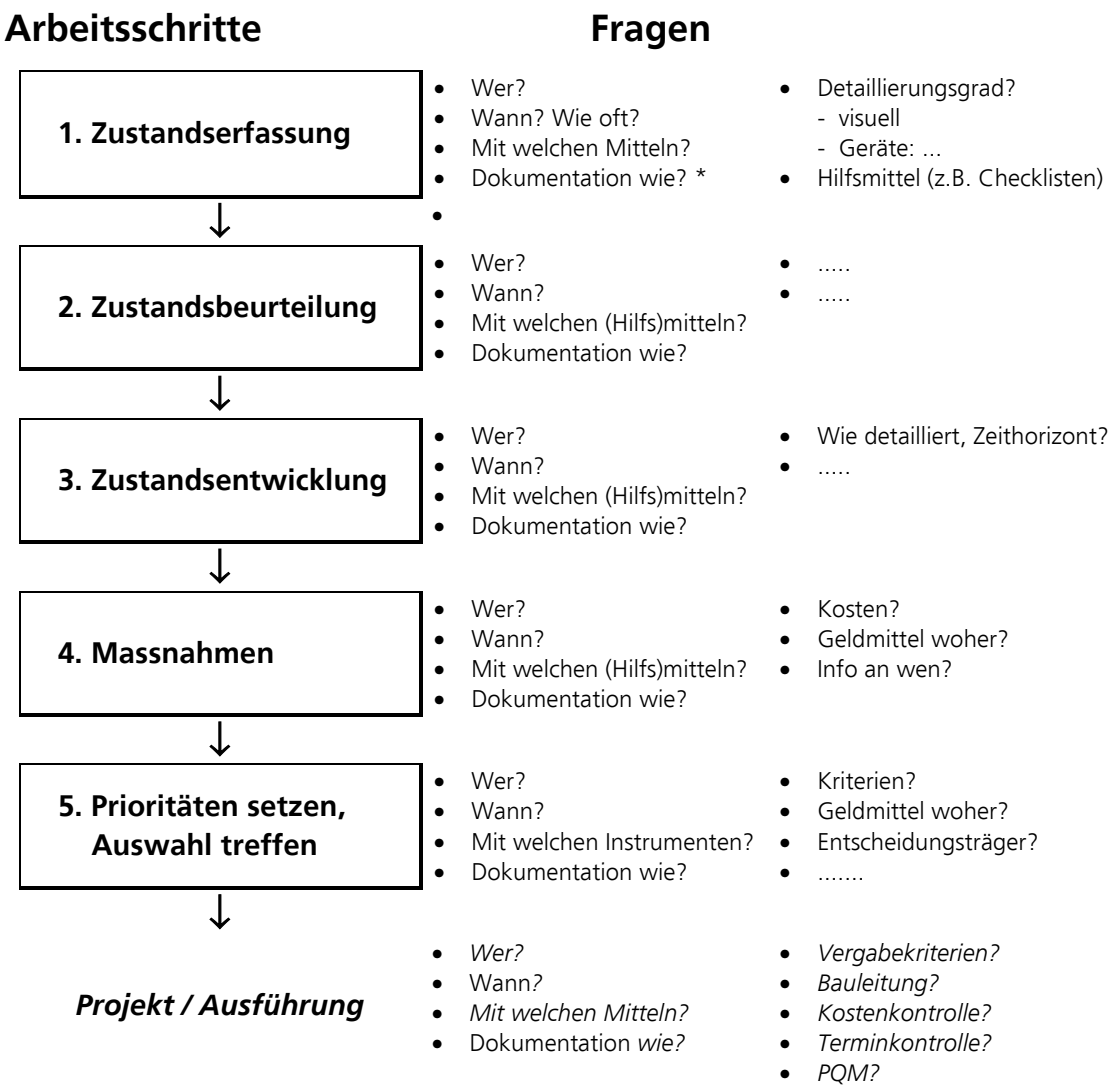
Die Informationen wurden für die Kantone FR, GR, NE, SO, SG, BL, SH, LU und ZH für verschiedene Teilsysteme (PMS, BMS und EMS) erfasst. Der Stand entspricht dem Frühjahr 1998. Das Bearbeitungsteam verfügt aufgrund langjähriger praktischer Tätigkeit in verschiedenen Kantonen über vielerlei Erfahrungen im Bereich MSE. Diese Erfahrungen wurden soweit möglich systematisch in den erwähnten Ablaufraster eingeordnet. Mehrheitlich waren die Erfahrungen des Bearbeiterteams ausreichend, um ohne vertiefende Interviews das Raster gemäss Figur 1 ausfüllen zu können.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchung zusammenfassend wiedergegeben. Im Anhang A1 sind die Ergebnisse – gegliedert nach Fachbereichen und Kantonen – im Detail festgehalten.

### 2.1.2 Auswertung und Grobbeurteilung nach Fachbereichen

Über die Organisation und die Abläufe der beiden Fachbereiche mit langer „Tradition" – Belag und Brücken – ist bei den betrachteten Kantonen Einiges vorhanden. Die Strukturen und Methoden sind jedoch über viele Jahrzehnte gewachsen. Entsprechend heterogen präsentieren sich die Abläufe und die eingesetzten Hilfsmittel in den einzelnen Kantonen (vgl. auch Anhang A1).

Die Ansprüche haben sich in den letzten Jahren massiv gewandelt: Dem enormen Verkehrszuwachs mit der entsprechend stark ausgebauten Infrastruktur stehen zunehmend knapper werdende Geldmittel gegenüber. Dazu kommen zunehmende Ansprüche der Verkehrsteilnehmer, die das Problem weiter verschärfen. Entsprechend ist die Nachfrage nach Unterstützungsmitteln enorm gewachsen.




*Figur 1: Frageraster mit fünf Arbeitsschritten für die Teilsysteme PMS, BMS und EMS als Grundlage für die Datenerfassung*

Im Bereich des EMS liegt wenig Systematisches vor: Oft ist das gesamte Fachwissen bei einer Person konzentriert, was bei deren Ausfall – insbesondere auch bei der Pensionierung – massive Lücken geben kann.

Was die technische Entwicklung anbelangt, ist im Bereich der Zustandserfassung Einiges vorhanden.[1)] Wenn genügend Geld vorhanden ist, reicht dies aus. Für die Zustandsaufnahme im Bereich Belag ist beispielsweise mit der SN 640 925a seit einigen Jahren eine Norm vorhanden, die als praxisnah bezeichnet und entsprechend als Werkzeug auch benutzt wird.

Die grosse Herausforderung liegt heute jedoch in den Bereichen Zustandsbeurteilung und –entwicklung (Prognose) sowie der darauf basierenden

Massnahmenplanung im Hinblick auf einen mittelfristig optimalen Geldeinsatz (Prioritätensetzung mit ökonomischen Optimierungsalgorithmen). In diesen Bereichen liegen erst punktuell Normen, Weisungen oder sonstige Hilfsmittel vor. Verschiedene Kantone haben deshalb eigene Anstrengungen unternommen. Diese sind auf die vorhandenen Strukturen in den Ämtern und die jeweiligen Verhältnisse zugeschnitten und damit sehr heterogen.

### 2.1.3 Auswertung und Grobbeurteilung nach Kantonen

Der Stand der Entwicklung ist in den einzelnen Kantonen stark unterschiedlich: Einige Kantone haben in allen Bereichen die Entwicklung von entsprechenden Management-Systemen in Angriff genommen, andere erst im Bereich der Beläge und/oder Kunstbauten. Ein übergeordnetes, koordinierendes Gesamt-MSE wird indes erst an einigen Orten angedacht.

Auch im Bereich der Dokumentation ist der Stand in den einzelnen Kantonen stark unterschiedlich: Register in Papierform, EDV-Instrumente (von Tabellenkalkulationsprogrammen über einfache Datenbanken bis zu komplexen Datenbanken verbunden mit GIS-Lösungen). Bei der Beschaffung von EDV-Instrumenten werden ebenfalls sehr unterschiedliche Wege beschritten. Die Einen entwickeln – basierend auf Standard-Software (Excess, Datenbanken Access, Oracle usw.) – auf ihre Bedürfnisse zugeschnittene Instrumente, andere beschaffen bereits vorliegende, spezifische EDV-Lösungen. Dabei müssen Verfahren und Abläufe teilweise auf diese Instrumente angepasst werden.

### 2.1.4 Probleme in den Städten

Die Unterhaltsverantwortlichen für die städtischen Infrastrukturnetze und die Strassen beschäftigt zunehmend die Koordination der Unterhaltsarbeiten auf mittlere Sicht. Mit andern Worten: Es besteht das Bedürfnis nach einer mittelfristigen Planung der Unterhalts- und Erneuerungsbaustellen für den Strassenoberbau, die Kanalisation und die Werkleitungen (Gas, Wasser, Elektrizität, Telekom). Gleichzeitig besteht das Bedürfnis nach einer auf lange Sicht gesehen (verursacher-)gerechten Finanzierung. Beispielsweise stellt sich die Frage des Kostenteilers, wenn eine Strasse teilweise erneuert werden muss, weil eine Gasleitung ersetzt wird.

In Lit. [21] werden die aktuellen Probleme der Planung und Koordination des Unterhalts der städtischen Infrastrukturnetze dargestellt. Ebenso wer-

1) Im der Planung anschliessenden Prozess der Projektierung ist sehr viel Know-how auf hohem Niveau vorhanden. Dies ist jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Forschungsarbeit.

den Lösungsansätze skizziert, die mit einer gesamtheitlichen Betrachtungsweise zu Instrumenten zur Minimierung der Lebenswegkosten führen sollen. Diese Ansätze sind verträglich mit dem im Kapitel 4 erläuterten MSE-Mantelgerüst.

### 2.1.5 Prozessmodell NS ASTRA

In der Zeit von August bis Dezember 1998 wurde vom ASTRA ein Gesamtprozessmodell für die Nationalstrassen mit Fokus auf den Teilprozess „Unterhaltsplanung" entwickelt. Die Grundzüge dieses Prozessmodells sind in Lit. [5] zusammengefasst. Die diesem Prozessmodell zugrunde liegenden Abläufe (Prozesse) sind bereits für verschiedene Teilanwendungen beschrieben worden (Lit. [1], [2], [3] und [7]).

## 2.2 Beurteilung der Erfahrungen

### 2.2.1 Feststellungen

Die Erfassung der MSE-Abläufe in verschiedenen Kantonen und andere Erfahrungen (vgl. beispielsweise auch die umfangreiche internationale Auswertung in Lit. [20] und die Hinweise in Lit. [21]) bestätigen die Erkenntnis, dass die MSE-Abläufe heute sehr heterogen sind. Insbesondere ist Folgendes festzustellen:

Verschieden strukturiert

- Verschiedene Anwender (Strassenverwaltungen) haben die MSE-Tätigkeiten und ihre Entscheidungsabläufe verschieden strukturiert.

Teilsysteme unkoordiniert

- Die verschiedenen Teilsysteme (auf National- und Kantonsstrassen PMS, BMS und EMS; in Städten neben PMS vor allem Kanalisationen und Werkleitungen) haben wenig Ansätze zu einem koordinierten, einheitlichen Tätigkeitsablauf.

Koordination Teilsysteme – Baustellen – Mittelverteilung fehlt

- Eine kohärente Gesamtkoordination aller Tätigkeiten und Entscheidungsabläufe für alle Teilsysteme bis hin zur Budgetierung und Mittelverteilung sowie der Baustellenplanung ist kaum vorhanden.

IT-Applikationen nicht prozessorientiert

- Es bestehen verschiedene IT-Anwendungen, die ihrerseits zum Teil nicht auf einem klar erkennbaren Tätigkeits- und Entscheidungsablauf basieren. Vielmehr werden bei einem Grossteil dieser IT-Anwendungen Daten eingegeben und dann verarbeitet, ohne dass die Modelle, die der Datenverarbeitung zugrunde liegen, explizit bekannt sind und mit den gegebenen Tätigkeits- und Entscheidungsabläufen genau abgestimmt sind (vgl. Lit. [6]).

### 2.2.2 Beurteilung

Die gemachten Feststellungen führen insgesamt zu folgender Beurteilung der heutigen Situation:

1. Unterhaltsprojekte für die „Infrastruktur Strasse" werden nach uneinheitlichen Kriterien ausgelöst.

2. Die Unterhaltsplanungen berücksichtigen nicht alle Bedürfnisse. Beispielsweise fliessen die Bedürfnisse der Betreiber, der Finanzierer und der Benützer oft nicht oder zumindest nicht systematisch ein.

3. Insbesondere passen die technische Planung und die Finanzplanung/ Budgetierung nicht auf allen Stufen für alle Teilsysteme und in allen Zeithorizonten zusammen.

4. Damit erfolgt die Koordination („Kopplung") der Unterhaltsprojekte für die Teilsysteme (Strassenoberbau, Kunstbauten, elektromechanische Einrichtungen, in Städten auch Kanalisation und Werkleitungen) unter sich und für die Baustellenplanung und die mittelfristige Budgetierung zu spät, was in vielen Fällen mit einem ineffizienten Mitteleinsatz verbunden ist.

5. Damit fehlt vielerorts auch der zeitliche Vorlauf für eine sorgfältige Vorbereitung der Ausführung (vgl. insbesondere auch Lit. [8] und [9]).

# 3 Gliederung der Tätigkeiten im „Verkehrssystem Strasse“

## 3.1 Übersicht

Strassenerhaltung ist an sich keine neue Tätigkeit. Sie wird auf allen Strassen durchgeführt, seit es Strassen gibt. Es wird heute unterschieden zwischen den Tätigkeiten des betrieblichen Unterhalts und denjenigen des baulichen Unterhalts und der Erneuerung (vgl. Lit. [3] und SN 640 900).

Betrieb = betriebliche Unterhalt + Schadenwehr ≠ Verkehrsbetrieb

Im Bereich der Nationalstrassen wird der betriebliche Unterhalt zusammen mit der Schadenwehr unter dem Begriff „Betrieb“ subsummiert. Es ist zu beachten, dass der „Verkehrsbetrieb“ mit der Verkehrsüberwachung und -beeinflussung (inkl. polizeiliche Verkehrsregelung) sowie mit den Auswirkungen bezüglich Umweltbelastung und Verkehrssicherheit (Unfälle) nicht im Begriff Betrieb enthalten ist.

Unterhalt = baulicher Unterhalt + Erneuerung

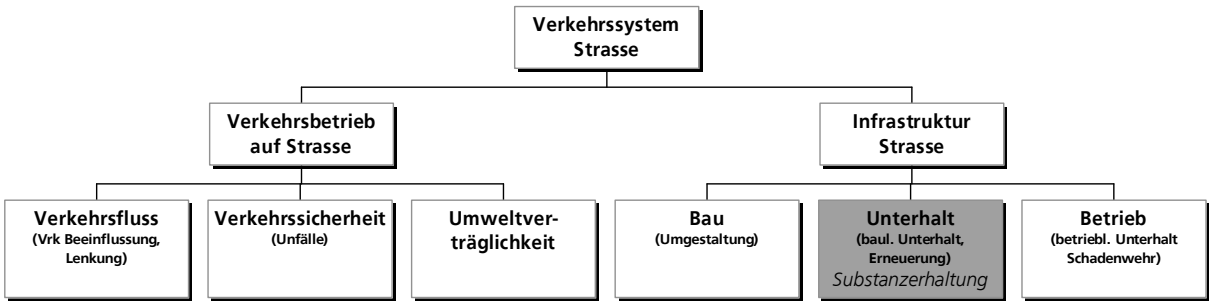
Im Bereich der Nationalstrassen werden der bauliche Unterhalt und die Erneuerung unter dem Begriff „Unterhalt“ zusammengefasst.

Verkehrssystem Strasse = Infrastruktur Strasse + Verkehrsbetrieb

Damit ergibt sich aus der Sicht der Nationalstrassen die in Figur 2 dargestellte Gliederung der Haupttätigkeiten. Das Verkehrssystem Strasse besteht aus der „Infrastruktur Strasse“ und dem „Verkehrsbetrieb auf der Strasse“. Für die vorliegende Arbeit ist nur die Infrastruktur Strasse von Bedeutung.

Infrastruktur braucht drei Hauptprozesse

Für die Bereitstellung und permanente Aufrechterhaltung einer betriebsbereiten Infrastruktur sind die drei Haupttätigkeiten „Bau“, „Unterhalt“ und „Betrieb“ erforderlich. Sie werden im Folgenden als Hauptprozesse bezeichnet. Das Hauptaugenmerk der Forschungsarbeit konzentriert sich auf den Hauptprozess „Unterhalt“ (Synonym: Substanzerhaltung).




*Figur 2: Gliederung der Tätigkeiten im Verkehrssystem Strasse. Begriffe am Beispiel der Nationalstrassen. Substanzerhaltung gemäss SN 640 900 entspricht dem Unterhalt gemäss Nationalstrassenverordnung*

***Exkurs*:**

Die in der SN 640 900 genannten Hauptziele des Managements der Strassenerhaltung sind die Leistungsfähigkeit, Betriebsbereitschaft, Substanzerhaltung, Verkehrssicherheit sowie Benützerfreundlichkeit unter Berücksichtigung von gesamtwirtschaftlichen Kosten und der Umweltverträglichkeit. Im Sinne der Gliederung gemäss Figur 3 können diese **Hauptziele** den *Tätigkeiten* wie folgt zugewiesen werden:

- **Leistungsfähigkeit**: ⇒ *Bau (Erstellung/Ausbau/Umbau/Umgestaltung)* der Infrastruktur. Muss vom „Besteller" der Strasse vorgegeben werden (Politische Behörde).
- **Betriebsbereitschaft**: ⇒ *Betrieb (Betrieblicher Unterhalt, Schadenwehr)* der Infrastruktur. Die Tätigkeiten des Betriebs beinhalten ebenfalls einen Beitrag zur Verkehrssicherheit und zur Benützerfreundlichkeit; denn eine betriebsbereite Strasse ist im Rahmen ihrer technischen Gegebenheiten „sicher" und benutzerfreundlich.
- **Substanzerhaltung**: ⇒ *Unterhalt (baulicher Unterhalt, Erneuerung)* der Infrastruktur.
- **Verkehrssicherheit**: ⇒ *Verkehrsbetrieb Strasse.*
  Falls sich aus Unfallschwerpunkten Anforderungen an die Umgestaltung der Infrastruktur Strasse ergeben, muss der Verantwortliche „Verkehrsbetrieb Strasse" einen Antrag zu Handen des Verantwortlichen „Infrastruktur Strasse – Bau" stellen; verantwortlich für die Umgestaltung ist der Letztere. Einen Beitrag zur Verkehrssicherheit leistet auch der *Betrieb.*
- **Benützerfreundlichkeit**: Ist primär Sache des Verantwortlichen *Infrastruktur Strasse – Bau* und sekundär auch – *Betrieb.*

- **Umweltverträglichkeit**: Primär Aufgabe des Verantwortlichen *Verkehrsbetrieb Strasse.*
  Falls sich aus Umweltverträglichkeitssicht Anforderungen an die Umgestaltung der Infrastruktur Strasse ergeben, muss der Verantwortliche „Verkehrsbetrieb Strasse" einen Antrag zuhanden der Verantwortlichen „Infrastruktur Strasse – Bau" stellen.
- Gesamtwirtschaftliche Kosten: Aufgabe aller Verantwortlichen im Rahmen ihrer Tätigkeit.

## 3.2 Substanzerhaltung als Ergebnis des Unterhalts

Substanzerhaltung = Unterhalt

Im Folgenden wird der Begriff Substanzerhaltung synonym mit dem Begriff Unterhalt (baulicher Unterhalt und Erneuerung) verwendet. Der Unterhalt stellt neben dem Bau und dem Betrieb (betrieblicher Unterhalt und Schadenwehr) einen Hauptprozess zur Bereitstellung des Produktes Infrastruktur Strasse dar (vgl. Kap. 4.2).

**Forschungsziel** entspricht Darstellung des Teilprozesses Unterhaltsplanung

Das eigentliche **Forschungsziel**, nämlich die Darstellung eines „MSE-Mantelgerüstes mit Schwergewicht Substanzerhaltung", entspricht somit der Darstellung der Tätigkeiten und Abläufe zur Planung des Prozesses Unterhalt; in Figur 3 entspricht dies dem Teilprozess „Unterhaltsplanung".

# 4 MSE-Mantelgerüst mit Schwergewicht Substanzerhaltung

## 4.1 Einleitung

Bedarf vorhanden

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass bei vielen Strassenverwaltungen ein Bedürfnis nach systematischen Abläufen und Instrumenten, insbesondere im Bereich der Substanzerhaltung, bestehen. Dieser Bedarf wird sich aufgrund der sich vermutlich weiter öffnenden Schere zwischen vorhandenen Mitteln und Mittelbedarf für die Substanzerhaltung der Infrastruktur Strasse in Zukunft weiter erhöhen.

Ansätze vorhanden

Vor rund zehn Jahren haben innovative Strassenverwaltungen damit begonnen, solche Instrumente zu entwickeln und einzusetzen. Entsprechend diesem Vorgehen sind heute verschiedenste Verfahren und Instrumente im Einsatz, die sich in den Grundzügen zwar ähnlich sind, aber sich in verschiedenen wichtigen Bereichen (Begriffe, Zuständigkeiten, Einsatz EDV, usw.) doch wesentlich unterscheiden.

Normen erst punktuell

Die vorliegende Normung hat bis heute wenig zu einer Vereinheitlichung in diesem Bereich beigetragen. Zwar gibt es verschiedene Normen, die punktuell gute Grundlagen zur Thematik liefern (z.B. SN 640 901, SN 640 925a, SN 640 730), aber keine Normen, welche die notwendige Grundstruktur liefern, noch weitergehende Festlegungen im Hinblick auf eine Vereinheitlichung vornehmen.

Prozessmodell orientiert sich an NPM

Im Folgenden wird deshalb eine solche Grundstruktur vorgeschlagen. Sie orientiert sich am Prozess- und Produktdenken in Übereinstimmung mit den Vorstellungen der wirkungsorientierten Verwaltungsführung (oder New Public Management (NPM)).

Anpassungen auf Strassenkategorie

Das folgende Prozessmodell wurde zwar im Zusammenhang mit den Nationalstrassen erstmals in dieser Form aufgezeigt, im hier dargestellten Abstraktionsgrad kann es jedoch auf alle Strassenkategorien angewendet werden.[2)] Die konkrete Ausgestaltung der einzelnen Prozessschritte muss durch die zuständige Strassenverwaltung, abgestimmt auf die Strassenkategorie, vorgenommen werden.

2) So wurde der Ablauf für die Teilsysteme (Kap. 4.3.2) im Bereich Strassenoberbau bereits auf National-, Kantons- und Gemeindestrassen umgesetzt.

Vorschlag breit diskutieren

Der folgende Vorschlag ist als Ergebnis einer langjährigen Entwicklungs- und Anwendungstätigkeit der Forschungsstelle, insbesondere im Bereich der Unterhalts- bzw. Substanzerhaltungstätigkeit, zu sehen. Er sollte möglichst breit diskutiert werden. Anschliessend daran soll die Umsetzung in eine oder mehrere Normen geprüft werden.

Das in den folgenden Abschnitten beschriebene Mantelgerüst basiert für die konkrete Umsetzung auf folgenden Gedanken:

Verantwortung für Produkt „Infrastruktur Strasse"

Eine für eine Strassenverkehrsanlage zuständige Verwaltung ist verantwortlich für das Produkt „Infrastruktur Strasse".

Drei Hauptprozesse

Um diese Produktverantwortung wahrnehmen zu können, müssen Leistungen in den drei Hauptprozessen „Bau", „Unterhalt" (= *Substanzerhaltung*) und „Betrieb" erbracht werden.

Prozessverantwortliche

Für jeden Prozess gibt es einen *Verantwortlichen* (den Process Owner). Innerhalb jedes Prozesses erfüllen einer oder mehrere *Akteure* Aufgaben, indem sie mittels geeigneter *Werkzeuge* (Bleistift, Taschenrechner, Datenbanken, Checklisten, Manuals, usw.) *Materialien* (Briefe, Tabellen, Projektdossiers, Beläge, Beton, usw.) bearbeiten und so den Teilprozess-Output erzeugen.

Process Design und Prozessdurchführung

Die Prozessverantwortung beinhaltet sowohl die Ebene der Prozessdefinition bzw. der Festlegung der Prozesssystematik (Process Design), wie auch die Ebene der eigentlichen Verantwortung für die Durchführung und insbesondere das Ergebnis der Prozesstätigkeit. Im Laufe der Zeit sind vom Prozessverantwortlichen auch periodische Überprüfungen und Anpassungen der Prozesssystematik im Sinne von Prozessverbesserungen erforderlich.

## 4.2 Hauptprozesse und Teilprozesse

### 4.2.1 Übersicht

Drei Hauptprozesse

Wie im Abschnitt 4.1 erwähnt, hat eine bestimmte Strassenverwaltung bezüglich des Produktes „Infrastruktur Strasse" gleichzeitig drei Hauptprozesse abzuwickeln. Es sind dies der *Bau* (inkl. Umgestaltung), der *Unterhalt* (= Substanzerhaltung) als baulicher Unterhalt und Erneuerung sowie der *Betrieb* als betrieblicher Unterhalt und Schadenwehr.

Figur 3 als Übersichtsschema

In der Figur 3 werden diese Hauptprozesse und ihre Gliederung in Teilprozesse mit den Rückkopplungen schematisch dargestellt. In den Abschnitten 4.2.2 bis 4.2.4 werden die Hauptprozesse Bau, Unterhalt und Betrieb kurz

umschrieben. Die beiden Hauptprozesse Bau und Betrieb sind nicht Gegenstand des vorliegenden Forschungsprojektes. Im Kapitel 4.3 wird der Hauptprozess Unterhalt weiter strukturiert und vertieft dargestellt.

Vorgaben und Verfahrensanweisungen

In komplexen Prozessen sind verschiedene Akteure beteiligt. Der Prozessverantwortliche muss deshalb durch entsprechende **Vorgaben und Verfahrensanweisungen** für jeden Hauptprozess sicherstellen, dass alle Akteure und insbesondere die Teilprozessverantwortlichen im Sinne des Hauptprozesses handeln und die entsprechenden Teilergebnisse produzieren. Ebenso müssen die Teilprozessverantwortlichen für die Akteure in ihrem Verantwortungsbereich mittels Vorgaben und Verfahrensanweisungen sicherstellen, dass alle im übergeordneten Sinne agieren. Die Vorgaben und Verfahrensanweisungen müssen in einer Phase der Definition der Prozesssystematik erarbeitet werden (Process Design). Periodisch sind sie zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen (Prozessverbesserung).

Controlling

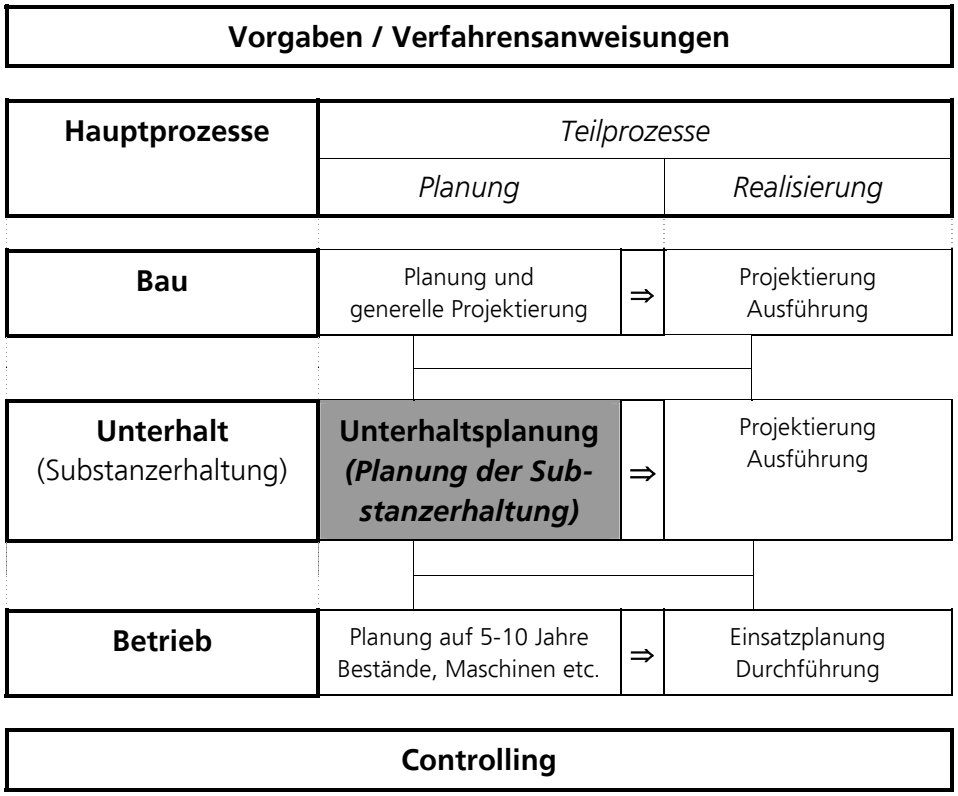
In jedem Prozess ergeben sich im Laufe der Zeit Abweichungen vom Ist-Zustandes zum Soll-Zustand. Der Prozessverantwortliche und die Teilprozessverantwortlichen müssen Instrumente zur Überwachung und Beeinflussung der Prozesse entwickeln und einführen, die es ihnen erlauben, frühzeitig sich anbahnende Abweichungen zu erkennen und proaktiv Korrekturmassnahmen zu ergreifen. Diese Tätigkeit wird **Controlling** genannt.

Rückkopplungen (Feedbacks)

Typisch für Prozesse sind die Rückkopplungen: Sie stellen wichtige Steuergrössen dar und dienen gleichzeitig der laufenden Prozessverbesserung. Sie sind deshalb sorgfältig zu planen.

Die Darstellung des Produktes „Infrastruktur Strasse" in Figur 3 vermittelt auf den ersten Blick den Eindruck von etwas Statischem, das sich zudem problemlos in klar abgegrenzte Teile gliedern lässt. In Wahrheit handelt es sich um ein sehr dynamisches System mit zahlreichen Abhängigkeiten und Rückkopplungen. Dies ist mit den Pfeilen in der Figur 3 angedeutet. Diese Pfeile bedeuten im einzelnen:

- Alle Hauptprozesse bestehen aus den beiden Teilprozessen „Planung" und „Realisierung". Die Realisierung beinhaltet in vielen Fällen sowohl eine Projektierung als auch die eigentliche Ausführung. Die Teilprozesse Planung beziehen sich auf einen Zeithorizont von fünf bis zehn Jahren. Nach einer Einschwingphase sollen keine Realisierungen mehr ausgelöst werden, die nicht in der längerfristigen Planung enthalten waren. Beispielsweise bedeutet dies für den Hauptprozess „Unterhalt": Bei einem Objekt, das nicht Gegenstand der (längerfristigen) Unterhaltsplanung gewesen ist, kann ausser in Notfällen keine Projektierung und Ausführung ausgelöst werden.




*Figur 3: Hauptprozesse und ihre Gliederung in Teilprozesse für das Produkt „Infrastruktur Strasse". Begriffe gemäss Nationalstrassenverordnung. Substanzerhaltung gemäss SN 640 900 entspricht Unterhalt.*

- Solange die Infrastruktur Strasse genutzt wird, werden die Hauptprozesse periodisch durchlaufen. Die Periodizität schwankt bei den drei Hauptprozessen in erheblichem Umfange zwischen Tagen (Betrieb), Jahren (Unterhalt) und Jahrzehnten (Bau bzw. Umgestaltung). Das Ergebnis eines Hauptprozesses (geschnittenes Gras, neuer Belag, usw.) „nützt sich mit der Zeit ab", so dass der Prozess wieder durchgeführt werden muss. Auslöser für einen erneuten Prozessdurchlauf können im Voraus festgelegte Zeitpunkte, Ergebnisse von Zustandserfassungen, usw. sein.

- Zentral für die Verbesserung des Produktes „Infrastruktur Strasse" sind auch Feedbacks zwischen den verschiedenen Haupt- und Teilprozessen: Zum einen müssen Erkenntnisse innerhalb der Hauptprozesse aus den Teilprozessen Realisierung in die Teilprozesse Planung zurückfliessen. Zum anderen sollen auch Erkenntnisse beispielsweise aus dem Betrieb im Unterhalt und im Bau berücksichtigt werden.

- Zwischen den Hauptprozessen gibt es bei jeder Konkretisierung des Prozessmodelles für eine bestimmte Strassenverwaltung verschiedene Abgrenzungsfragen zu klären. Beispielsweise erfolgt eine Umgestal-

tung verfahrensmässig zwar eher nach dem Hauptprozess Bau, physisch findet sie jedoch auf einer bestehenden Strecke statt. Dies bedeutet, dass es eine enge Abstimmung zwischen den Hauptprozessen Unterhalt und Bau braucht. Analog braucht es Abgrenzungen zwischen den Hauptprozessen Unterhalt und Betrieb: Beispielsweise werden gewisse Zustandserfassungen von Akteuren des Betriebes gemacht, sie dienen jedoch dem Verantwortlichen des Teilprozesses Unterhaltsplanung; oder es werden Arbeiten von der Unterhaltsplanung ausgelöst, die durch den Betrieb auszuführen sind.

### 4.2.2 Hauptprozess „Bau“

Bau „geregelt“ Teilprozesse Planung und generelle Projektierung/ Projektierung und Ausführung

Der Hauptprozess Bau ist weitgehend in Gesetzen und Verordnungen geregelt und hat eine lange Tradition.

Der in Figur 3 mit „Bauplanung“ dargestellte Teilprozess wird in der Praxis häufig als „Planung und Generelle Projektierung“ bezeichnet. Der Teilprozess „Baurealisierung“ nach Figur 3 umfasst üblicherweise die Projektierung und Ausführung.

Teilprozess Realisierung in den Hauptprozessen Bau und Unterhalt identisch

Es ist zu beachten, dass der Teilprozess Realisierung (= Projektierung und Ausführung) im Hauptprozess Bau weitgehend identisch ist mit demselben Teilprozess im Hauptprozess Unterhalt.

Auslöser für Realisierung von Vorhaben: Umgestaltung und/oder Unterhalt

Unmittelbarer Auslöser einer Projektierung und Ausführung von Vorhaben der Umgestaltung können Gründe des Unterhaltes sein. Beispiel: Fahrbahnverbreiterung auf Brücken im Zuge von Unterhaltsmassnahmen. Umgekehrt können Gründe der Umgestaltung auch gleichzeitig zur Realisierung von Unterhaltsmassnahmen führen. Beispiel: Spurausbau mit gleichzeitiger Erneuerung der bestehenden Fahrspuren.

Abhängigkeiten Bau (Umgestaltung) und Unterhalt

Aus den genannten beiden Gründen (Teilprozesse Realisierung identisch und Umgestaltung in Verbindung mit Unterhalt) finden sich zwischen den Hauptprozessen Bau und Unterhalt vor allem in organisatorischer Hinsicht zu präzisierende Parallelitäten, Schnittstellen und Abhängigkeiten.

Feedback

Erfahrungen aus der Projektierung und der Ausführung von Massnahmen müssen insbesondere in den Teilprozess „Unterhaltsplanung“ und in die Projektierung selber zurück- sowie in den Hauptprozess „Betrieb“ einfliessen. Diese Rückkopplungen sind in der Figur 3 eingetragen.

### 4.2.3 Hauptprozess „Unterhalt“

Bedürfnisse der Beteiligten erfüllen

Mit dem Unterhalt soll kontinuierlich, aber mit einem langfristigen Blickwinkel, der Zustand der Infrastruktur Strasse so erhalten werden, dass er

den Bedürfnissen der Benützer unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen bestmöglich entspricht. Die Bedürfnisse sind somit die Folgenden:

- Sichere und funktionstüchtige Strassenverbindungen (in Städten: Strassenverbindungen und Infrastrukturnetze).
- Wirtschaftlicher Einsatz der Mittel (dabei ist zwischen Betreiber- und Benützersicht abzuwägen).

Um das Ziel des Unterhalts zu erreichen, ist sicherzustellen, dass auf dem ganzen betrachteten Strassennetz in einem stetigen Prozess die notwendigen Aufgaben durchgeführt werden. Verantwortlich hierfür ist die entsprechende Strassenverwaltung bzw. der bezeichnete Prozessverantwortliche gemäss Abschnitt 4.1.

Die Gliederung der Hauptprozesses Unterhalt wird im Kapitel 4.3 näher erläutert.

### 4.2.4 Hauptprozess „Betrieb“

Betrieblicher Unterhalt, Schadenwehr

Dem Betrieb obliegen der betriebliche Unterhalt und die Schadenwehr (Feuer-, Öl-, Chemie- und Strahlenwehr), d.h. er ist für alle Massnahmen zuständig, die der einwandfreien Betriebsbereitschaft der Strasse und ihrer technischen Einrichtungen dienen.

Feedback besonders wichtig

Dem Feedback aus den Erfahrungen des Betriebes in alle anderen Teilprozesse kommt ein besonderer Stellenwert zu. In jeder Anwendung des Prozessmodells bzw. des Mantelgerüstes ist der Ausgestaltung und Organisation dieser Rückkopplungen ein besonderes Gewicht beizumessen.

## 4.3 Teilprozess „Unterhaltsplanung“

Forschungsziel ist Beschreibung „Unterhaltsplanung“ (MSE-Mantelgerüst)

Es sei zunächst nochmals betont, dass Unterhaltsplanung synonym zu verstehen ist wie Planung der Substanzerhaltung. Weiter wird wiederholt, dass das Forschungsziel eben die Beschreibung dieses Planungsprozesses (MSE-Mantelgerüst) beinhaltet.

„Unterhaltsplanung“ erfolgt auf zwei Stufen
1. UP Gesamtsystem

Der Teilprozess „Unterhaltsplanung“ (UP) erfolgt auf zwei Stufen:

1. Stufe: Aus der Sicht des Gesamtsystems sind abschnittsweise Massnahmenpakete zu definieren. Diese Pakete definieren die Massnahmen des baulichen Unterhaltes und der Erneuerung terminlich, technisch sowie aus der Sicht der Verkehrsführung. Die Festlegung von Baustellen erfolgt somit ebenfalls mit der Definition der Massnahmenpakete. Kriterien für die Baustellenplanung sind deshalb im Teilprozess „Unterhalts-

planung Gesamtsystem" zu integrieren. Die Pakete sind mit der Finanzplanung in Einklang zu bringen.

2. UP Teilsysteme

2. Stufe: Als Input für den Prozess auf der Stufe des Gesamtsystems sind von den einzelnen Teilsystemen[3)], nach Vorgaben des Gesamtsystems Massnahmenlisten bereitzustellen. Die Teilsysteme im Teilprozess Unterhaltsplanung werden wie folgt definiert:

- Kunstbauten
- Strassenoberbau
- Elektromechanische Anlagen
- Weitere Ausrüstungen
- Nebenanlagen

Die beiden letztgenannten Teilsysteme werden nur der Vollständigkeit halber erwähnt. Sie sind von sekundärer Bedeutung in der Unterhaltsplanung des Gesamtsystems.

In Städten sind insbesondere die folgenden Teilsysteme zusätzlich einzubeziehen:

- Kanalisationen
- Werkleitungen (Gas, Wasser, Elektrizität, Telekom)

### 4.3.1 Ablauf Gesamtsystem

Prozess aus vier Schritten

Der Prozess „Unterhaltsplanung Gesamtsystem" besteht aus den folgenden vier Schritten A) bis D):

A) Bildung Unterhaltsabschnitte: Dabei sind übergeordnete Vorgaben wie Baustellenabstände, Baustellenlängen, zeitliche Intervalle zwischen zwei Baustellen zu berücksichtigen.

B) Festlegung Massnahmenpakete

C) Baustellenkoordination

D) Auslösung Unterhaltsprojekte als Input für Teilprozess „Realisierung"

Input: „Massnahmenvorschläge" Teilsysteme und Finanzplan

Grundlage bilden die übergeordneten Vorgaben sowie die „Massnahmenvorschläge" aus den Teilsystemen. Der Input für den Prozess „Unterhaltsplanung Gesamtsystem" besteht somit einerseits aus Vorgaben inklusive des mittel- und langfristigen Finanzplafonds und andererseits aus den Massnahmenlisten. Die letzteren enthalten Massnahmenvarianten mit Angaben bezüglich Zeitpunkt der Ausführung, der Kosten sowie den zu er-

3) Der Begriff „Teilsystem" wird in Anlehnung an den MSE-Standbericht Nr. 1 (Lit. 2) und die VSS Norm 640 900 (Lit. 4) verwendet. Dort wird der Begriff „Teilgebiet" verwendet. Im Sinne des Prozessmodells ist der Begriff „Teilsystem" sowohl treffender als der Begriff „Teilgebiet" und auch als der allgemeinere Begriff „Fachbereich".

wartenden Verkehrsbehinderungen. Ebenso wird als Grundlage der mittel- und langfristige Finanzplan benötigt.

Bildung der Abschnitte und Massnahmenpakete ⇒ Iterationsprozess

Aufgrund dieser Massnahmenvorschläge sind iterativ die ersten drei der genannten vier Schritte mehrmals zu durchlaufen. Mittels Variation der Abschnittsbildung und der Paketbildung zu verschiedenen Zeitpunkten ergeben sich verschiedene Ergebnisse bezüglich Kosten und Baustellen. Randbedingungen, die sich aufgrund der Kriterien Sicherheit und Funktionsbereitschaft (vgl. Abschnitt 4.2.3) ergeben, müssen zwingend eingehalten werden.

**Ergebnis**: Abschnittsweise Massnahmenpakete, wann, wo, Verkehr, Finanzbedarf Zeithorizont: 10 Jahre

Das **Ergebnis** des Prozesses „Unterhaltsplanung Gesamtsystem" entspricht gleichzeitig dem Ergebnis des Teilprozesses Unterhaltsplanung (vgl. Figur 3). Es enthält die Festlegung, wann auf welchem Abschnitt welche Massnahmenpakete, d.h. welche Projekte des Strassenoberbaus, der Kunstbauten und der elektromechanischen Anlagen im Einzelnen durchzuführen sind, welche Verkehrsbehinderungen damit verbunden sind und welches der Finanzbedarf ist. Der Planungshorizont beträgt rund zehn Jahre.[4)]

**Fachkonzept** UP Gesamtsystem

Bei der Erarbeitung eines Prozessmodells für eine Strassenverwaltung ist für den Prozess Unterhaltsplanung Gesamtsystem ein **Fachkonzept** zu entwickeln, das alle Vorgaben und Verfahrensanweisungen für den Prozess selber, aber auch die Vorgaben für die nachgeordneten Prozesse auf der Stufe der Teilsysteme enthält. Insbesondere ist im Rahmen dieses Fachkonzeptes für die Festlegung der Massnahmenpakete und der Abschnitte, d.h. für den beschriebenen Iterationsprozess ein Modell zu entwickeln. Die Benützerkosten müssen auf der Stufe Gesamtsystem einfliessen. Für sie ist im Rahmen des Fachkonzeptes UP Gesamtsystem ebenfalls ein Modell zu beschreiben. Die Teilsysteme liefern die Grundlagen für die Ermittlung der Benützerkosten (z.B. Sperrung einer Spur während x Wochen erforderlich). Inwiefern auf der Stufe der Teilsysteme für bestimmte Fragestellungen ebenfalls Benützerkosten (nach Modellvorgaben des Fachkonzeptes UP Gesamtsystem) zu berücksichtigen sind, muss im konkreten Anwendungsfall für eine bestimmte Strasse geklärt werden.

### 4.3.2 Ablauf Teilsysteme

Prozess aus fünf Schritten

Der Prozess „Unterhaltsplanung Teilsystem" besteht aus folgenden fünf Schritten:

4) Der Planungshorizont gibt den Zeitraum an, in dem aufgrund der Ergebnisse der Unterhaltsplanung Projektierungen ausgelöst werden. Für die Bestimmung der (optimalen) Unterhaltsmassnahmen in den einzelnen Teilsystemen sind jedoch zum Teil wesentlich längere Zeiträume zu betrachten.

1. Festlegung *Beurteilungseinheit,* d.h. der Bauwerktypen und ihrer Gliederung in Bauteiltypen.
2. *Zustandserfassung und -beurteilung* für jede Beurteilungseinheit. Hierzu sind Zustandskategorien mit Schadensmerkmalen zu definieren und Periodizitäten für die Zustandserfassungen pro Beurteilungseinheit festzulegen (z.B. alle fünf Jahre).
3. Prognosen *Zustandsentwicklung* (Alterungskurven) für jede Beurteilungseinheit.
4. *Massnahmenvarianten:* Für jede Beurteilungseinheit sind für verschiedene Zustände Massnahmen zu beschreiben. Für jede der so beschriebenen Varianten ist die Angabe des Nutzens der Massnahmen im Sinne der Zustandsverbesserung, der Kosten der Massnahme und der Verkehrsbehinderung bei der Durchführung der Massnahme anzugeben.
5. Priorisierung, d.h. nach welchen Kriterien werden die einzelnen Massnahmenvarianten pro Beurteilungseinheit priorisiert und wie werden pro Bauwerk Massnahmenpakete gebildet.

Zwingend: Sicherheit, Funktionstüchtigkeit

Für die Dringlichkeiten gemäss Schritt 5 sollen folgende Kriterien gelten: Alle Massnahmen der Sicherheit und der Funktionstüchtigkeit sind zwingend termingebunden auszuführen. Das heisst:

Sicherheit

- Sicherheit: Alle Massnahmen, die bei der Zustandserfassung erkennbar sind und vor der Durchführung der „nächsten" Zustandserfassung (d.h. innert ca. fünf Jahren) zur Gewährleistung der Sicherheit (Standsicherheit oder Personensicherheit) durchzuführen sind, werden in erster Priorität eingereiht. (Hinweis: Für Schäden, die ein Sicherheitsproblem beinhalten, die zwischen zwei Zustandserfassungen erkannt werden ⇒ Sofortmassnahmen.)

Funktionstüchtigkeit

- Funktionstüchtigkeit: Alle Massnahmen, die vor der Durchführung der „nächsten" Zustandserfassung zur Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit erforderlich sind, werden ebenfalls in der ersten Priorität eingereiht. Dies betrifft vor allem Massnahmen an elektromechanischen Anlagen sowie an Kanalisationen und Werkleitungen.

Wirtschaftlichkeit

Wirtschaftlichkeit: Nachdem alle zwingenden Massnahmen der „Sicherheit" und der „Funktionstüchtigkeit" eingeplant sind, werden die optimalen Zeitpunkte aller andern Massnahmen nach dem Kriterium der Wirtschaftlichkeit eingeplant. Damit ist gemeint, dass bei allen Objekten diejenige Massnahmenvariante als Vorschlag eingeplant wird, bei der langfristig die geringsten Unterhaltskosten anfallen. Dies entspricht der Grundforderung nach maximaler Ausgabeneffizienz. Damit auf der Stufe Gesamtsystem aus übergeordneter Sicht ein Gesamtoptimum zwischen den drei Teilsystemen und der Verkehrsbehinderung ermittelt werden kann, müssen dem Prozessverantwortlichen Gesamtsystem nebst den Massnahmenvor-

schlägen der Teilsystem-Optimierung pro Objekt auch die ein bis zwei nächstbesten Massnahmenvarianten mit Zeiträumen für die Realisierung geliefert werden.

Dringlichkeitsreihung und Budgets

Der Algorithmus der Dringlichkeitsreihung muss deshalb in der Lage sein, den Finanzbedarf bei wirtschaftlich optimalem Verhalten zu beziffern, aber anschliessend auch Lösungen für verschiedene Budgetrestriktionen zu generieren und die Konsequenzen von limitierten Budgets aufzuzeigen (schlechterer Zustand und später erhöhter Finanzbedarf).

Elektromechanische Anlagen ⇒ „Funktionstüchtigkeit"

Anmerkung 1: Die wirtschaftliche Optimierung der Massnahmen der elektromechanischen Anlagen wird zum Teil mittels den „Ausfallraten" erfolgen, d.h. es ist für den Ersatz pro Beurteilungseinheit eine Abwägung zwischen zunehmender Ausfallwahrscheinlichkeit und „verschenkter" Nutzungsdauer bei vorzeitigem Ersatz vorzunehmen.

Sofortmassnahmen ⇒ Spezialprozess

Anmerkung 2 „Sofortmassnahmen": Hierbei geht es um Schäden, die aufgrund einer Zustandserfassung, einer Beobachtung oder Kontrolle zwischen zwei Zustandserfassungen bemerkt werden (häufig wegen eines aussergewöhnlichen Ereignisses wie z.B. Schäden infolge eines Unfalles), und die sofort behoben werden müssen. Die entsprechenden Massnahmen sind sofort zu realisieren (auszuführen bzw. falls nötig auch noch zu projektieren). Sofortmassnahmen werden im Teilprozess der „Unterhaltsplanung" nicht berücksichtigt. Sie müssen in einem unabhängigen zu definierenden Spezialprozess abgewickelt werden.

**Ergebnis**: Massnahmenvorschläge Teilsysteme

**Ergebnis** der „Unterhaltsplanung Teilsystem" sind geordnete Massnahmenlisten (zwingend infolge Sicherheit und Funktionstüchtigkeit, Vorschläge mit Varianten für optimale Wirtschaftlichkeit) mit dem zugehörigen Finanzbedarf und den Verkehrseinschränkungen über einen Zeithorizont von fünf bis zehn Jahren. Sie dienen als Input für den Prozess „Unterhaltsplanung Gesamtsystem".

**Fachkonzepte** UP Kunstbauten Strassenoberbau elektromechanische Anlagen

Pro Teilsystem ist ein **Fachkonzept** gemäss den Vorgaben des Fachkonzeptes Unterhaltsplanung Gesamtsystem zu entwickeln. Die Fachkonzepte UP Teilsystem müssen ihrerseits alle Vorgaben und Verfahrensanweisungen für die Akteure der Unterhaltsplanung Teilsystem enthalten. Insbesondere müssen die Fachkonzepte für jeden der genannten Schritte 1 - 5 klare Verfahrensanweisungen für die Ausführenden beinhalten (wie sollen Zustände erfasst/beurteilt werden, externe Einflüsse auf Alterung, welche Massnahmenvarianten, Zusatzinformationen zu Massnahmenvarianten, Elemente des Priorisierungsalgorithmus, usw.). Die Vorgaben und Verfahrensanweisungen sind im Rahmen der Fachkonzepte in geordneter, zusammenhängender Form zu dokumentieren und nachzuführen („Manuals").

### 4.3.3 Das Zusammenspiel Gesamtsystem – Teilsysteme

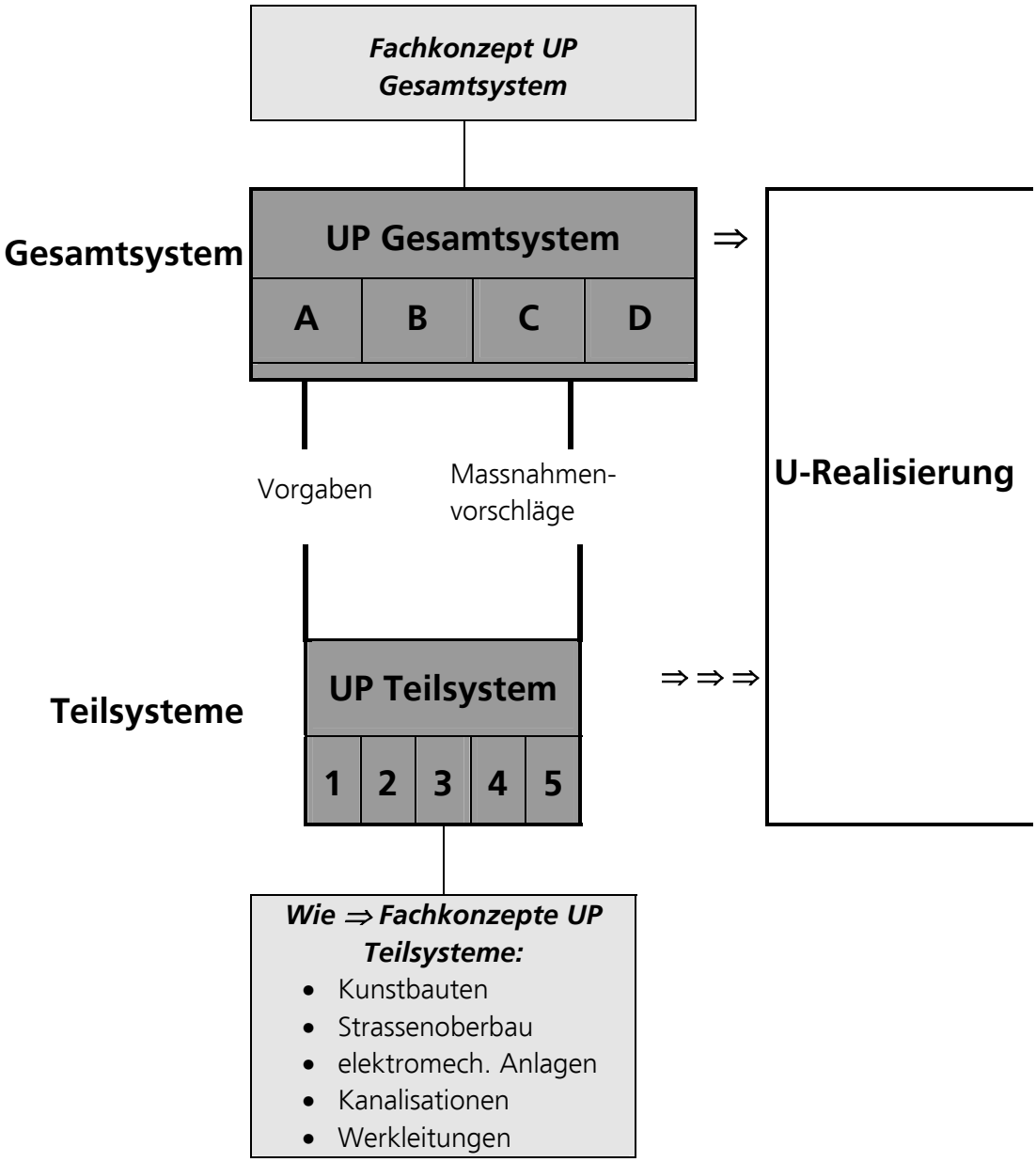
In der Figur 4 wird das Zusammenwirken der beiden Prozesse auf der Stufe Gesamtsystem und auf der Stufe der Teilsysteme (wie sie in den vorangehenden beiden Abschnitten beschrieben werden) veranschaulicht.

Der Prozessverantwortliche „Unterhaltsplanung Gesamtsystem" beschreibt in seinem „Fachkonzept UP Gesamtsystem" die Vorgaben und Anforderungen an die von den Teilsystemen zu liefernden Informationen. (Das Fachkonzept UP Gesamtsystem beschreibt darüber hinaus diejenigen Prozesse, die auf der Stufe Gesamtsystem stattfinden.) In wesentlichen Teilen (Struktur!) sind diese Vorgaben im Abschnitt 4.3.2 wie folgt enthalten:

- Die fünf Schritte des Prozesses UP Teilsystem.
- Die im Zusammenhang mit diesen fünf Schritten zu liefernden Informationen.
- Kriterien für Dringlichkeitsreihung.
- „Massnahmenvorschläge" Teilsysteme.

Die Teilsystemverantwortlichen beschreiben in ihren Fachkonzepten „Kunstbauten", „Strassenoberbau" und „elektromechanische Anlagen" ihrerseits, wie sie ihre Aufgabe im Rahmen der Vorgaben lösen wollen.

Bei allen Festlegungen ist dabei strikte auf die Ergebnisorientierung zu achten, d.h. der Massstab für den Detaillierungsgrad wird durch das Ziel des Teilprozesses Unterhaltsplanung bestimmt (und nicht nach weiteren wünschbaren, aber für das Prozessergebnis nicht relevanten Verfeinerungen). Das vom Teilprozess Unterhaltsplanung zu liefernde Ergebnis ist im Abschnitt 4.3.1 festgehalten.




*Figur 4: Das Zusammenspiel zwischen der Unterhaltsplanung Gesamtsystem (mit den vier Schritten A - D) und der Unterhaltsplanung Teilsystem (mit den fünf Schritten 1 - 5).*

# 5 Der Schritt zur Anwendung

Das im Kapitel 4 beschriebene Prozessmodell für die Unterhaltsplanung (MSE-Mantelgerüst für die Planung der Substanzerhaltung) ist eingebettet in ein Gesamtprozessmodell Infrastruktur Strasse gemäss Figur 3. Diese wiederum ist eingegliedert in das Verkehrssystem Strasse gemäss Figur 2. Für die Umsetzung des Prozessmodells Unterhaltsplanung ist Folgendes zu beachten:

Prozessverantwortlicher

1. Für die Anwendung, d.h. für die Umsetzung des Prozessmodells auf eine konkrete Strassenverkehrsanlage muss die verantwortliche Strassenverwaltung zunächst einen Prozessverantwortlichen (bzw. ein Team) für die „Unterhaltsplanung" bestimmen.

Process Design für „seine" Strasse – zugehörige Fachkonzepte erarbeiten

2. Dieser muss als Erstes das Prozessmodell, wie es im Kapitel 4.3 beschrieben ist, für „seine" Strasse konkretisieren (vgl. Bemerkung in Abschnitt 4.1). Insbesondere sind beispielsweise für das Gesamtsystem ein Fachkonzept mit den übergeordneten Vorgaben (Kap. 4.3.1) und für die relevanten Teilsysteme (Strassenoberbau, Kunstbauten, elektromechanische Anlagen, Kanalisationen, Werkleitungen) Fachkonzepte mit den Anforderungen gemäss Kapitel 4.3.2 zu erarbeiten.

Pilotanwendungen

3. Zum Teil überlappend zur Erarbeitung der Fachkonzepte sollen für bestimmte zusammenhängende Strassenstücke Pilotanwendungen ausgelöst werden. Damit können die Fachkonzepte laufend auf ihre Praxistauglichkeit geprüft werden.

IT-Anwendungen

4. Zur Bewältigung der teilweise umfangreichen Datenverwaltung (Bestandes–, Zustands–, Massnahmendaten, usw.) sind nach Vorliegen der Fachkonzepte dazu passende IT-Anwendungen bereitzustellen. Dabei können bereits entwickelte Applikationen mit gezielten Anpassungen oder Spezialentwicklungen in Frage kommen. Das Thema IT-Anwendungen ist jedoch ausdrücklich aus dem vorliegenden Forschungsbericht ausgeklammert (siehe Kapitel 1.2).

Prozess-Umsetzung = Unterhaltsplanung gemäss festgelegten Abläufen

5. Schliesslich ist die Planung des Unterhalts mit einem Zeithorizont von fünf bis zehn Jahren für die betreffende Strassenverkehrsanlage (bzw. den Zuständigkeitsbereich der entsprechenden Strassenverwaltung) aufgrund der im Prozessmodell und den Fachkonzepten festgehaltenen Abläufe abzuwickeln.

# A1 Anhang: Übersicht über die MSE-Anwendungen in einzelnen Kantonen

Auf den folgenden Seiten werden die Ergebnisse der Erfassungen über die MSE-Abläufe in verschiedenen Kantonen tabellarisch dargestellt. Sie sind gemäss dem im Abschnitt 2.1.1 (Figur 1) erläuterten Frageraster gegliedert.

- Kantone FR, GR, NE, SO, SG: 3 Seiten verfasst durch Rafi Managementberatung
- Kantone BL und SH: 5 Seiten verfasst durch W. Landolt
- Kantone LU und ZH: 2 Seiten verfasst durch EBP

**Rafi Managementberatung (RMB)**
Feldeggstrasse 36
CH-8008 Zürich

Forschungsstudie: MSE-Abläufe
23.4.98

Tel: 01/ 380 07 31
Fax: 01/ 380 07 39

## MSE-Abläufe in den Kantonen

| Tätigkeiten (Phasen) | wer? | Wann?, wie oft? | mit welchen Mitteln? | Dokumentation wie? | Detaillierungs-grad? | andere Hilfsmit-tel? | Zeithorizont? | Kosten? | Geldmittel woher? | Info an wen? | Kriterien | Entscheidungs-träger? |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kanton FR (NS)** | | | | | | | | | | | | |
| Zustandserfassung | VIAGROUP | Frühjahr bis Herbst | ARAN | EDV, Papier | ARAN | File ARAN | | | | | | |
| Zustandsbeurteilung | SGE-Verantwortl. | Nach Erfassung | SGE-FR | EDV, Papier | | | | | | | | |
| Zustandsentwicklung | | Alle 3 Jahre | STRADA-DB | EDV, Papier | ? | | 10 J | | | | | |
| Massnahmen | C+E / Büro RN | jährlich | C+E / Büro RN | EDV, Papier | | | | Ja | Bund | Büro NS -> Piller | | |
| Prioritäten, Auswahl | SGE-Verantwortl. | jährlich | SGE-FR | EDV, Papier | | | | | Bund | | SGE-FR, PMS VS-NE | Chef NS (Piller) |
| **Kanton FR (KS)** | | | | | | | | | | | | |
| Zustandserfassung | Werkhof/Büro | Frühjahr bis Herbst | Begehung | EDV, Papier | visuell | Erfassungsformular | | | | | | |
| Zustandsbeurteilung | SGE-Verantwortl. | Nach Erfassung | SGE-FR | EDV, Papier | | | | | | | | |
| Zustandsentwicklung | | Alle 3 Jahre | STRADA-DB | EDV, Papier | ? | | 10 J | | | | | |
| Massnahmen | C+E / DPC | jährlich | C+E / DPC | EDV, Papier | | | | Ja | Kanton | SGE -> KI | | |
| Prioritäten, Auswahl | SGE-Verantwortl. | jährlich | SGE-FR | EDV, Papier | | | | | Kanton | | SGE-FR, PMS VS-NE | KI |

| Kanton GR (Bezirk 1, NS & KS) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zustandserfassung | Werkhof/Büro | Frühjahr bis Herbst | Begehung | EDV, z.T. Fotos | visuell | Erfassungsformular | | | | | | |
| Zustandsbeurteilung | Bezirkschef | Nach Erfassung | Modell A. Rafi | EDV, Papier | | | | | | | | |
| Zustandsentwicklung | Bezirkschef, Berater | alle 2-3 J | Datenbank | EDV, Papier | alle Merkmale | | 8-10 J | | | | | |
| Massnahmen | Werkhof/Büro | jährlich | Massnahmen-Modell | EDV; Papier | | | | Ja | Bund, Kanton | SI und KI | | |
| Prioritäten, Auswahl | Bezirkschef | jährlich | Hilfsmodell DR* | EDV, Papier | | | | | Bund, Kanton | | MSE-Ziele, FB** | Bezirkschef |
| **Kanton NE (KS)** | | | | | | | | | | | | |
| Zustandserfassung | | | | EDV, Papier | | | | | | | | |
| Zustandsbeurteilung | | | | EDV, Papier | | | | | | | | |
| Zustandsentwicklung | | | | | | | | | | | | |
| Massnahmen | | | | EDV, Papier | | | | | | | | |
| Prioritäten, Auswahl | | | | EDV, Papier | | | | | | | | |
| **Kanton SO (NS)** | | | | | | | | | | | | |
| Zustandserfassung | Werkhof/Büro | Frühjahr bis Herbst | Begehen, Befahren | Papier | visuell | - | | | | | | |
| Zustandsbeurteilung | Büro NS | ? | Ja (nicht nach System) | Papier | | | | | | | | |
| Zustandsentwicklung | - | - | - | - | - | | - | | | | | |
| Massnahmen | Büro NS | jährlich | konventionell | Papier | | | | Ja | Bund | KI | | |
| Prioritäten, Auswahl | Büro NS | jährlich | nach verfügb. Budget | Papier | | | | | Bund | | Budget, allg. Zustand | KI |

| Kanton SO (KS) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zustandserfassung | Werkhof/Büro | Frühjahr bis Herbst | Begehung | EDV, z.T. Fotos | visuell | Erfassungsformular | | | | | | |
| Zustandsbeurteilung | Kreisingenieur | Nach Erfassung | Modell Kt. SO | EDV, Papier | | | | | | | | |
| Zustandsentwicklung | - | - | - | - | - | | - | | | | | |
| Massnahmen | Werkhof/Büro | jährlich | (Massn.-Modell) | EDV, Papier | | | | Ja | Kanton | SI und KI | | |
| Prioritäten, Auswahl | Kreisingenieur | jährlich | Hilfsmodell DR* | EDV, Papier | | | | | Kanton | | MSE-Ziele, FB** | Kreisingenieur |
| **Kanton SG (KS)** | | | | | | | | | | | | |
| Zustandserfassung | Privates Büro | 1997 / ? | ARAN-System | EDV, Papier | visuell | Schadenkatalog | | | | | | |
| Zustandsbeurteilung | Privates Büro | 1997 / ? | ARAN-System | EDV, Papier | | | | | | | | |
| Zustandsentwicklung | ? | | | | | | | | | | | |
| Massnahmen | Privates Büro | 1997 / ? | VIA-PMS (Typen) | EDV, Papier | | | | Ja | Kanton | TBA | | |
| Prioritäten, Auswahl | Privates Büro | 1997 / ? | Hilfsmodell DR* | EDV, Papier | | | | | Kanton | | MSE-Ziele, FB** | Strasseninspektor |

* : Verfahren der Dringlichkeitsreihung nach A. Rafi

**: Funktionelle Bewertung

**MSE - Abläufe** **Kanton Basel Landschaft** **BMS (Brücken- Management)** Datum: 8.4.98

| Phasen / Aspekte | **Zustand** | | | **Massnahmen ➡** | **Prioritäten setzen** |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Erfassung ➡** | **Beurteilung ➡** | **Entwicklung ➡** | | **Auswahl treffen** |
| Wer (Sachbearbeiter) | - TBA/AU (Unterhalt)<br>- Strassenverw. (AWS)<br>- Spezialist (Ing.Büro) | Spezialist (Ing.Büro) | Spezialist (Ing.Büro) | - TBA Abt. Leiter AU<br>- Strassenverwalter<br>- Spezialist (Ing.Büro) | TBA Abteilungsleiter A4<br>KI |
| Wann | Periodisch:<br>- Überwachung jährlich<br>- Hauptinspektion (HI) alle 5 Jahre<br>- Zwischeninspektion 2-3 Jahre nach HI | | nach Hauptinspektion | nach Hauptinspektion | Budgetplanung |
| Zeithorizont | | | Lebensdauer Bauwerk | Lebensdauer Bauwerk | |
| Wie oft (Intervall) | | | jährlich | jährlich | jährlich |
| Mit welchen Mitteln<br>- Hilfsmittel (z.B.CL)<br>- Instrumente<br>- Geräte | Pflichtenheft und Checklisten BL | | | Gesamtbeurteilung<br>Massnahmenliste | Mehrjahresprogramm |
| Dokumentation<br>- Papier, Fotos<br>- Kopf, EDV | Bericht mit Beschrieb, Checklisten<br>Photos, ev. Planskizzen<br>(KUBA-DB) | | | Massnahmenliste<br>(EXCEL)<br>(KUBA-DB) | Mehrjahresprogramm<br>(EXCEL) |
| Kriterien | - gemäss Pflichtenheft und Checklisten BL<br>- Normen, Richtlinien der SIA, VSS, SBB | | | Zustand Bauwerk, Betriebsbereitschaft, Verkehrssicherheit | |
| Detaillierungsgrad<br>- visuell<br>- Gerät | - visuell<br>- ev. Kontrollmessungen | Gesamtbeurteilung, Detailangaben in Checklisten | | | |
| Kosten<br>Geldmittel (woher) | Budget laufender Unterhalt, Bauwerkskontrolle | | | Budget Unterhalt / Investitionen | |
| Entscheidungsträger (Stelle) | | | | TBA Abt. Leiter AU | TBA Abt. Leiter AU, KI |
| Information an wen | TBA - intern: Abt. Leiter AU, Strassenverwalter | | | TBA - intern | TBA - intern<br>ev. externe Stellen<br>Medien |
| Bemerkungen | | | | | |

**MSE - Abläufe** **Kanton Basel Landschaft** **EMS (El.-mech. Management)** Datum: 17.4.98 AWS

| Phasen / Aspekte | **Zustand** | | | **Massnahmen ➡** | **Prioritäten setzen** **Auswahl treffen** |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Erfassung ➡** | **Beurteilung ➡** | **Entwicklung ➡** | | |
| Wer (Sachbearbeiter) | Mitarbeiter AWS | Meister EME | Team AWS | Administration | Leiter / Team AWS |
| Wann | laufend | wöchentlich | jährlich | jährlich | jährlich |
| Zeithorizont | | | | | |
| Wie oft (Intervall) | | | | | |
| Mit welchen Mitteln<br>- Hilfsmittel (z.B.CL)<br>- Instrumente<br>- Geräte | Laptop PC | PC | | - Berichte<br>- Anträge | - Angebote<br>- Submissionen |
| Dokumentation<br>- Papier, Fotos<br>- Kopf, EDV | PAW / EMS | EMS / Auswertung | - EMS<br>- Markt- und Industriebeobachtung | - Berichte<br>- Anträge | - Offertvergleiche |
| Kriterien | | | | | |
| Detaillierungsgrad<br>- visuell<br>- Gerät | | | | | |
| Kosten<br>Geldmittel (woher) | Budget | | | Massnahme<br>ASTRA | Kosten |
| Entscheidungsträger (Stelle) | | | | - Leiter AWS<br>- Koordination EMS | Team |
| Information an wen | Meister EME | Leiter AWS | Oberbauleitung | ASTRA | Team |
| Bemerkungen | | | | | |

Abkürzungen: AWS Autobahnwerkhof Sissach
EME Elektromechanische Einrchtungen
EMS Managementsystem zur Erhaltung der el.mech. Anlagen

VSS Forschungsvorhaben: MSE - Abläufe (Entscheidungshilfen)

**MSE - Abläufe** **Kanton Basel Landschaft** **PMS (Belags-Management)** Datum: 7.4.98 AU-T

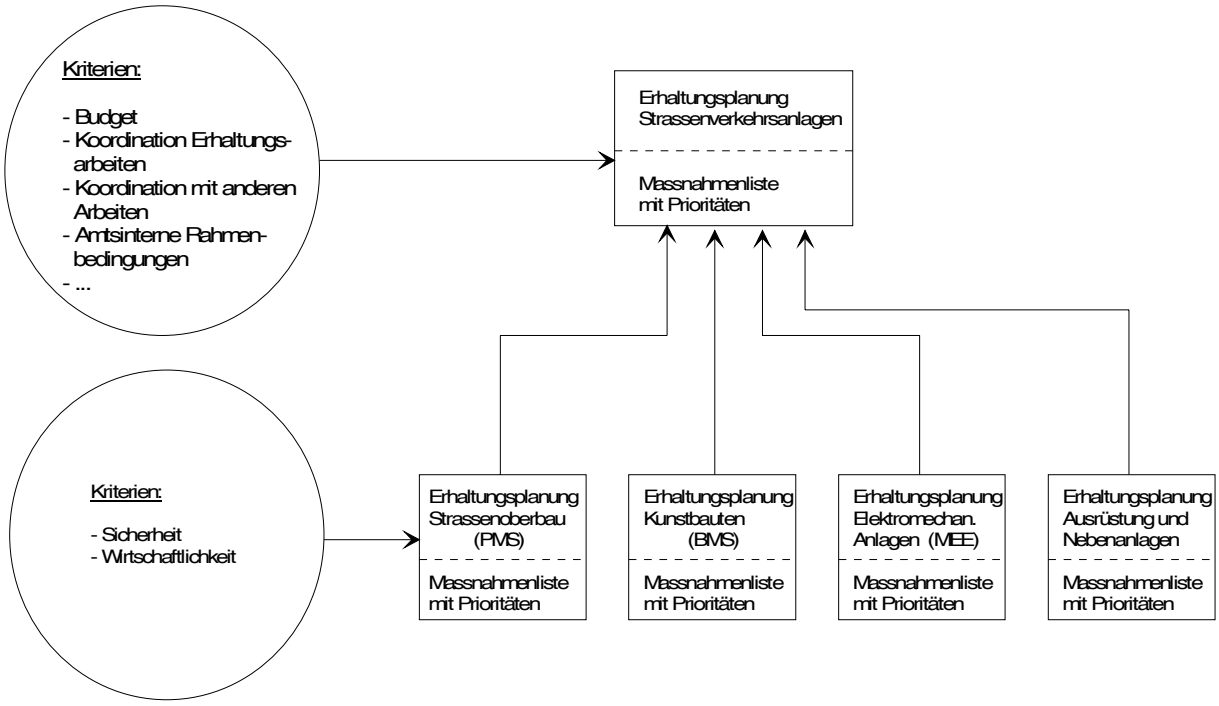
| Phasen / Aspekte | **Zustand** | | | **Massnahmen ➡** | **Prioritäten setzen** |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Erfassung ➡** | **Beurteilung ➡** | **Entwicklung ➡** | | **Auswahl treffen** |
| Wer (Sachbearbeiter) | AU-T + Ing.Büro | AU-T | AU-T | Strassenverwalter | AU HAL / KI |
| Wann | Sommer-Halbjahr | Herbst / Winter | Herbst / Winter | Planung: Winter<br>Ausführung: Sommer | Budgetplanung |
| Zeithorizont | | | 15 Jahre | 1 Jahr | 1 Jahr |
| Wie oft (Intervall) | alle 3-5 Jahre | alle 3-5 Jahre | | alle 10-20 Jahre | |
| Mit welchen Mitteln<br>- Hilfsmittel (z.B.CL)<br>- Instrumente<br>- Geräte | - visuell<br>- Skiddometer (Griffigk.)<br>- Lacvoix (Tragfähikgeit)<br>- Langs- /Querebenheit | | | | |
| Dokumentation<br>- Papier, Fotos<br>- Kopf, EDV | alles je nach Zweckmässsigkeit | | | | |
| Kriterien | SN 640 925 | SN 640 925 | | | |
| Detaillierungsgrad<br>- visuell<br>- Gerät | Grob- / Detailaufnahme<br>Detailaufnahmen | | | | |
| Kosten Geldmittel (woher) | Budget laufender Unterhalt | | | Budget Unterhalt / Investition | |
| Entscheidungsträger (Stelle) | | | | | |
| Information an wen | TBA - intern | TBA - intern | TBA - intern | TBA - intern | |
| Bemerkungen | | | | | |

Abkürzungen: AU-T Abt. Ausbau und Unterhalt /Technologie
AU HAL Abt. Ausbau und Unterhalt / Hauptabteilungsleiter

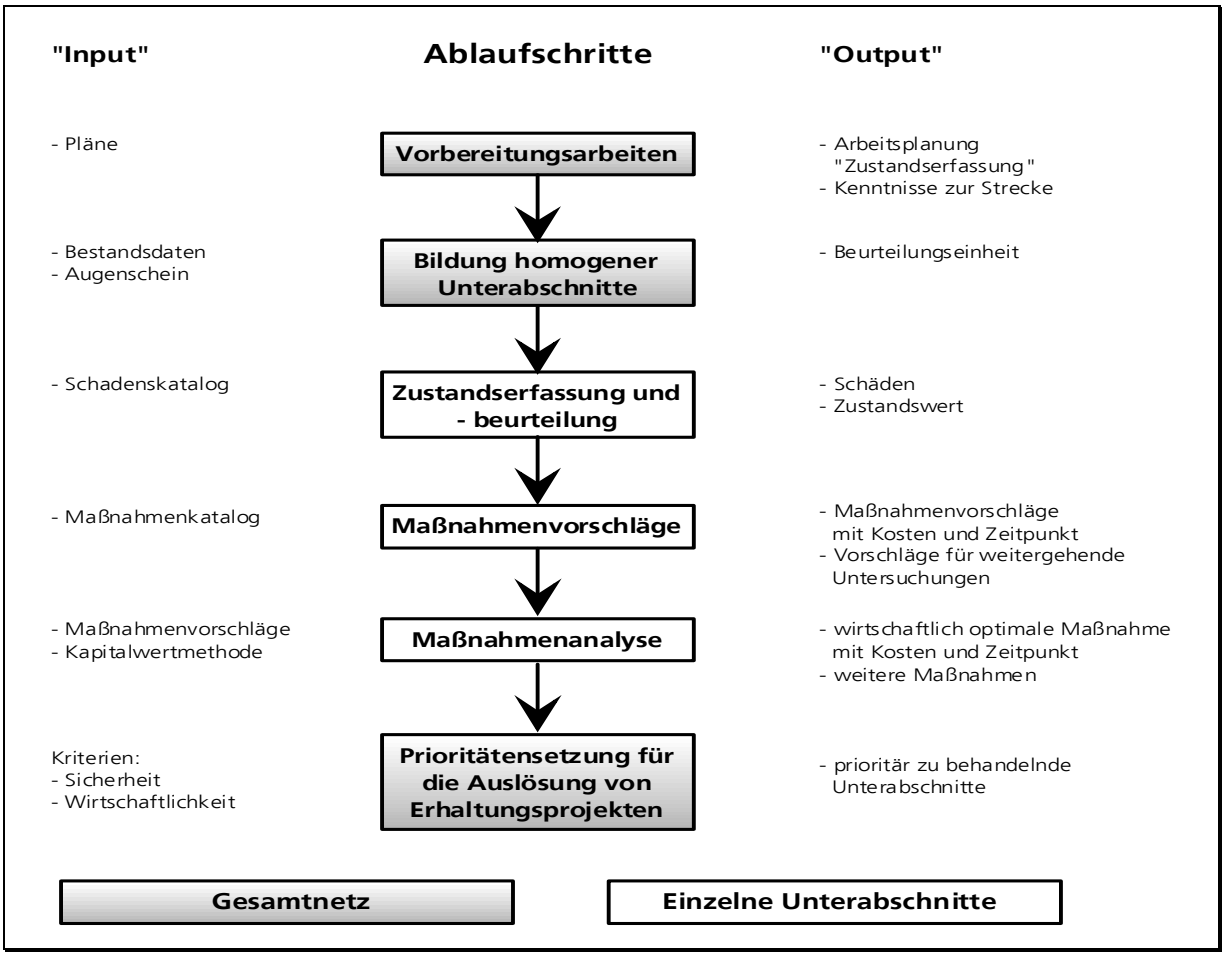
| Phasen / Aspekte | **Zustand** | | | **Massnahmen ➡** | **Prioritäten setzen** |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Erfassung ➡** | **Beurteilung ➡** | **Prognose ➡** | | **Auswahl treffen** |
| Wer (Sachbearbeiter) | TBA Abt. Brückenbau<br>Spezialist (Ing.Büro) | TBA Abt. Brückenbau<br>Spezialist (Ing.Büro) | TBA Abt. Brückenbau<br>Spezialist (Ing.Büro) | TBA Abt. Brückenbau<br>Spezialist (Ing.Büro)<br>Labors | TBA |
| Wann | Periodisch:<br>- Hauptinspektion (HI) alle 5 Jahre<br>Sporadisch:<br>- Zwischeninspektionen fallweise (nur für ca. 5-10 der Bauwerke notwendig) | | | | Frühling (Budgetplanung) |
| Zeithorizont | | | | ca. 20 Jahre | |
| Wie oft (Intervall) | | | | | jährlich |
| Mit welchen Mitteln<br>- Hilfsmittel (z.B.CL)<br>- Instrumente<br>- Geräte | Checklisten SH<br>Instrumente wenn sinnvoll | | Ingenieurerfahrung und -Wissen<br>(Alterungskurven nur unterstützend) | Ingenieurerfahrung und -Wissen | |
| Dokumentation<br>- Papier, Fotos<br>- Kopf, EDV | Bericht mit Beschrieb<br>Checklisten (EDV)<br>Photos, ev. Planskizzen | | | Massnahmenliste | |
| Kriterien | Pflichtenheft und Checklisten SH<br>Normen, Richtlinien der SIA, VSS, DIN | | | Zustand Bauwerk, Betriebsbereitschaft, Verkehrssicherheit | |
| Detaillierungsgrad<br>- visuell<br>- Gerät | visuell<br>ev. Kontrollmessungen | Gesamtbeurteilung mit Detailangaben | | | |
| Kosten<br>Geldmittel (woher) | Jahresbudget für laufenden Unterhalt | | | Budget Unterhalt / Investitionen | |
| Entscheidungsträger (Stelle) | | | | TBA, KI | TBA, KI<br>Baudepartement |
| Information an wen | TBA | | | TBA, KI | TBA, KI<br>Baudepartement<br>Medien fallweise |
| Bemerkungen | | | | | |

| Phasen / Aspekte | **Zustand** | | | **Massnahmen ➡** | **Prioritäten setzen** |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Erfassung ➡** | **Beurteilung ➡** | **Entwicklung ➡** | | **Auswahl treffen** |
| Wer (Sachbearbeiter) | TBA / E (Unterhalt) | TBA / E (Unterhalt)<br>Spezialist (Ing-Büro) | TBA / E (Unterhalt)<br>Spezialist (Ing-Büro) | TBA / E (Unterhalt)<br>Spezialist (Ing-Büro) | TBA / Chef E |
| Wann | wöchentlich - jährlich | vierteljährlich | jährlich | jährlich | Frühling (Budgetplanung) |
| Zeithorizont | | | 10 - 20 Jahre | 5 Jahre | |
| Wie oft (Intervall) | wöchentlich - jährlich | vierteljährlich | | | |
| Mit welchen Mitteln<br>- Hilfsmittel (z.B.CL)<br>- Instrumente<br>- Geräte | Checklisten<br>Instrument (SPM)<br>Visuell | PC (Kennwerte) | Checklisten / PC<br>PC / Kennwerte | | |
| Dokumentation<br>- Papier, Fotos<br>- Kopf, EDV | Checklisten (EDV) | Berichte<br>EDV | Berichte<br>EDV | EDV | EDV |
| Kriterien | Herstellervorgaben<br>Normen | Herstellervorgaben<br>Normen | Herstellervorgaben<br>Normen | Herstellervorgaben<br>Normen | Sicherheit<br>Stand der Technik |
| Detaillierungsgrad<br>- visuell<br>- Gerät | Komponentenspezifisch | Systemspezifisch | Systemspezifisch | Systemspezifisch | |
| Kosten<br>Geldmittel (woher) | Jahresbudget | | | Budget Unterhalt und Investitionen | |
| Entscheidungsträger (Stelle) | | | | KI | KI |
| Information an wen | TBA / E (Unterhalt) | TBA / E<br>KI<br>Unterhaltschef | TBA / E<br>KI<br>Unterhaltschef | TBA, Unterhaltschef, KI<br>Baudepartement<br>Polizei<br>Medien fallweise | KI<br>Baudepartement |
| Bemerkungen | | | | | |

## MSE-Abläufe im Tiefbauamt Kanton Luzern




*Figur : Erhaltungskonzept Strassenverkehrsanlagen*




Figur: Ablaufschritte für die systematische Werterhaltung von Strassen

# Tätigkeiten im MSE Tiefbauamt ZH (Ingenieurkreis III)

(28.1.97)

| Prozessablauf | Grundlagen | Anforderungen/Tätigkeiten | Verantwortung | Resultate |
|---|---|---|---|---|
| **Objekte** | globale Strategie (unité de doctrine)<br>Streckenkenntnis<br>Knowhow der Strassenverwaltung<br>Neubauprogramm | geeignete Objekte auswählen<br>Umfang abgrenzen | Strassenverwalter | Wunschliste |
| **Zustandsbeschrieb** | Augenschein<br>STRADAT: Datei Massnahmen<br>Datei Längen<br>Datei Querschnitt<br>Datei Planung (Schutz)<br>Sondierung, Kernbohrung<br>Deflektionsmessung | vorhandene Unterlagen beschaffen und auf Vollständigkeit prüfen<br>zusätzliche Grundlagen (Messung) erarbeiten | Strassenverwalter | Grundlagendossier für jede Strecke |
| **Zustandsbewertung** | Entwicklung der letzten Jahre<br>Abschätzung der künftigen Entwicklung<br>Normen | Notwendigkeit erstmals beurteilen<br>Massnahmenvarianten suchen | Strassenverwalter | technische Dringlichkeitsliste im UH-Bezirk |
| **Gesamtbewertung** | Bedeutung der Strecke<br>Ausstände früherer Erhaltungsmassnahmen<br>Mittel-/langfristige Finanzaussichten<br>Umfeld (Gemeinde, Werke) | Notwendigkeit nochmals beurteilen<br>sog. „Muss-Objekte“ feststellen<br>Massnahmenvarianten überprüfen | Strassenverwalter | bereinigte Wunschliste |
| **Massnahmenplanung** | Zustandsbeschrieb<br>Preisstatistik<br>Bautechnisches Knowhow | mit Umfeld koordinieren<br>Möglichkeiten Verkehrsführung abklären<br>Massnahme auswählen | Strassenverwalter | Vorprojekt mit Kostenschätzung<br>Karte 1 : 5000<br>Normalprofil<br>Fotos<br>Bericht |
| **Dringlichkeitslisten** | Vorprojekte der UH-Bezirke<br>Entwurf Budget (Zuteilung) | ausgewählte Objekte gemeinsam besichtigen<br>Auswirkungen auf Folgejahre abschätzen | Kreisingenieur | Dringlichkeitsliste im Form eines UH-Bauprogrammes für das Programmjahr, für das folgende Jahr und für die weitere Zukunft |
| **Wahl der Objekte** | Dringlichkeitsliste der Ingenieurkreise<br>Entwurf Budget (Gesamthaft)<br><br>Bereinigtes UH-Bauprogramm<br>Wunschliste | ausgewählte Objekte gemeinsam besichtigen<br>UH-Bauprogramm entscheiden<br>mit ursprünglicher Zielsetzung vergleichen<br>→Feedback zu „Objekte“ und /oder „Massnahmenplanung“ | Strasseninspektor<br><br>Kreisingenieur | bereinigtes UH-Bauprogramm<br><br>Änderungsantrag an Strasseninspektor |
| **Ausführung Massnahmen** | Vorprojekt<br>UH-Bauprogramm | Bauprojekt erstellen<br>Submission durchführen und Arbeit vergeben<br>Arbeiten ausführen | Strassenverwalter/<br>Technisches Büro | Baubanahme |
| **Kontrolle Zustand** | Abnahmeprotokoll<br>Globale Strategie (unité de doctrine)<br>Streckenkenntnis | Strecken besichtigen<br>wenn nötig: Messungen durchführen | Strassenverwalter | Garantieabnahme<br>Reparaturen |

# A2 Literaturverzeichnis

*[1] Grüter Rolf und Hitz Patrik: Brückeninstandhaltung- Ein Blick in die Zukunft. Eisenbahntechnische Rundschau Edition ETR „Erstellen und Instandhalten von Bahnanlagen" Sonderveröffentlichung 1993 ISBN 3-771-0248-2*

*[2] Management der Strassenerhaltung, Standbericht Nr. 1, August 1995, Bundesamt für Strassenbau*

*[3] Management der Strassenerhaltung, Standbericht Nr. 2, 30. Oktober 1997 Bundesamt für Strassenbau*

*[4] VSS/SN 640 900 Management der Strassenerhaltung, Grundsätze, September 1989*

*[5] Ernst Basler + Partner, IFA-Informatik: Definitionsphase MSE-Projekte Bundesamt für Strassen. Dokument Nr. 1: Prozessmodell Unterhaltsplanung (MSE-Prozessmodell), 14.12.1998. Dokument Nr. 2: Projektdefinition Unterhaltsplanung Nationalstrassen, 14.12.1998*

*[6] Ernst Basler + Partner, Mache & Partner GmbH: Beurteilung von MSE-Instrumenten, Bundesamt für Strassenbau, 4. Juli 1997*

*[7] Ernst Basler + Partner: Management der Strassenerhaltung Tiefbauamt des Kantons Luzern. Erhaltungskonzept Strassenverkehrsanlagen, 10.12.96. Erhaltungsplanung für den Strassenoberbau (PMS), Januar 1998.*

*[8] Zweckmässigkeit und Effizienz der Unterhaltsbaustellen auf Nationalstrassen, Bericht der Kommission vom 30. November 1995, Bundesamt für Strassenbau*

*[9] Substanzerhaltung der Nationalstrassenwerke, Schlussbericht der Arbeitsgruppe, Bundesamt für Strassen, 27. Januar 1998*

*[10] VSS/SN 640 901 Management der Strassenerhaltung, Zielsystem, August 1990*

*[11] VSS/SN 640 902 Management der Strassenerhaltung, Leitfaden zur Einführung, Oktober 1991*

*[12] EVED, Bericht 357, Management der Strassenerhaltung, Entwicklung Massnahmen, Strategie- und Kostenmodell, Expertenteam ESTE, FA 15/93, 1996*

*[13] Organigramme du système de gestion de l'entretien des chaussées, Canton de Neuchâtel*

*[14] Entretien des chaussées, les phases de SGE, Direction des Travaux Publics, Canton de Fribourg, C. Morzier 1997*

*[15] Management der Strassenerhaltung, Grundlagen, Thesen, Strategien, Rafi Ali (Dissertation), Verlag Industrielle Organisation Zürich , 1985*

*[16] Strassenerhaltung mit System, Grundlagen des Managements, Schmuck A., Kirschbaumverlag Bonn 1987*

*[17] Strassenerhaltung mit System, Einführung in neuzeitliche Planungsmethoden, Schmuck A. in Heft 30, Univ. Bundeswehr München 1989*

*[18] Tätigkeit im MSE, VSS Fachkommission 174, internes Arbeitspapier 1996*

*[19] Vorstudie Management der Fahrbahnerhaltung, M. Hussain-Khan, FA 30/84 EVED Bericht 294, 1993*

*[20] Pavement and Structure Management System, Summary of the rresults of the RIMES questionnaire; Rimes Infrastructure Maintenance Evaluation Study, University of Birmingham (UK), COWI Consulting Engineers (DK), Scetauroute (FR), Pavement Management Services Ltd. (IRL), Finnra (FI), November 1998*

*[21] Kostenverteilung im Rohrleitungsbau, M. Kissling et al, gwa Gas Wasser Abwasser 11/98*