Management der Strassenerhaltung (MSE)

Praxisnahe Umsetzung des Gesamtkonzeptes in die Schweizerischen Strassenverwaltungen

Système de gestion de l'entretien (SGE)

Mise en œuvre pratique du concept global dans les administrations suisses responsables des travaux publics

Stiftung für Forschung und Beratung
am Betriebswissenschaftlichen Institut der ETH Zürich
Dr. A. A. Rafi, dipl. Ing. ETH

Forschungsaufträge 31/88 und 27/90 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS)

Januar 1992

Management der Strassenerhaltung (MSE)

Praxisnahe Umsetzung des Gesamtkonzeptes in die Schweizerischen Strassenverwaltungen

Dr. A.A. Rafi, dipl. Ing. ETH
Stiftung für Forschung und Beratung
am Betriebswissenschaftlichen Institut der ETH Zürich

Forschungsauftrag 31/88 (und 27/90) auf Antrag der
VSS Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute

Januar 1992

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	4
Zusammenfassung	5
1. Grundlagen	6
1.1 Aufgabenstellung	7
1.2 Ziele der Studie	7
1.3 Gegenstand der Untersuchung	8
1.4 Generelles Vorgehen	8
2. Situationsanalyse	10
2.1 Einleitung	11
2.2 Ausgewählte Strassenverwaltungen	11
2.3 Organisationsanalyse	12
2.3.1 Aufbauorganisation	12
2.3.1.1 Generelles	13
2.3.1.2 Formen und Gliederungskriterien	14
2.3.1.2.1 Funktionale Organisation	14
2.3.1.2.2 Divisionale Organisation	16
2.3.1.2.3 Matrix-Organisation	19
2.3.1.3 Ablauforganisation der ausgewählten Strassenverwaltungen	25
2.3.2 Ablauforganisation	32
2.3.2.1 Kriterien der Ablauforganisation	32
2.3.2.2 Ablauforganisation der ausgewählten Strassenverwaltungen	32
2.3.2.3 Zusammenfassung	36
2.4 Weitere Aufgabenbereiche der Strassenverwaltung	37
3. Konzept Management der Strassenerhaltung (MSE)	38
3.1 Einleitung	39
3.1.1 Bedarf der Strassenverwaltungen an MSE	39
3.1.2 Definition von MSE	40
3.1.3 Voraussetzungen	40
3.1.4 Anwendungsgebiete des MSE-Systems	41
3.1.5 Vorteile des MSE für die Strassenverwaltungen	42
3.1.6 MSE im Ausland	43
3.1.7 Leistungen des MSE	46
3.2 MSE als Führungsinstrument	48
3.3 MSE als System	49
3.4 Anforderungen an MSE - System	57
3.5 Aufgaben und Pflichten des MSE - Systems	59
3.6 Elemente des MSE - Systems	61
3.6.1 Aufgaben der Elemente des Teilsystems "Führungs- und Informationssystem"	61
3.6.1.1 Zielsystem	63
3.6.1.2 Strassendatenbank	67
3.6.1.3 Forschung	75
3.6.2 Aufgaben der Elemente des Teilsystems "Tätigkeiten"	77
3.6.2.1 Operative Ziele	78
3.6.2.2 Planung der Routine - Massnahmen	80
3.6.2.3 Kontrolle, Beobachten / Erfassung	83
3.6.2.4 Bewertung	86
3.6.2.5 Planung	88
3.6.2.6 Bemessung / Entwurf	90
3.6.2.7 Dringlichkeitsreihung	92
3.6.2.8 Organisieren	94
3.6.2.9 Realisierung	97
3.6.2.10 Hilfsmodelle	99
3.6.3 Zusammenfassung	109

Inhaltsverzeichnis

Seite

4. Ergebnisse der Erprobung des Gesamtkonzeptes 110

4.1 Einleitung 111
4.2 Anwendung des Zielsystems 112
4.3 Erprobung der Methodik zur Dringlichkeitsreihung der Erhaltungsmassnahmen 113
4.3.1 Zuordnung der Erhaltungsmassnahmen zu den MSE - Hauptzielen 114
4.3.1.1 Neue Gewichtsverteilung der Hauptziele 114
4.3.1.2 Neues Verfahren zur Berechnung des Zielfaktors f_Z 115
4.3.2 Funktionelle Bewertung der Strassenabschnitte 123
4.3.2.1 Neue Vorschläge zur Gewichtung der Kriterien 123
4.3.2.2 Berechnung des "Kategorien"-Faktors f_K 130
4.3.3 Berechnung des Dringlichkeitswertes ρ 131
4.4 Anwendung der Methode der Zustandserfassung und -bewertung 132
4.5 Spezifische Anforderungen der Strassenverwaltungen an das MSE - System 132
4.5.1 Anforderungen der kantonalen Strassenverwaltungen 133
4.5.2 Anforderungen der städtischen Strassenverwaltungen 134
4.6 Probleme der MSE - Einführung 135

5. Schritte zur Einführung des MSE in die Praxis 138

5.1 Einleitung 139
5.2 Führungsschritte 142
5.2.1 Informieren der Mitarbeiter 142
5.2.2 Konzept zur Aus- und Weiterbildung des Personals 143
5.2.3 Festlegung eines Konzeptes zur Nutzung der Forschungsergebnisse 146
5.2.4 Bereitstellung evtl. noch erforderlicher Sachmittel 148
5.3 Organisatorische Schritte 149
5.3.1 Analyse der bestehenden Organisation 149
5.3.2 Massnahmen zur Anpassung der bestehenden Organisation 149
5.3.3 Verteilung der MSE - Aufgaben und - Entscheidungskompetenzen 150
5.3.4 Fein - Terminplanung 150
5.3.5 Festlegung eines Konzeptes zur Projektsteuerung 150
5.4 Technische Schritte 151
5.4.1 Abstimmung des Konzeptes 151
5.4.2 Formulierung der operativen Ziele 153
5.4.3 Eigen-/Fremdleistung der MSE - Tätigkeiten 153
5.4.4 Planung der schrittweisen Einführung 155
5.4.5 Realisierung des Basis - Bezugssystems 156
5.4.6 Einführung der Strassendatenbank 157
5.4.7 Zusammenstellung der vorhandenen Daten 157
5.4.8 Erhebung der noch fehlenden Daten 158

6. Empfehlungen für das weitere Vorgehen 159

6.1 Einleitung 160
6.2 Empfehlungen bezüglich Weiterentwicklung des Systems MSE 160

Literaturverzeichnis 167
Abbildungsverzeichnis 170
Tabellenverzeichnis 171
Stichwortverzeichnis 172

Vorwort

Das stark zunehmende Mobilitätsbedürfnis der heutigen Gesellschaft , das ständig wachsende Volumen des Strassengüterverkehrs und der natürliche Alterungsprozess der Strassenverkehrsanlagen stellen die Strassenverwaltungen vor neue, herausfordernde und komplexer werdende Aufgaben zur Erhaltung der Verkehrsanlagen und der Gewährleistung eines sicheren und umweltgerechten Verkehrsablaufes.

Zur Bewältigung dieser Herausforderung fehlte den Strassenverwaltungen bis heute ein langfristig wirkendes Rezept (eine Strategie), um die Erreichung gesetzter Ziele zu ermöglichen.

Zwar ist dieses Bedürfnis seitens einiger Verwaltungen in letzter Zeit erkannt worden und ihre vereinzelten Bemühungen um Einsatz von Datenbanken oder Erfassung des Inventars des Strassenraumes sowie Erfassung des Strassenzustandes können als "intuitive " Schritte in Richtung systematischere Bewältigung der bevorstehenden Aufgaben gelten.

Da aber ein Gesamtkonzept, welches die Ziele und das Vorgehen zu ihrer Erreichung (inkl. Bestimmung der Entscheidungsabläufe) festlegt, noch nicht vorhanden war, können die Schritte dieser Strassenverwaltungen z. T. als notwendig, jedoch nicht als hinreichend beurteilt werden.

Der vorliegende Forschungsbericht stellt nun ein Gesamtkonzept, zu dessen Ermittlung u.a. sechs kantonale und kommunale Strassenverwaltungen beitrugen, vor.

Dieses Konzept, das als **MSE (Management der Strassenerhaltung)** bezeichnet ist, zeigt den Strassenverwaltungen wie sie ihren gesamten Aufgabenbereich als ein System erfassen können, welche Ziele sie damit verfolgen sollen und wie sie diese Ziele erreichen werden.

Das Vorgehensprinzip dieses Konzeptes entspricht jenem des "management by objectives", also etwa : "Management durch Zielsetzung". Demgemäss sind alle Tätigkeiten der Strassenverwaltungen als system- und zielorientierte Elemente im MSE definiert und eingehend beschrieben.

Zur Einführung dieses MSE-Systems sind bestimmte Schritte erforderlich, welche ermittelt und bis in die Details erläutert sind.

Zusammenfassung

Der vorliegende Forschungsbericht beinhaltet v.a. zwei wesentliche Schwerpunkte, nämlich die Untersuchungen bezüglich der Entwicklung (Analyse und Synthese) des Systems **Management der Strassenerhaltung (MSE)**, bestehend aus Definition und Beschreibung der Tätigkeiten seiner Elemente, seine Auswirkung auf die Organisation der Strassenverwaltung und auch auf das Strassennetz sowie das Aufzeigen der Schritte zu dessen Einführung in die Praxis.

Das entwickelte System MSE zeigt u.a. mehrere Wege zur Entscheidungsfindung im Fachbereich Strassenerhaltung auf. Als Beispiele seien die Festlegung einer zielkonformen Erhaltungsmassnahme, Ermittlung der optimalen Erhaltungsstrategie (global und lokal) und nicht zuletzt die Bestimmung der Dringlichkeitsreihenfolge der Erhaltungsmassnahmen erwähnt.

Diese Entscheidungsprozesse sind nach der Erprobung durch sechs ausgewählte Strassenverwaltungen praxisbezogen angepasst worden. Diese Verwaltungen sind die Kantone GR, SG, GE und BL sowie die Städte Lugano und Fribourg.

Die Studie beschreibt zudem die vielfältigen Vorteile eines ziel- und systemorientierten Management- Konzeptes für eine bereite Palette von Betroffenen, wie Strassenverwaltung, verschiedene Verkehrsteilnehmer (Automobilist, Radfahrer, Fussgänger,...), Anwohner, Umwelt, u.s.w.

Die ermittelten Schritte zur Einführung des Systems MSE sind in diesem Bericht als Vorbereitungen und Massnahmen dargestellt, welche simultan auf drei verschiedenen Ebenen, nämlich, jene der Führung, Organisation und Technik einzuleiten sind. Im Rahmen dieser Abklärungen wurde auch ein Konzept zur erforderlichen Aus- und Weiterbildung des Personals der Strassenverwaltungen ermittelt und dem Bericht beigelegt (Führungsschritt von zentraler Bedeutung).

Zum Schluss des Berichtes sind Empfehlungen für das weitere Vorgehen, gerichtet an den Bund (ASB), die Kantone (und Gemeinden) und die VSS-Forschung beigefügt.

Management der Strassenerhaltungsplanung (MSE)

Kapitel 1

Grundlagen

1.1 Aufgabenstellung

Die Erarbeitung eines umfassenden Zielsystems für das Management der Strassenerhaltung (MSE) hat den "Soll-Zustand" für das Verhalten der Strassenverwaltungen bei der Lösung der ihnen anstehenden Aufgaben grob beschrieben.

Zusätzlich wurden weitere Untersuchungen im Fachbereich Strassenerhaltung (Dringlichkeitsreihung der Erhaltungsmassnahmen, Erfassung und Bewertung des baulichen Strassenzustandes, Aufbaukonzept einer Strassendatenbank etc.) durchgeführt und zum Teil abgeschlossen.

Damit waren wichtige Bausteine eines Gesamtkonzeptes für das Management der Strassenerhaltung vorhanden.

Die vorliegende Studie soll einerseits diese Bausteine vervollständigen, um daraus ein System für das MSE zu entwickeln und andererseits durch ihre Erprobung in der Praxis (dazu sind sechs Strassenverwaltungen ausgewählt worden) die notwendigen Ergänzungen und Anpassungen vornehmen. Als Ergebnis sollen die Schritte ermittelt werden, welche zur Einführung des Systems MSE durch die Strassenverwaltungen zu unternehmen sind.

1.2 Ziele der Studie

Diese Studie soll folgende Ziele erreichen:

- Entwicklung des Systems Management der Strassenerhaltung (MSE) mit dessen Elementen.

- Ermittlung eines rationellen Grobplanes zur Einführung des MSE-Systems in die schweizerischen Strassenverwaltungen.

- Erarbeiten der notwendigen System-Ansätze nach Erprobung in der Praxis.

- Aufzeigen der Schritte zur ziel- und systemorientierten Entscheidungsfindung im Bereiche MSE.

- Aufzeigen der Möglichkeiten zur Erweiterung des Einsatzbereiches von MSE.

Die Erreichung dieser Ziele ermöglicht zudem:

- Erarbeiten von Grundlagen zur Aus- und Weiterbildung des Verwaltungspersonals.

- Erarbeiten der Grundlagen zur Schaffung der Normen zur Einführung und Nutzung des MSE.

1.3 Gegenstand der Untersuchung

Der eigentliche Gegenstand der Untersuchung ist das MSE-System. Es soll bezüglich seiner Einführung in der Praxis erprobt werden. Weitere Schwerpunkte dieser Untersuchung bilden die Organisationsstruktur der Verwaltungen, die bereits ermittelten Ansätze des Gesamtkonzeptes MSE (wie Dringlichkeitsreihung etc.). Beschreibung der Schritte zur Einführung sowie Empfehlungen für die Nutzungsphase des Systems.

1.4 Generelles Vorgehen

Zur Erreichung der Aufgabenziele wurde ein schrittweises Vorgehen wie folgt gewählt:

1. <u>Situationsanalyse bestehend aus:</u>

   - Auswahl der Strassenverwaltungen, welche zur Erprobung der Konzept-Ansätze beizuziehen sind

   - Organisationsanalyse, generell und speziell bezogen auf die ausgewählten Strassenverwaltungen

   - Ermittlung weiterer Aufgabenbereiche der Verwaltungen

2. <u>Entwicklung des MSE-Systems bestehend aus:</u>

   - Elemente des Systems
   - Aufgabenbereiche
   - Beziehungen zwischen den Elementen
   - Beziehung mit Um-Systemen

- Anforderungen an das System.

3. Erprobung in der Praxis bestehend aus:

   - Erhebung neuer Vorschläge zur Ergänzung des Zielsystems (städt. Verwaltungen)

   - Verfahren der Dringlichkeitsreihung, inkl. funktionelle Bewertung der Strassenabschnitte

   - Erfassung und Bewertung des baulichen Zustandes der Strasse

   - Anforderungen an Strassendatenbank

4. Ermittlung der Schritte zur Einführung des Systems (als Grobplan) bestehend aus

   - Führungsschritte
   - Organisatorische Schritte
   - Technische Schitte

5. Empfehlungen für das weitere Vorgehen insbesondere zur System-Erweiterung sowie System-Nutzung

Management der Strassenerhaltungsplanung (MSE)

Kapitel 2

Situationsanalyse

2.1 Einleitung

Die Situationsanalyse bezweckt durch die Aufnahme des Ist-Zustandes der Verwaltungen (Aufbau- und Ablauforganisation, verfügbare Mittel) sowie der von ihnen zu betreuenden Strassennetze die Grundlagen zur Beschreibung des Soll-Zustandes zu erarbeiten. Dies geschieht durch Nutzung der aufgedeckten Verbesserungsmöglichkeiten in den Bereichen Aufgabenverteilung, Arbeitssystematik, Koordination zwischen verschiedenen Stellen, Information und Kommunikation sowie Einsatz der zur Verfügung stehenden Mittel.

Der Soll-Zustand ist der Zustand nach Einführung des Konzeptes MSE in die Strassenverwaltung.

2.2 Ausgewählte Strassenverwaltungen

Die, zur Erprobung der Konzeptansätze, ausgewählten Verwaltungen sind jene der Kantone SG, GR, GE und BL sowie der Städte Lugano und Fribourg. Die Verwaltung des Kantons BL wurde erst im Frühjahr 1990 beigezogen (ca. 1 Jahr nach Beginn der Studie).

Die Mitwirkung der beiden städtischen Verwaltungen signalisiert die Bedeutung und auch die Anwendbarkeit des MSE-Konzeptes für die kommunalen (insbesondere städtischen) Strassennetze. Zudem wirkt sich der Einsatz von MSE auf kommunaler Ebene positiv auf die kantonalen Strassen aus, da wegen netzübergreifenden MSE-Eigenschaften (wie Benützerfreundlichkeit oder Umweltverträglichkeit) die "globalen" Auswirkungen einer "lokalen" Netzstrategie erwartet werden dürfen.

Die erprobten Konzeptansätze umfassen das Zielsystem, die Methodik der Dringlichkeitsreihung (inkl. funktionelle Bewertung der Abschnitte), Systematik der Zustandserfassung und -bewertung der Strassen, Anforderungen an Strassendatenbanken und einige weitere MSE-Komponenten.

Drei der beteiligten Kantone (SG, GR und BL) haben innerhalb ihres gesamten Staatsstrassennetzes je ein "Pilot-Netz" für diese Studie vorgesehen. Diese sind:

- Kanton SG: Netz der Nationalstrassen
- Kanton GR: Bezirk 1 (Zentrale Chur)
- Kanton BL: Kreis 2

Das Ziel jeder dieser kantonalen Verwaltungen ist die sukzessive Erweiterung des MSE-Einsatzes auf ihr gesamtes Strassennetz.

2.3 Organisationsanalyse

Die Organisationsanalyse umfasst die Analyse der Aufbau- und Ablauf-Organisation der Verwaltungen.

2.3.1 Aufbauorganisation

Die Organisation der Strassenverwaltungen beinhaltet das Personal und seine Ordnungsstruktur (Aufbauorganisation) sowie die ihnen zur Verfügung gestellten Mittel. Das Personal ist verpflichtet mit diesen Mitteln die Arbeitsprozesse zur Erreichung der gesetzten Ziele abzuwickeln (Ablauforganisation).

Je nach Ortsgegebenheiten sieht die Organisation einer Verwaltung anders aus. Die Uebereinstimmung der Ablauf- und Aufbauorganisation in jeder Verwaltung gilt als die erforderliche Voraussetzung des erfolgreichen Funktionierens dieser Verwaltung.

Dazu sollten die verschiedenen Mitarbeiter (Einheiten der Aufbauorganisation) zur Uebernahme der Ihnen delegierten Verantwortungen und Kompetenzen, bzgl. Qualifikation, Führungseigenschaften, Erfahrung, Flexibilität und Fähigkeiten zur Team-Arbeit sowie des spezifischen Know-hows die optimalen Voraussetzungen erfüllen.

Die Erfüllung dieser Voraussetzungen ist in der Praxis nicht immer und überall möglich, so dass durch gezielte Anstrengung in Richtung Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter die bestehenden Lücken (zumindest zum Teil) auszufüllen sind.

2.3.1.1 Generelles

Die Aufbauorganisation einer Strassenverwaltung besteht aus mehreren Einheiten, welche bestimmte Aufgaben zu erfüllen haben. Diese Aufgaben müssen nicht immer MSE-Aufgaben sein, da je nach Verwaltung die Pflichtenhefte anders festgesetzt sind. Z.B. kann ein Tiefbauamt bestimmte baupolizeiliche Aufgaben zu erfüllen haben , welche nicht zum MSE gehören.

Zur Einführung des MSE-Konzeptes ist die Organisationsanalyse äusserst wichtig, da nur so die Aufgabenbestimmung und -eingrenzung der Einheiten möglich wird. Diese Analyse erlaubt aufgrund der aufgedeckten Stärken und Schwächen innerhalb der Organisation die Verantwortungen und Kompetenzen über Entscheidungen neu (möglichst optimal) zu verteilen. Dabei werden folgende generelle Anforderungen an neu zu gestaltende Ablauforganisationen empfohlen:

Generelle Anforderungen an die Organisation

- Keine "starren" Strukturen (Flexibilität gegenüber Veränderungen der Verwaltungsaufgaben).

- Keine "Allesmacherorganisation", d.h. sich möglichst auf die wesentlichen Aufgaben konzentrieren. Die nur selten auszuführenden oder weniger bedeutenden Tätigkeiten möglichst auswärts vergeben oder total ausgliedern.

- Keine "homogene" Struktur für alle Bereiche (Verwaltungskreise oder Regionen) anstreben. Damit soll unterschiedlichen Aufgaben der Bereiche Rechnung getragen werden (regionale Gegebenheit, Typologie des zu unterhaltenden Strassennetzes, Anteil Nationalstrassenabschnitte oder Kunstbauten etc.).

- Rascher Informationsfluss ermöglichen (vertikal und horizontal). Die Informationen sollen möglichst unmittelbar zugespielt werden können.

- Nebst Verantwortung auch Kompetenzen delegieren (Verkürzung des Instanzenweges).

2.3.1.2 Formen und Gliederungskriterien der Aufbauorganisation

In der Praxis gibt es drei häufige Grundformen der Organisation, nämlich: funktionale, divisionale und Matrix-Organisation. Sehr oft trifft man auch eine Kombination von ihnen. Nachfolgend werden diese Formen erläutert.

2.3.1.2.1 Funktionale Organisation

Diese ist nach durchzuführenden Verrichtungen gegliedert (auch als Verrichtungs- oder Linienorganisation bekannt). Sie ist die einfachste Form der Organisation und kommt dort vor, wo das Umweltsystem relativ statisch ist (homogenes Tätigkeitsprogramm, gleichbleibende Aufgaben, etc.). In den Verwaltungen mit funktionaler Organisation wird die Abgrenzung von MSE-Aufgabenbereichen, infolge eindeutiger Kompetenzverteilung, am einfachsten sein. Diese Organisationsform ist vor allem bei den "kleineren" Verwaltungen (d.h. mit wenig Personal) anzutreffen.

Die Abb. 2.1 zeigt eine MSE-konforme funktionale Organisation, welche durch Zusammenfassung von MSE-Elementen eine sehr einfache Form aufweist. Die Einheit "Technik" kann, je nach Verwaltung als Werkhof oder Büro-Hilfsorganisation aussehen. Es ist jedoch wichtig, dass diese Einheit einer Abteilung direkt zugeordnet wird (im dargestellten Beispiel ist sie der Abteilung Planung/Bemessung untergeordnet.

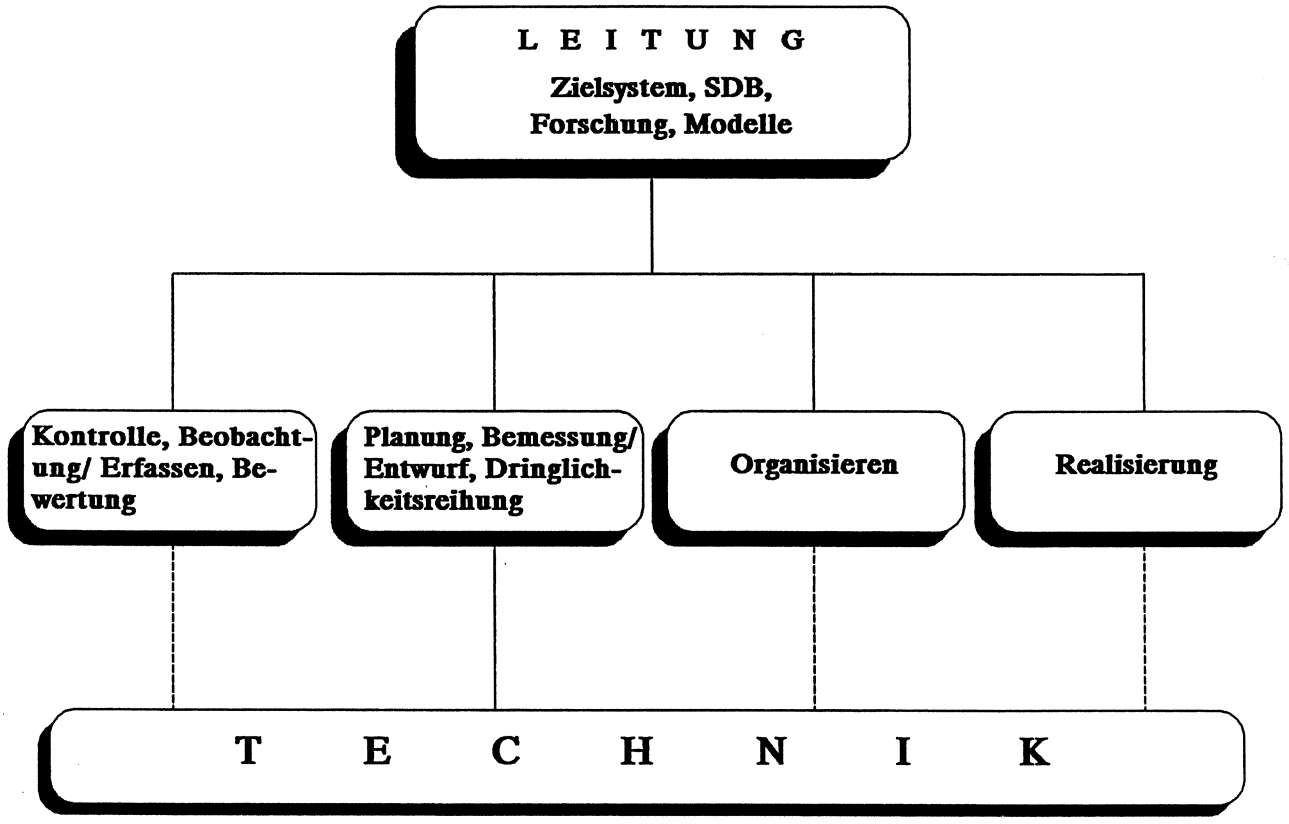


Abb. 2.1 : Funktionale Organisation (MSE- konformes Organigramm) B1:\ ORG-100, A.Rafi

2.3.1.2.2 Divisonale Organisation

Diese Organisationsform weist eine zweite Hierarchieebene auf, welche nach Gliederungsmerkmalen Objekt, Region, Geschäftsbereich oder Division aufgegliedert ist.

Die Vorteile der divisionalen Organisation gegenüber der funktionalen liegen in der einfacheren objektbezogenen Koordination, welche eine eindeutige, horizontale Entscheidungsdelegation und damit auch die Entlastung der Geschäftsleitung von vielen Verwaltungsaufgaben ermöglicht. Nachteilig könnten sich die stärkeren, vertikalen Koordinationsmassnahmen zwischen Geschäftsleitung und Divisionen infolge ihrer relativ grossen Autonomie auswirken.

Die Abbildungen 2.2 und 2.3 zeigen eine divisionale Organisation auf, welche die Strassendatenbank zentral sowie dezentral betreiben. In diesem Beispiel bilden die Regionen die "zweite" Hierarchieebene, welche ihrerseits je eine funktionale Organisation aufweisen. Die Einheiten in der "ersten" Hierarchieebene sind für fachliche Anweisung (und auch Koordination) an die entsprechenden Organe der Regionen zuständig. (In den Abb. wurde beispielhaft diese Beziehung für Abt. I dargestellt.)

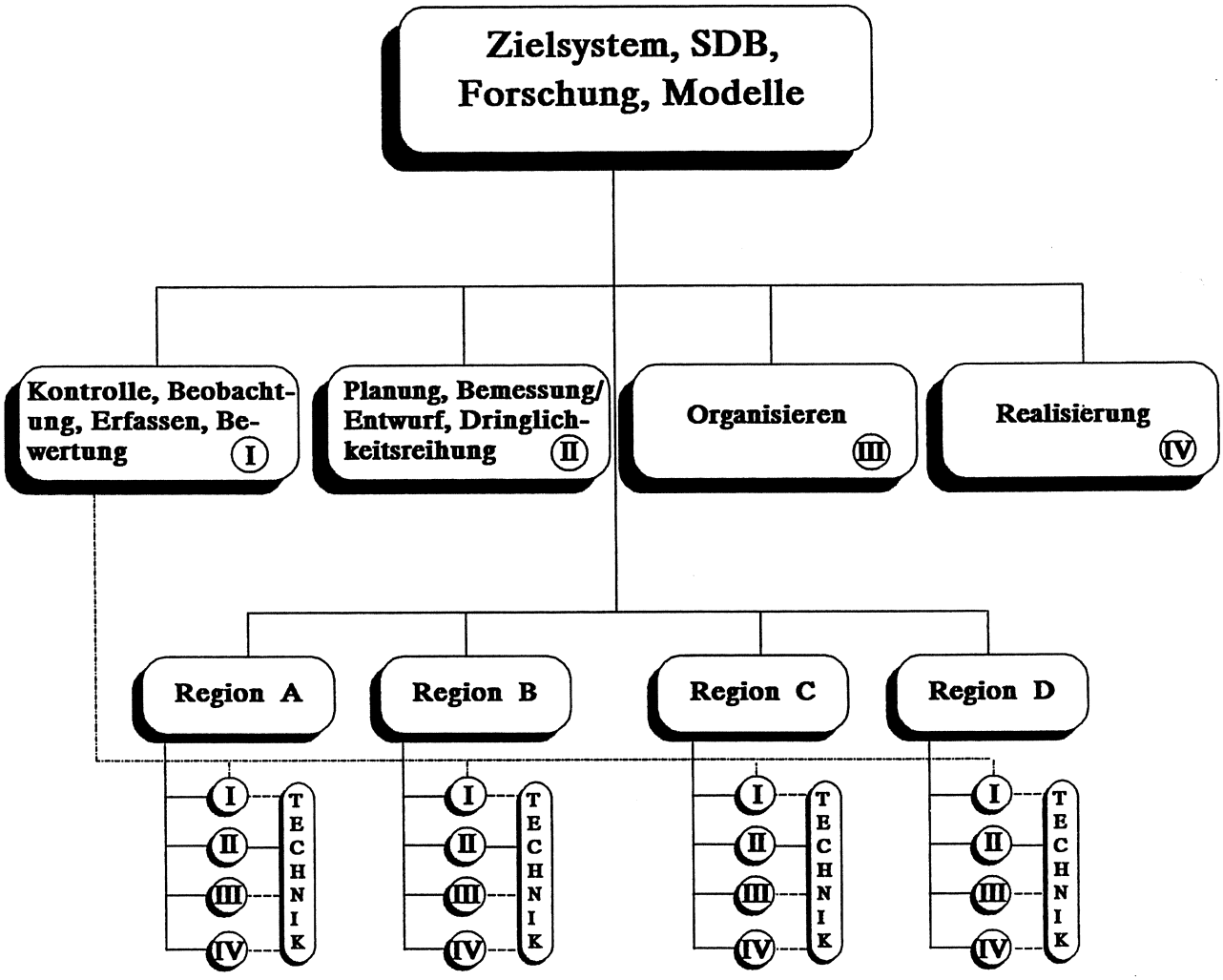


Abb. 2.2 : MSE-komformes Organigramm (divisionale Gliederung mit zentraler SDB) B1:\ ORG-101. A.Rafi

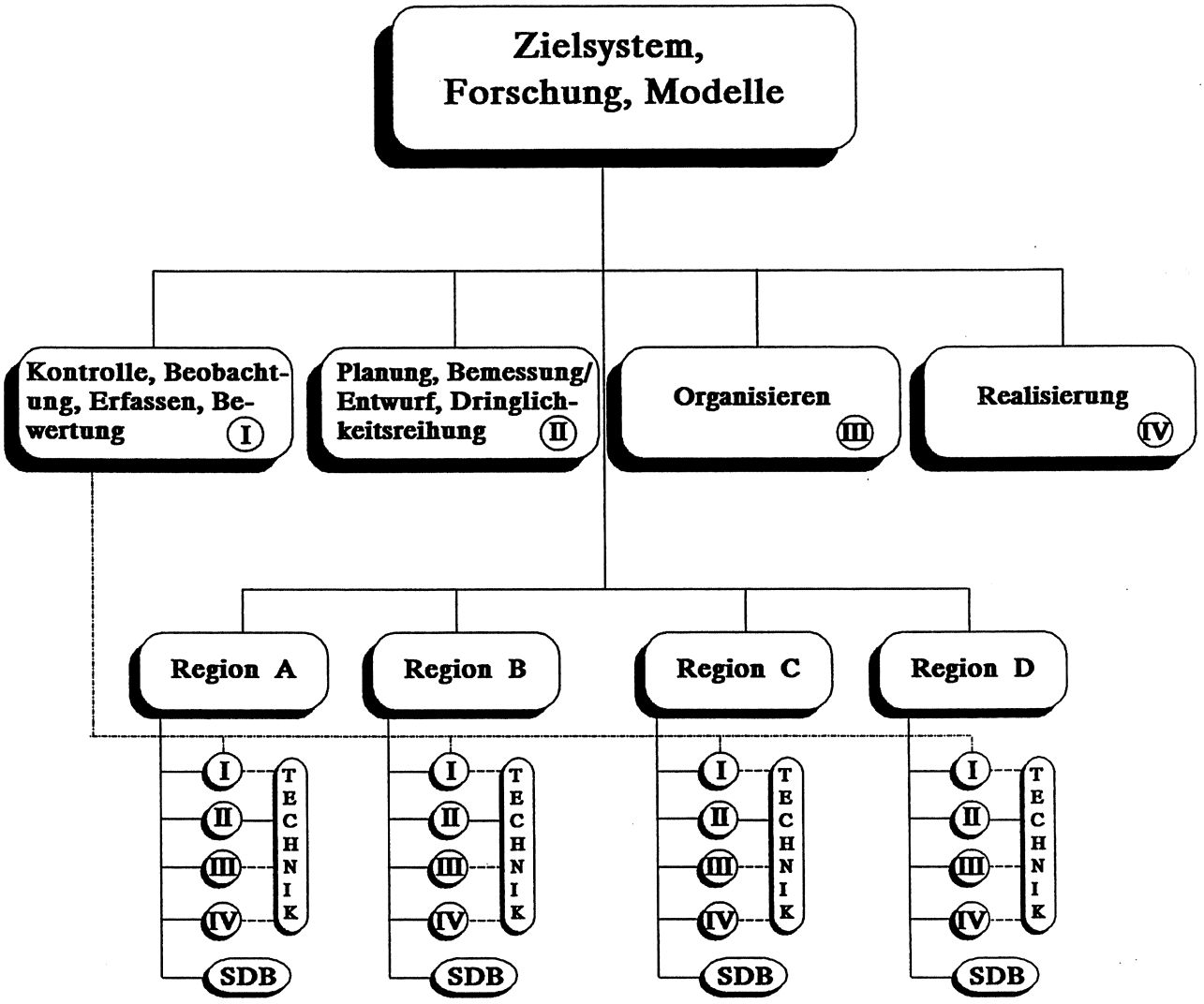


Abb. 2.3 : MSE-komformes Organigramm (divisionale Gliederung und dezentrale SDB) B1:\ ORG-102. A.Rafi

2.3.1.2.3 Matrix-Organisation

Diese Organisationsform ist eine Weiterentwicklung der Divisional-Organisation. Sie ergibt sich aus der Kombination von disziplinarischen Weisungsrechten funktionsorientierter Linieninstanzen mit sachlichen Weisungsrechten objekt- oder problemorientierter Matrixinstanzen (Querschnittsfunktionen).

Die Vorteile der Matrix-Organisation liegen in ihrer grossen Flexibilität bei der Anpassung an die sich verändernden Umweltbedingungen sowie in der Möglichkeit eines gezielten Einsatzes von Spezialisten und damit eines effizienten Nutzens des vorhandenen Know-how.

Die Nachteile liegen in ihrer komplexen Struktur (zweidimensional) und damit verbunden in der Notwendigkeit einer höheren Problemlösungsfähigkeit und Sachkenntnis seitens des Personals.

Die Neuorganisation einer Verwaltung nach Matrix-Form erfordert die Bestimmung der Kriterien zur Bildung der beiden Matrix-Dimensionen (vertikale und horizontale).

Für die Verwaltungen mit MSE-Aufgabe könnten folgende Kriterien in Frage kommen:

- MSE-Tätigkeiten (wie Zustandserfassung, Planung, ...)
- MSE-Ziele
- Regionen
- Strassenverkehrsanlagen (Strassen und Wege, Kunstbauten, Ausrüstungen, ...)
- Verkehrsteilnehmer (PW+LW, Mofa+Rad, Fussgänger, öV, ...)
- Ortsbindung (innerorts Strassen, ausserorts Strassen)
- Strassenkategorie (NS, Kantonsstrassen, etc.)
- Spezielle Bauwerke (Tunnel St. Bernardino, ...).

Diese Kriterien ermöglichen die Bildung zahlreicher Matrix-Formen (genaue Anzahl hängt von der Anzahl der Kriterien $\underline{n}$ ab, nämlich: $S = (n-1) \cdot \frac{n}{2}$, also in unserem Fall für 8 Kriterien, können $(8-1) \cdot \frac{8}{2} = \underline{28}$ verschiedene Matrix-Formen gebildet werden!).

Die Abb. 2.4 zeigt drei Beispiele dieser Matrix-Formen auf.

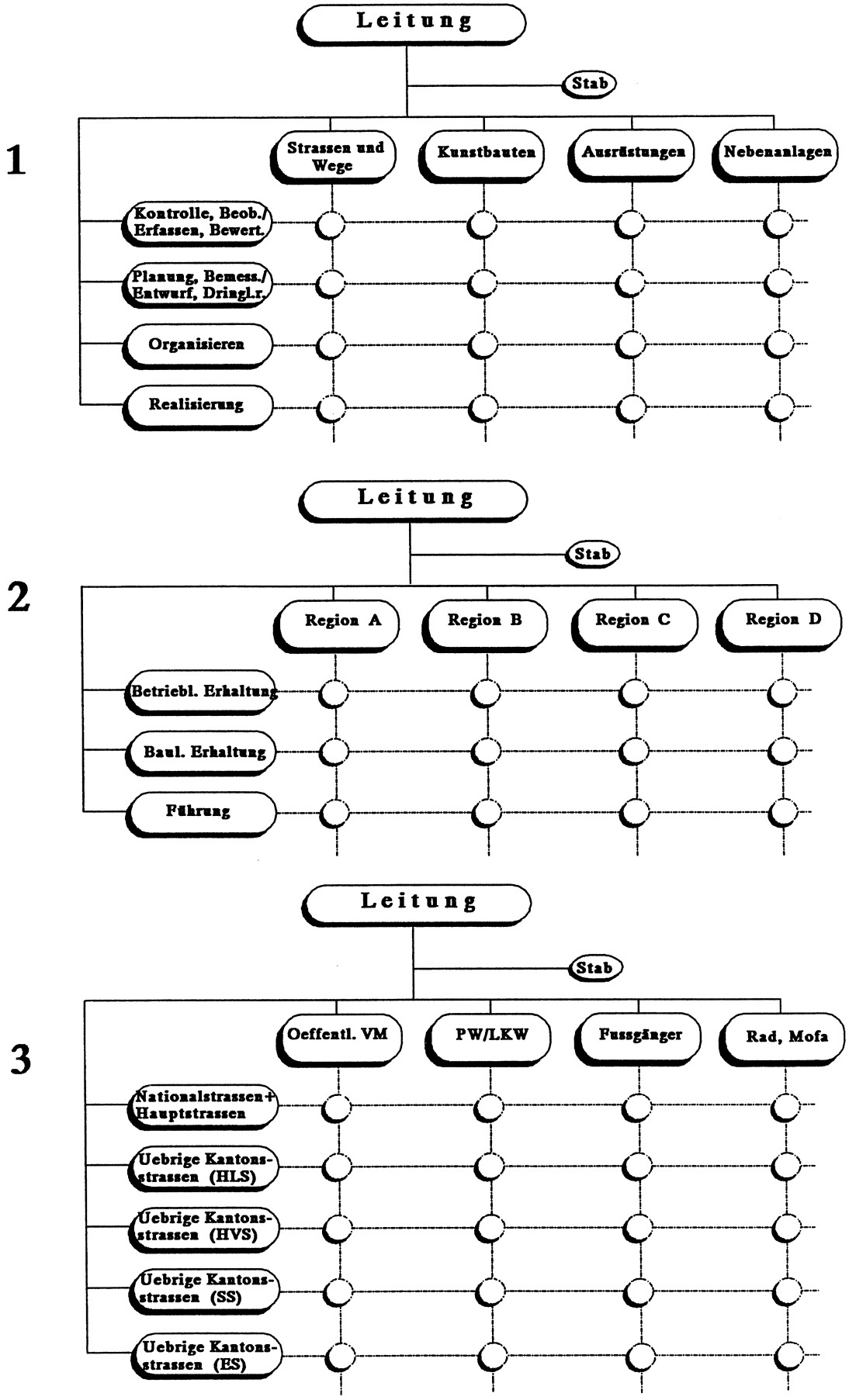


Abb. 2.4 : Beispiele von Matrix-Organisation

B1:\ORG-104, A. Rafi

Bei dem Kriterium "MSE-Ziele" besteht die Möglichkeit diese Ziele einzelnen Aufgabenbereichen der Verwaltung zuzuweisen, um die Anzahl "Instanzen" in der Matrix-Organisation zu reduzieren. Die Abb. 2.5 zeigt diese Zuweisung auf, wobei die beiden MSE-Hauptziele Verkehrssicherheit und Benutzerfreundlichkeit nicht ganz eindeutig einem Aufgabenbereich (betriebliche oder bauliche Erhaltung) zugewiesen werden können. In diesem Fall muss man, je nach Entscheidungssituation die entsprechende verantwortliche Instanz bestimmen. Selbstverständlich kann man (bei kleinen Verwaltungen) mehrere Matrix-Funktionen in einer Instanz zusammenfassen. Damit wird bei einer allfälligen Reorganisation keine Personalaufstockung notwendig sein.

In der Abb. 2.6 ist beispielhaft eine solche Reorganisation dargestellt, welche die Umwandlung einer funktionalen (oder Linien-) Organisation in eine Matrix-Organisation aufzeigt. Darin ist auch auf die Möglichkeit der "Personal-Union" mehrerer Instanzen hingewiesen.

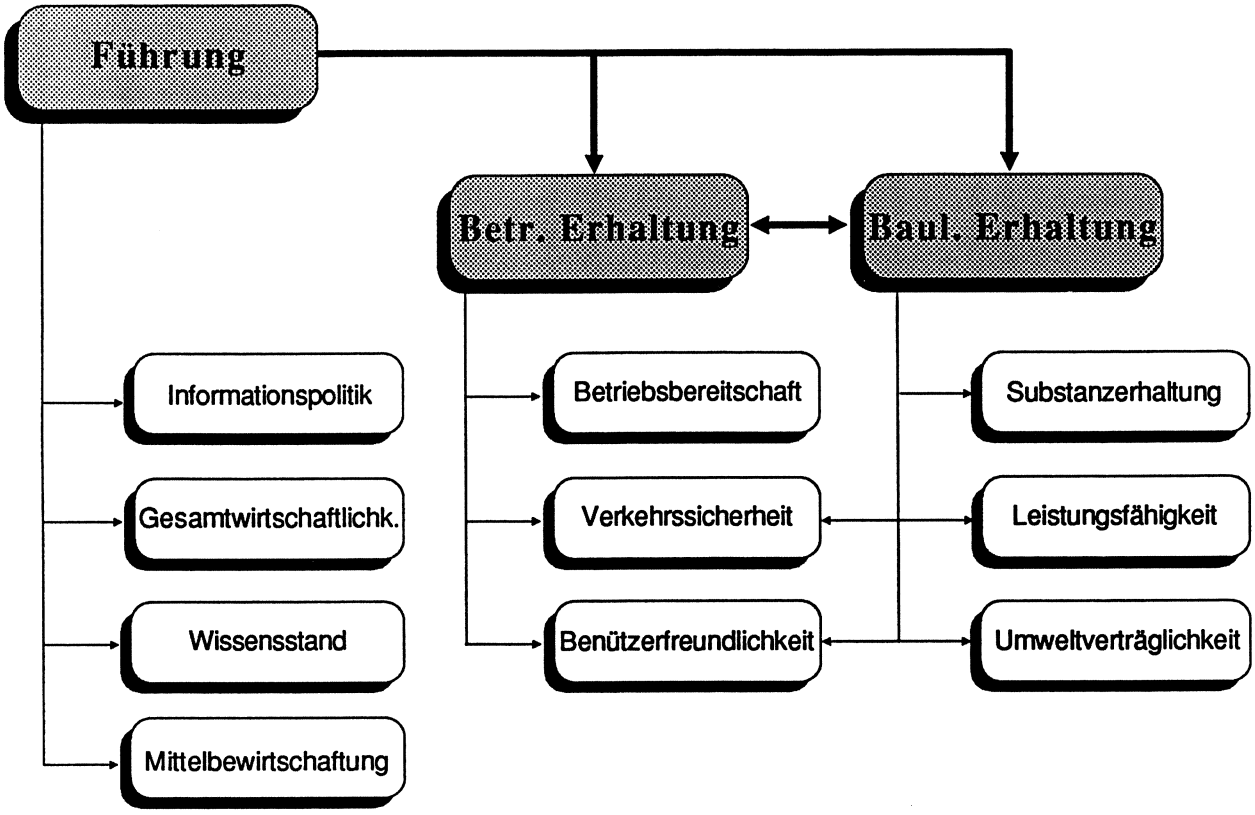


Abb. 2.5 : Zuordnung der MSE-Hauptziele zu den MSE- Aufgabenbereichen B1:\ZIEL-100, A. Rafi

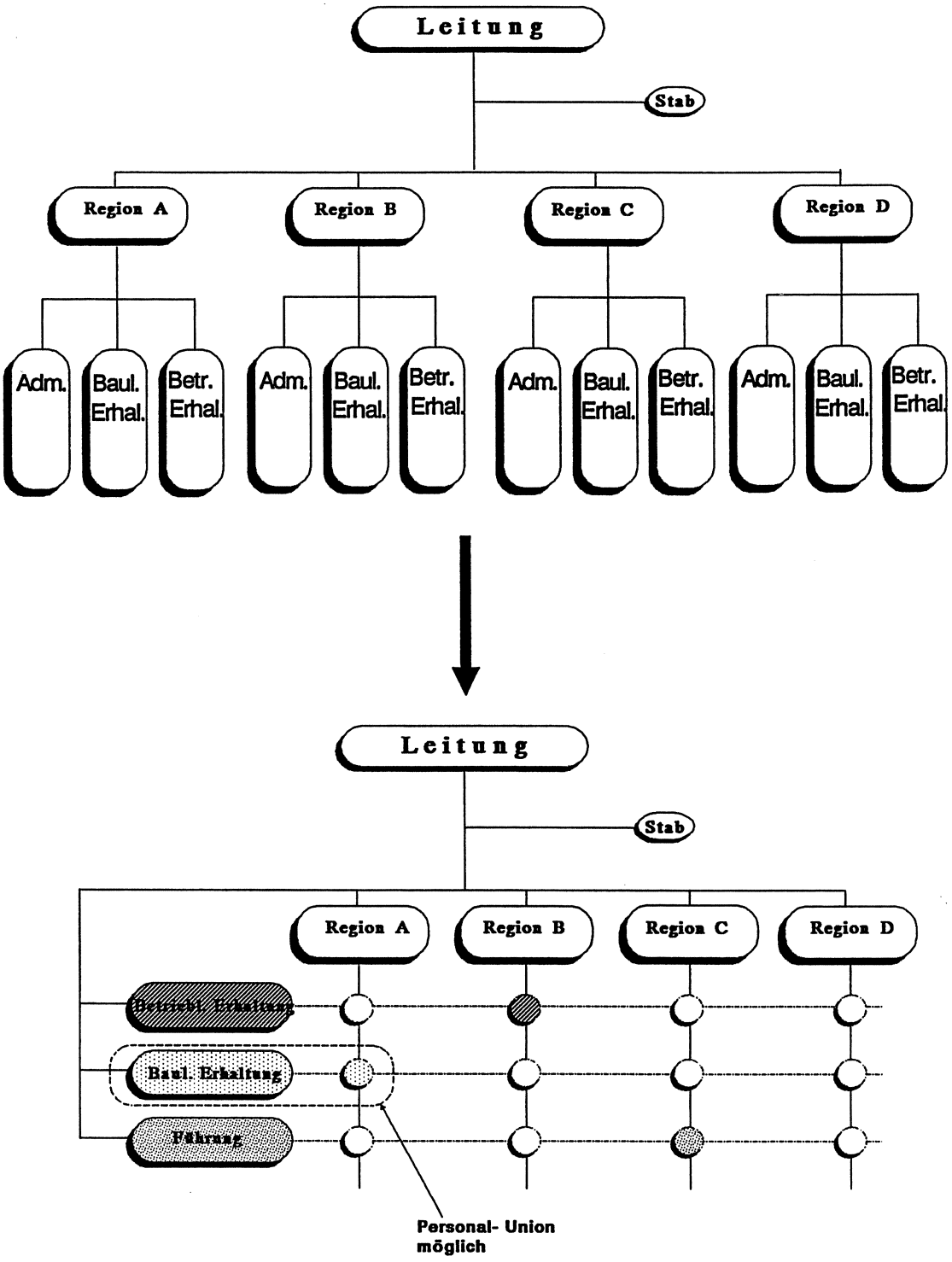


Abb. 2.6 : Beispiel von Umwandlung einer Linien- Organisation in eine Matrix-Organisation B1:\ORG-105, A. Rafi

Gliederungskriterien

Die Gliederungskriterien einer Aufbauorganisation sind vielfältig. Je nach Grösse des Strassennetzes und örtlichen Gegebenheiten können sie variieren.

Für den Soll-Zustand (nach Einführung von MSE) kann noch eine Organisaitonsanpassung oder Reorganisation nach MSE-Aspekten (Ziele oder Tätigkeiten) erwogen werden. Nachfolgend sind diese Kriterien aufgelistet:

Kriterien zur Bildung der Aufbau-Organisation in den Verwaltungen

- Strassenkategorie (z.B.: National-, Kantons- oder Gemeindestrasse oder Klassen 1 bis n)
- Regionale Zuordnung (z.B.: Bezirke oder Kreise, wie im Kanton GR)
- Strassenkategorie + regionale Zuordnung (z.B.: Nationalstrassen + Bezirke 1 bis n, wie in den Kantonen ZH und SG)
- Tätigkeiten der Strassenerhaltung (z.B.: baul. und betriebl. Unterhalt, wie Städte Lugano und Fribourg)
- Strassenkategorie + betriebl. Unterhalt (z.B.: Kanton GE)
- MSE-Tätigkeiten (z.B.: Zustandserfassung, Planung, Realisierung, ...)
- MSE-Hauptziele (z.B.: Verkehrssicherheit, Substanzerhaltung, Benützerfreundlichkeit, ... wie in einigen Staaten der USA)
- Kombination.
- etc.

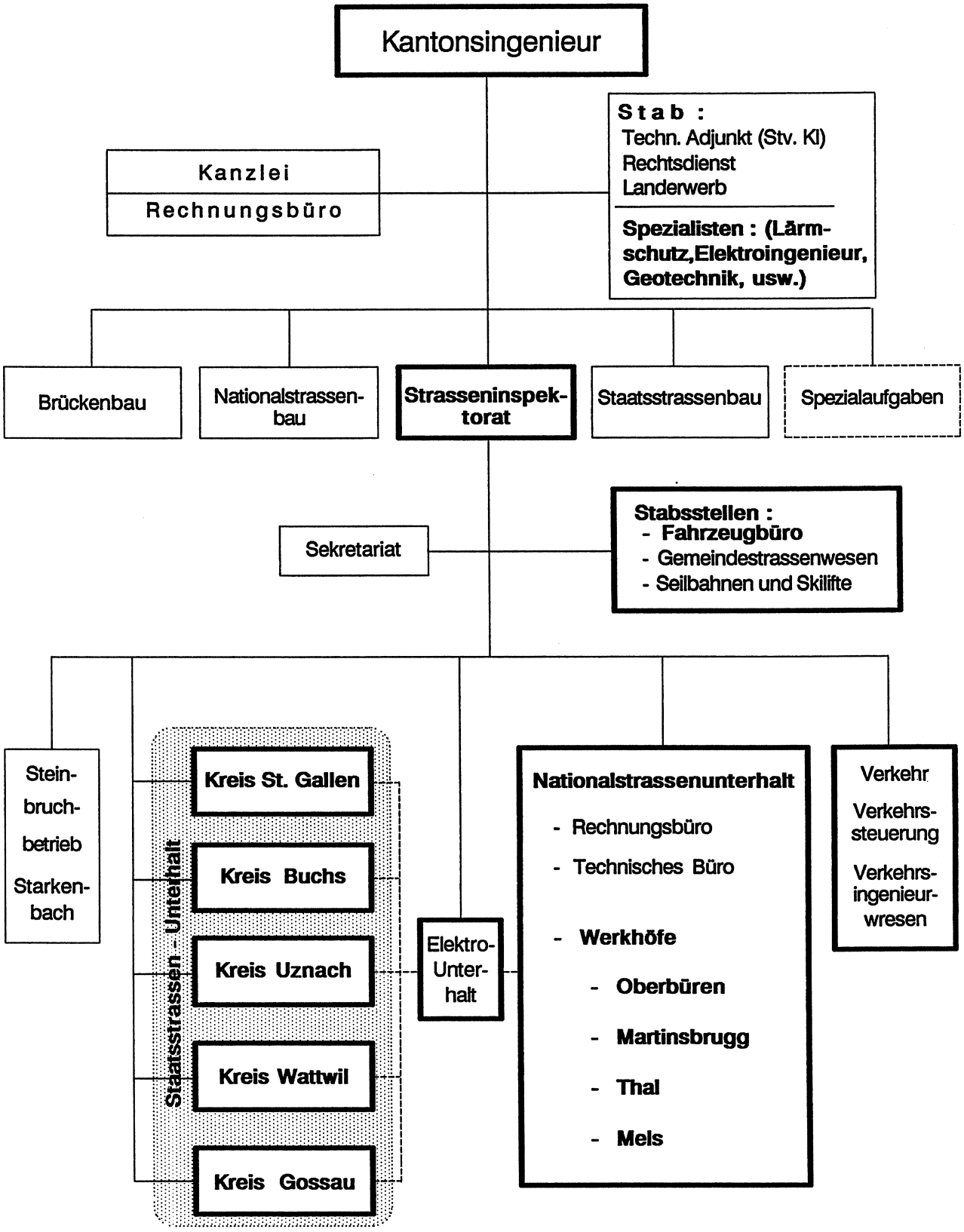
2.3.1.3 Aufbauorganisation der ausgewählten Strassenverwaltungen

Die ausgewählten Strassenverwaltungen weisen wegen ihrer unterschiedlichen Grösse (Strassennetz, Personalbestand, geographische Verhältnisse) keine einheitliche Organisationsstruktur auf.

Die drei "grösseren" Verwaltungen, nämlich jene der Kantone GR, SG und BL sind divisional organisiert. Man erkennt bei allen drei die Aufteilung nach Regionen (Kreise oder Bezirke) für die Kantonsstrassen. Im Kanton GR ist auch das Nationalstrassennetz den Regionen (Bezirke) zugeteilt. In allen diesen drei Verwaltungen werden die Regione fachlich von (ihnen nicht zugeordneten) Einheiten (Abteilung oder Stäbe) betreut.

In den folgenden Abb. über Aufbauorganisation der Verwaltungen sind jene Einheiten, die für MSE-Aufgaben direkt verantwortlich sind, hervorgehoben (dick eingezeichnete Rechtecke!).

Die drei "kleineren" Verwaltungen, nämlich Kanton GE sowie Städte Fribourg und Lugano weisen entsprechend einfachere Organisationsformen nämlich funktionale Organisation auf.



B4:\ STGALL-1, A. Rafi

Abb. 2.7 : Aufbau-Organisation der Strassenverwaltung des Kantons St. Gallen

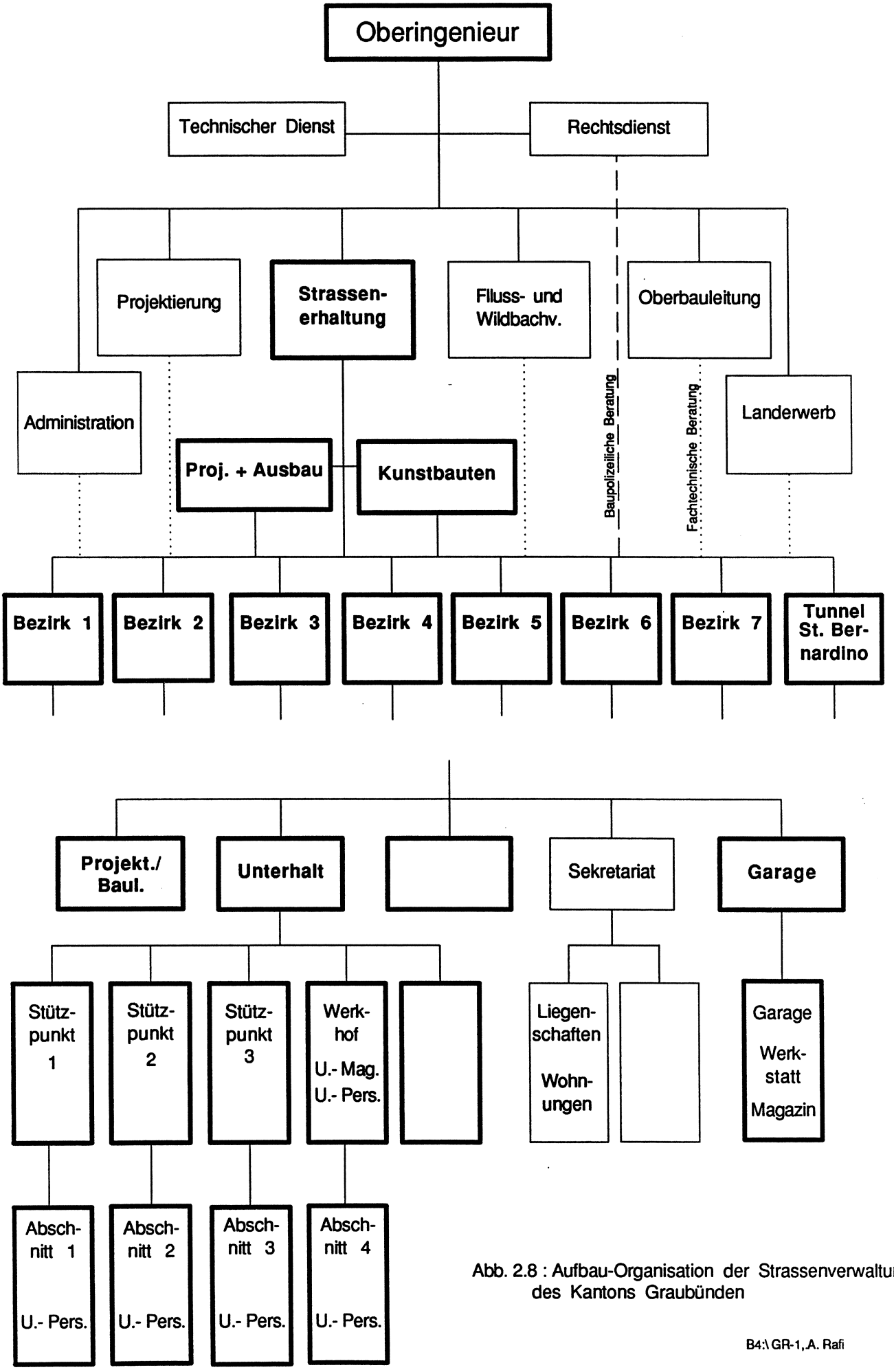


Abb. 2.8 : Aufbau-Organisation der Strassenverwaltung des Kantons Graubünden

B4:\GR-1,.A. Rafi

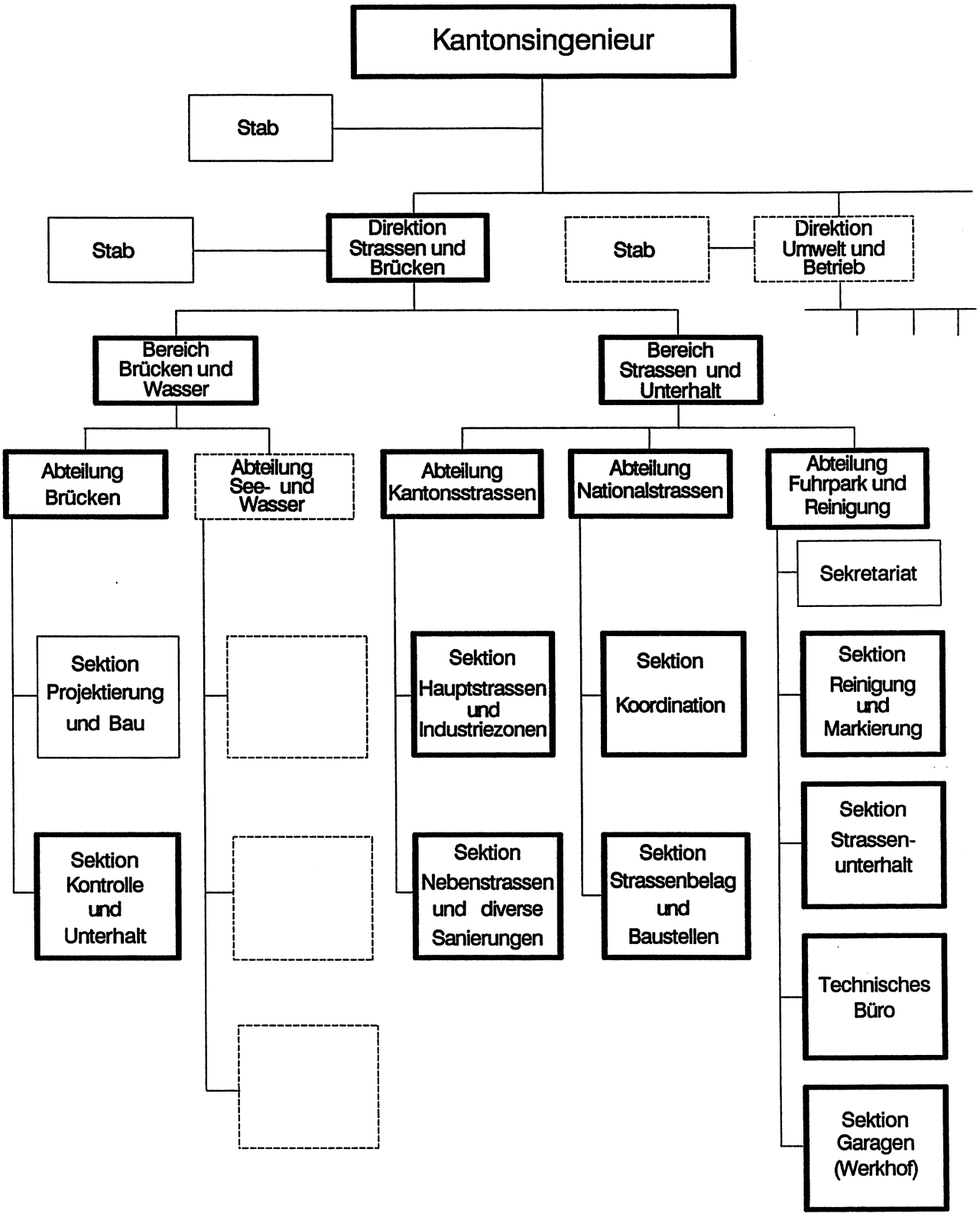


Abb. 2.9 : Aufbau-Organisation der Strassenverwaltung des Kantons Genf

A: GENF-1 A. Rafi

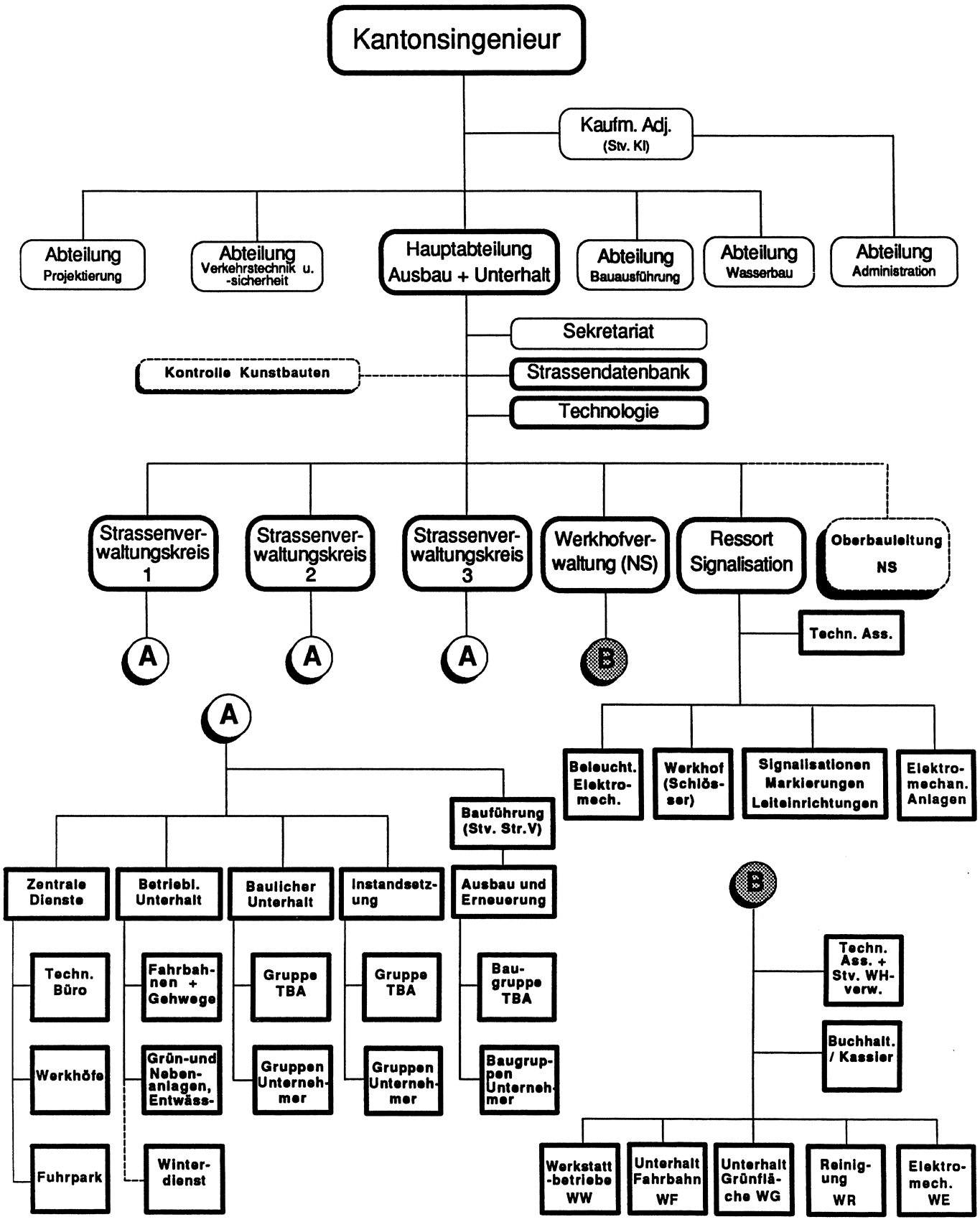


Abb. 2.10 : Aufbau-Organisation der Strassenverwaltung des Kantons Basel- Landschaft

B1:\ORG-BL1, A. Rafi
10. Aug. 1990

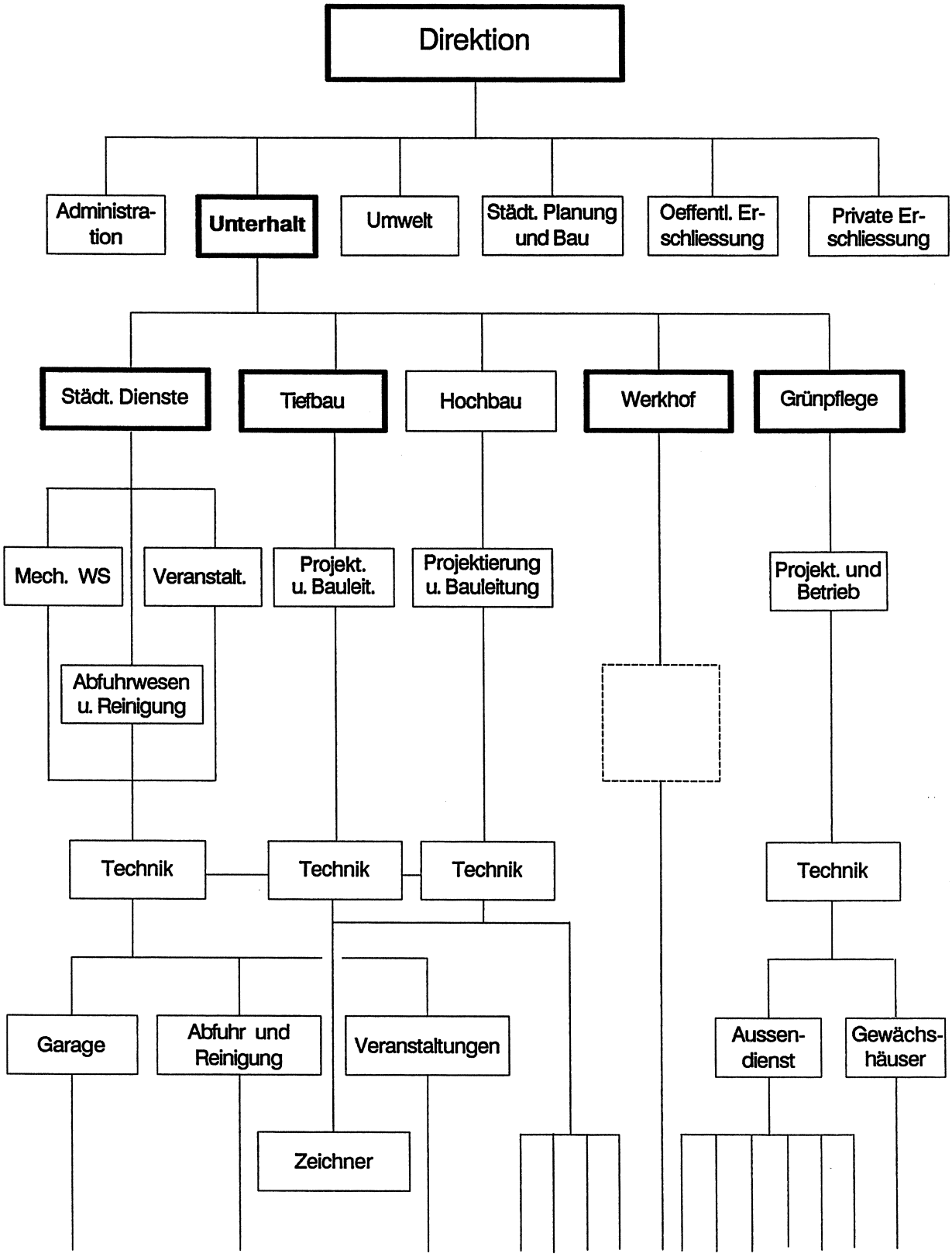


Abb. 2.11: Aufbau-Organisation der Stadtverwaltung Lugano

B4\LUGANO-1, A. Rafi

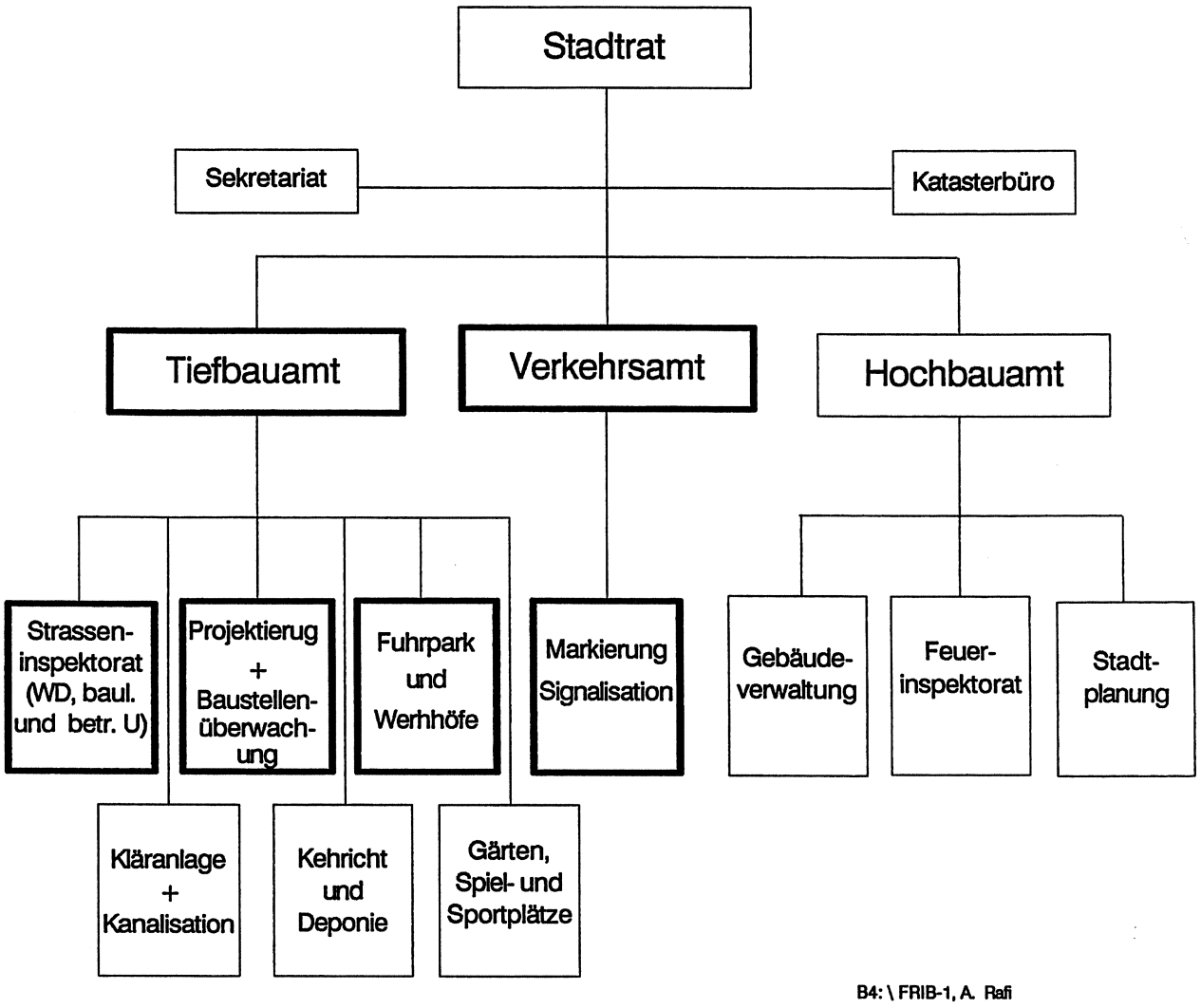


Abb. 2.12 : Aufbau-Organisation der Strassenverwaltung der Stadt Fribourg

2.3.2 Ablauforganisation

Sie umfasst die Organisation aller Tätigkeiten (Arbeitsprozesse) der Strassenverwaltung, welche zur Erhaltung der Strassenverkehrsanlagen und zur Gewährleistung eines zielkonformen Verkehrsablaufes durchgeführt werden.

2.3.2.1 Kriterien der Ablauforganisation

Die Beurteilung der Ablauforganisation einer Strassenverwaltung kann durch folgende Kriterien erfolgen:

1) Grösse des zu erhaltenden Strassennetzes
2) regionale Aufteilung des Strassennetzes (Ingenieurkreise, Bezirke, ...)
3) Anzahl vorhandener Strassenkategorien (Strassenklassen)
4) Grad der Zentralisation der Tätigkeiten (zentraler/dezentraler Werkhof)
5) Grad der Objektivität der Entscheidungen
6) Anteil Fremdleistung bei Durchführung der Tätigkeiten
7) Zur Verfügung stehende Hilfsmittel (Fahrzeuge, Maschinen, Geräte etc.).

Durch die Beurteilung einzelner dieser Kriterien im Ist- und Soll-Zustand kann die Ablauforganisation einer Strassenverwaltung analysiert bzw. geplant werden.

2.3.2.2 Ablauforganisation der ausgewählten Strassenverwaltungen

In diesem Abschnitt wird kurz die heutige Ablauforganisation der für diese Studie ausgewählten Strassenverwaltungen erläutert. Unsere Feststellungen stützen sich weitgehend auf die geführten Gespräche mit den Veranwortlichen und nicht zuletzt auf unsere Besichtigungen. Eine eingehende und detaillierte Aufnahme des Ist-Zustandes mit entsprechender Analyse der Ablauforganisation einzelner dieser Strassenverwaltungen war jedoch im Rahmen dieser Studie nicht möglich. Nachfolgend ist die Ablauforganisation einzelner Verwaltungen zusammengefasst:

- <u>Kanton SG:</u>

  . Länge des Strassennetzes:
    - Staatsstrassen: 620 km (kantonale Autostrassen und Hauptverkehrsstrassen
    - Nationalstrassen: 144,7 km (Autobahnen und Autostrassen)

  . 5 Staatsstrasseninspektorate, 1 Abt. für NS-Unterhalt und 1 Abt. für Elektro-Unterhalt führen selbstständig Erhaltungstätigkeiten aus

  . Anteil Fremdleistung ist unterschiedlich:
    - Staatsstrassen: - WD unter Beizug von Fremdleistung
      - Baul. Unterhalt hauptsächlich nur Fremdleistung
    - Nationalstrassen: - WD unter Beizug von Fremdleistung
      - Baul. Unterhalt nur Fremdleistung

  . Grad der Zentralisation der Tätigkeiten:
    - Staatsstrassen: 1 Werkhof, 2-3 Stützpunkte
    - Nationalstrassen: 3 Werkhöfe, 1 Stützpunkt

  . Zustandserfassung: visuell und messtechnisch (Deflektion)

  . Hilfsmittel: genügend

- <u>Kanton GR:</u>
  (Bezirkstiefbau 1, Chur)

  . 7 Bezirkstiefbauämter, zuständig für National- und Staatsstrassenunterhalt, 1 Abt. für Unterhalt Tunnel St. Bernardino

  . Länge des Strassennetzes (Bezirkstiefbau 1, Chur):
    - Nationalstrassen: 52,1 km (ohne Anschlüsse)
    - Hauptstrassen : 77,8 km
    - Verbindungsstrassen: 126,2 km

  . Anteil Fremdleistung:
    - Baul. Unterhalt: Fremdleistung
    - Betriebl.Unterhalt: WD durch Beizug von Fremdleistung

. Grad der Zentralisation der Tätigkeiten:
  - Zentraler Werkhof in Chur (voll ausgerüstet)
  - 7 Stützpunkte (unterschiedlich ausgerüstet)

  Langfristige Planung: Unterhaltschef des Bezirkes und Strasseninspektorat Chur
  Kurzfristige Planung: Werkhof
  Werkhof-Chauffeur (Wegemacher) auch zuständig für kleinere Unterhaltsarbeiten

. Betrieblicher Unterhalt (Reinigung, Grünpflege, WD) erfolgt in der Regel ohne Planung

. Zustandserfassung: visuell und messtechnisch

. Hilfsmittel: Der Zentral-Werkhof und die Stützpunkte Landquart, Seewis, Lenzerheide sind gut ausgerüstet.

- <u>Kanton GE:</u>

. Länge des Strassennetzes:
  - Nationalstrassen: 14 km
  - Kantonsstrassen: ca. 270 km

. 7 Unterhaltsbezirke, pro Bezirk 1 kleiner Werkhof, 1 grosser Zentral-Werkhof

. Betriebl. Unterhalt (inkl. WD) durch Eigenleistung

. Signalisation und Markierungen durch Polizei geplant und vom Werkhof-Personal ausgeführt

. Zustandserfassung: visuell und messtechnisch (S.A.C.R.)

. massgebende Merkmale des Strassenzustandes: Tragfähigkeit und Oberflächenerscheinung

. Hilfsmittel: genügend

- <u>Stadt Lugano:</u>

  . Strassennetz: 743'806 m^2 Strassen, davon ca. 28'000 m^2 mit Naturstein-Pflasterungen

  . 1 Haupt-Werkhof und 3 kleinere Stützpunkte (Magazine)

  . WD durch Fremdleistung

  . baul. Unterhalt: Fremdleistung
  wöchentlich einmal Koordinationssitzung (Planung und Kontrolle) der Tätigkeiten durch Fremdleistung

  . Zustandserfassung: - nur visuell
  - für Brücken durch Fremdleistung (jedes Jahr ein Protokoll)

  . Hilfsmittel: Hauptwerkhof genügend ausgerüstet.

- <u>Stadt Fribourg:</u>

  . Länge des Strassennetzes:
  - Kantonsstrassen: 4 km
  - Gemeindestrassen: 56 km

  . 1 Zentral-Werkhof, genügend ausgerüstet

  . WD - teilweise durch Fremdleistung (1 LKW)

  . Baul. Unterhalt: nur Fremdleistung

  . 2 Koordinationssitzungen pro Woche mit anderen städtischen Verwaltungen (Elektrizitätswerk, PTT, Archäologisches Amt, ...)

  . Zustandserfassung: visuell alle 3 Jahre.

2.3.2.3 Zusammenfasssung

Die obenstehende kurze Erläuterung der Ablauforganisation der Strassenverwaltungen lässt erkennen, dass

- die Strassenverwaltungen generell genügend ausgerüstet sind
- zur Durchführung des baulichen Unterhalts und teilweise auch des Winterdienstes auf Fremdleistungen zurückgegriffen wird
- die Strassenerhaltung dezentral organisiert ist (mit Ausnahme der Stadt Fribourg)
- die Entscheidungsabläufe mehrheitlich nach subjektivem Urteil der Verantwortlichen erfolgen. Dabei werden hauptsächlich visuelle Beobachtungen und Zustandserfassungen als Grundlage beigezogen.

2.4 Weitere Aufgabenbereiche der Strassenverwaltung

Die Strassenverwaltungen sind sowohl in den Kantonen wie auch in den Gemeinden nicht nur für die Strassenerhaltung zuständig. Ihre weiteren Aufgabenbereiche umfassen neben Landerwerb, Bau und Projektierung von Strassen und Kunstbauten je nach Verwaltung auch andere nicht strassenbezogene Bereiche wie Gewässer, Umwelt, Kläranlagen, Park & Ride-Anlagen, Seilbahnen & Skilifte,etc. Dazu kommen natürlich auch die vielen Führungs- und Administrationsaufgaben sowie ev. baupolizeiliche Verpflichtungen. Je höher die Stellung eines Verwalters in der Aufbauorganisation (Hierarchie) seiner Verwaltung ist, desto umfassender wird sein Verantwortungsbereich und infolge dessen macht er weniger Strassenerhaltung. Dies bedeutet, dass z.B. ein Kantonsingenieur, der für alle der genannten Bereiche die Verantwortung trägt, sich in der Regel zeitlich für die Strassenerhaltung viel weniger einsetzen kann, als ein Kreisingenieur oder Bezirkschef in seiner Verwaltung. Die Abb. 2.13 zeigt eine symbolische Darstellung dieses Sacheverhaltes.

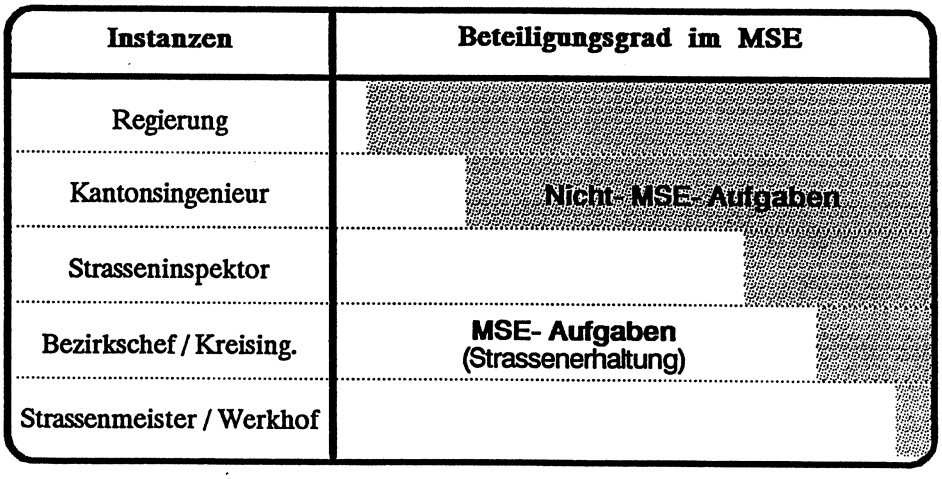


Abb. 2.13 : Beteiligungsgrad verschiedener Verwaltungsinstanzen im MSE (symbolisch)

B2:\VERWALT1, A. Rafi

Diese Tatsache lässt die Frage stellen, dass es (in einem späteren Zeitpunkt) nicht sinnvoll wäre, das Konzept MSE auf weitere Aufgabenbereiche der Verwaltungen auszudehnen (z.B. als ein Konzept zum Management der Strassen und ihres Umfeldes), damit innerhalb einer Verwaltung nicht nur eine Teiloptimierung der Abläufe erzielt wird, sondern eine Gesamt-Optimierung erreicht werden kann. Diesbezügliche Vorteile wären z.B.: höhere Koordination, höhere Flexibilität, einfachere Arbeitsprozesse, usw.

Management der Strassenerhaltungsplanung (MSE)

Kapitel 3

Konzept MSE

3.1 Einleitung

3.1.1 Bedarf der Strassenverwaltungen an MSE

Die vielfältigen Tätigkeiten der Strassenverwaltungen zur Erhaltung der Verkehrsanlagen und Gewährleistung eines sicheren, flüssigen und umweltgerechten Verkehrsbetriebes können nicht mehr als Einzelaktionen betrachtet und gewertet werden.

Sie stehen wohl im engen Zusammenhang zueinander und lassen durch ihre Zuordnung zu den Zielen des MSE-Zielsystems diesen Zusammenhang deutlich erkennen.

Da diesem Umstand bisher in der Praxis keine Rechnung getragen wurde, waren die getroffenen Entscheide zur Strassenerhaltung bezüglich ihrer zeitlichen Auswirkung (Strategie), örtlichen Wirksamkeit (global und lokal) und Berücksichtigung der Interessen der Betroffenen (v.a. Verkehrsteilnehmer und Umwelt) nicht immer optimal.

Mit dem, im Rahmen der MSE-Studien entwickelten, Zielsystem haben nun die Strassenverwaltungen ein Instrument, um ihre Entscheidungsqualität zu erhöhen und gleichzeitig das Anliegen eines umfassenden Betroffenenkreises zu berücksichtigen. Sie können das Zielsystem noch als Grundlage zur Ermittlung von Erhaltungsstrategien beiziehen.

Allerdings dazu sind weitere Abklärungen notwendig, nämlich:

- Systematisierung der Arbeitsabläufe (Prozesse) der Strassenerhaltung

- Entscheidungsmodelle für: Kosten, Sicherheit-, Fahrkomfort und Verhalten des baul. Zustandes

- Strassennetz-spezifische Ansätze zur Ermittlung der Dringlichkeit der Massnahmen (inkl. funktionelle Bewertung der Abschnitte).

Diese Abklärungen sind z.Zt. noch im Gange und ihre Ergebnisse bilden zusammen mit dem Zielsystem und weiteren Resultaten der MSE-Studien (Strassendatenbank, Zustandserfassung, ...) die Grundlagen eines umfassenden MSE-Systems, welches den Bedürfnissen der Strassenverwaltungen gerecht werden soll.

3.1.2 Definition von MSE

Im vorherigen Abschnitt wurde angedeutet, dass das MSE als ein System betrachtet werden kann, das aus Elementen zusammengesetzt ist. Eine Definition für das MSE lässt sich wie folgt formulieren:

Definition: "MSE ist die Gesamtheit aller Tätigkeiten (inkl. Bewirtschaftung der dazu erforderlichen Informationen, Sachmittel und Finanzen) zur Erreichung der eigens im Zielsystem formulierten Ziele der Erhaltung der Strassenverkehrsanlagen.

Gemäss dieser Definition ist MSE sowohl eine umfassende Führungs-, als auch eine system- und zielorientierte technische Aufgabe.

3.1.3 Voraussetzungen

Damit das System MSE in jeder Strassenverwaltung optimal funktionieren kann, müssen sowohl das System als auch die Strassenverwaltungen folgende Bedingungen erfüllen:

- MSE-System:

  . prozessgerechte und einfache Entscheidungsabläufe (Produkte oder Leistungen des MSE)
  . beherrschbare Prozesse (Planung, Entscheidung, Durchführung,...), ausgedrückt in Nachvollziehbarkeit und verzögerungsfreier Rückkoppelung
  . benützerorientierte Steuerung (Flexibilität zur Anpassung an sich verändernde Bedürfnisse des Benützers)

- Strassenverwaltung:

  . flussgerechte Organisation (netzoptimierte Gliederung, Flexibilität durch Dezentralisierung, flache Strukturen)
  . durchgängige Informationssysteme (MSE-Informationen, ereignisorientiert, dezentral, Transparenz)
  . engagierte und motivierte Mitarbeiter (Entscheidungsverantwortung, hohe Einsatzflexibilität, Qualifikation, Aus- und Weiterbildung).

Die Erfüllung der Bedingungen für das MSE-System muss in der Phase der Entwicklung des strassennetz-spezifischen "Detail-Konzeptes" gesichert werden.

Die Bedingungen der Strassenverwaltung lassen sich als Schritte zur Einführung des Systems (siehe Kapitel 5) weitgehend erfüllen (die Motivation sowie Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter gilt als eine Daueraufgabe der Führung).

3.1.4 Anwendungsgebiete des MSE-Systems

Die Strassenverwaltungen können das System für die Erhaltung aller Anlagenteile der Strasse und ihres Umfeldes benützen.

Das Ziel-Spektrum des Systems ist sehr breit, so dass neben den technischen Aspekten der Verwaltungstätigkeit auch die Führungsaspekte (inkl. Finanzen) dadurch tangiert sind.

Die Abb. 3.1 zeigt die Vielfalt der Einsatzmöglichkeiten des Systems als "morphologischen Kasten" auf.

Kriterien	Ausprägungen				
	funktionsorientiert	vorgehensorientiert	anwenderorientiert		
Ziele	- Betriebsbereitschaft - Verkehrssicherheit - Substanzerhaltung - Leistungsfähigkeit - Benützerfreundlichkeit	- Gesamtwirtschaftlichkeit - Umweltverträglichkeit - Mittelbewirtschaftung	- Informationspolitik - Wissensstand		
Betrachtungsobjekt	Netzebene (global)	Projektebene (lokal)			
Bestandteil der Strassenverkehrs-anlage	Strassen und Wege (Oberbau)	Kunstbauten	Ausrüstungen	Neben-anlagen	Kombination
Planungshorizont	kurzfristig (operativ)	mittelfristig (taktisch)	langfristig (strategisch)		
Leistungsträger	Eigenleistung	Fremdleistung	Kombination		
Computerunterstützt	vollständig	teilweise	nicht		

B(back up): MSE-N1, A. Rafi

Abb. 3.1 : Anwendungsgebiete des Systems MSE (Morphologischer Kasten)

3.1.5 Vorteile des MSE für die Verwaltungen

Das System MSE bringt den Strassenverwaltungen sehr viele Vorteile, welche nachfolgend aufgelistet sind:

- Zeitgewinn bei Entscheidungsprozessen
- Höhere Entscheidungsqualität (ausgedrückt in Zielgrössen)
- Nachvollziehbarkeit der Entscheidungen
- Bessere Vertretbarkeit der Entscheidungen gegenüber Politiker und Oeffentlichkeit
- Wirtschaftlichkeit
- Erhöhte Attraktivität der Arbeitsbedingungen
- Lernbarkeit und damit Möglichkeit zur gezielten Aus- und Weiterbildung des Personals
- Förderung der Eigendynamik der Mitarbeiter
- Stufengerechtigkeit des Systems:
  - Möglichkeit zur sukzessiven Integration der Netzteile
  - Möglichkeit zur sukzessiven Anwendung verschiedener Systemmodule.

Diese Vorteile bilden zusammen mit denjenigen für die Verkehrsteilnehmer, Anwohner, Umwelt, Wirtschaft und Staat ein beachtliches Kapital, das nicht vollumfänglich monetär auszudrucken ist.

Sehr anschaulich lässt es sich als resultierenden Vektor in der Abb. 3.2 darstellen, wobei dort nur 3 Dimensionen der Vorteile für die Verwaltungen betrachtet werden.

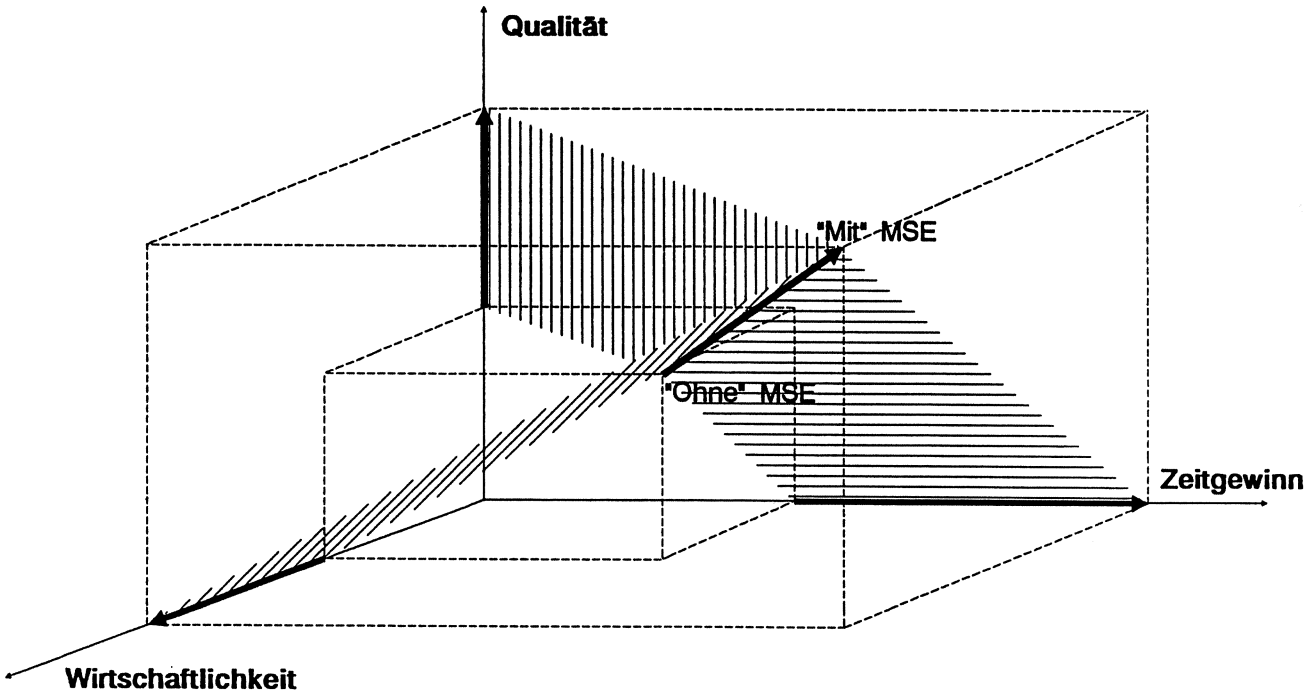


Abb. 3.2 : Drei Dimensionen der MSE-Vorteile für die Strassenverwaltungen B2:\Vorteil4, A.Rafi

3.1.6 MSE im Ausland

Einige Länder sind bei der Einführung und Nutzung von ziel- und systemorientierten Erhaltungskonzepten für ihr Strassennetz ziemlich weit fortgeschritten. Eine im 1988 veröffentlichte OECD-Studie hat ein sehr differenziertes Bild dieser Anstrengungen in europäischen Ländern sowie Japan, Kanada und USA veröffentlicht.

Die Tabellen 3.1 und 3.2 fassen die Ergebnisse der erwähnten Studie zusammen.

Zu bemerken ist, dass die darin untersuchten Systeme alle als PMS-Systeme (Pavement Management System), also nur zur Erhaltung des Strassenoberbaus und nur nach technischen Aspekten entwickelt sind. Dies macht einen ziemlich grossen Unterschied zu einem viel umfassenderen MSE, dessen Einführung nur schrittweise und im Einklang mit Gegebenheiten der Strassenverwaltung erfolgen kann. (MSE kann im Gegenteil zum PMS nicht als ein blosses "Software-Produkt" erworben und angewendet werden, sondern verlangt ein tiefgreifendes Umdenken seitens der Strassenverwaltungen und verfolgt viel höhere Ziele).

Index	Oester-reich	Belgien	Canada (Ontario)	Dänemark	Finnland	Frank-reich	Italien	Japan	Nieder-lande	Schweden	Schweiz
1. Wichtige Parameter für den Strassen-zustand	Spurrinnen Ebenheit Griggigkeit	Griffigkeit Ebenheit Tragfähig-keit	Verformung Ebenheit Tragfähig-keit	Verformung durch den Verkehr Griffigkeit Unebenheit	Spurrinnen Risse Griffigkeit	Tragfähig-keit Zustand der Strassenober-fläche	Sicherheit Fahrkomfort	Spurrinnen Griffigkeit Risse	Sicherheit Ebenheit Spurrinnen Risse Griffigkeit Tragfähig-keit	Ebenheit Spurrinnen Risse	Griffigkeit Spurrinnen Tragfähig-keit Ebenheit
2. Andere Parameter für Entsch-eidungen über Ein-greifen	-	Kosten	Verkehr Kosten	Tragfähig-keit Kosten	Verkehr Geschwind-igkeitsbesch-ränkungen	Kosten	Verkehr Kosten	-	Kosten Verkehr	Kosten	Verkehr Kosten
3. Bewertung mit einem Index für den Gesamt-zustand der Strasse	-	ja	ja	nein	nein	nein	wird überlegt	ja	nein	ja	nein
4. Verwendung von Inter-vensions-grenzwerten	-	durch einzelne Kenngrössen und gesamt-heitlich	-	ja	Spurrinnen-tiefe	durch Kenngrössen	Griffigkeit Spurrinnen-tiefe Tragfähig-keit	durch Kenngrössen	Griffigkeit Spurrinnen-tiefe	wird überlegt	durch Kenngrössen
5. Berücks. von Nutzerkosten	-	nein	ja	wird überlegt	ja	nein	nein	-	wird überlegt	teilweise	nein
6. Verwend. v. Prognose-modellen	-	ja	ja	wird überlegt	ja	wird überlegt	ja	-	ja	wird überlegt	wird überlegt

Tabelle 3.1 : Allg. Informationen über MSE in anderen Ländern (Pavement-Management-Systeme), Quelle : OECD

B2:\LAENDER1, A. Rafi

Index	U S A										Kanada (Alberta)	Weltbank
	Arkansas	Florida	Idaho	Nevada	Ohio	Washington	Arizona	Kalifornien	New York	Texas		
1. Wichtige Parameter für den Strassenzustand	Verformungen der Strassenoberfläche Ebenheit Griffigkeit	Verformungen der Strassenoberfläche Ebenheit Griffigkeit	Tragfähigkeit Ebenheit Griffigkeit	Verformungen der Strassenoberfläche Ebenheit Griffigkeit	Verformungen der Strassenoberfläche Ebenheit Griffigkeit	Verformungen der Strassenoberfläche Ebenheit Griffigkeit	Ebenheit Risse Unterschiedl. Rissbildungen	Ebenheit Verformung der Strassenoberfläche	Ebenheit	Verformung der Strassenoberfläche Ebenheit	Verformung der Strassenoberfläche Ebenheit Tragfähigkeit	Ebenheit
2. Andere Parameter für Entscheidungen über Eingreifen	Verkehr	Verkehr	Verkehr	-	Verkehr	Verkehr Kosten	Griffigkeit Verkehr	Verkehr	-	Verkehr Kosten	Verkehr Kosten	Verkehr Kosten
3. Bewertung mit einem Index für den Gesamtzustand der Strasse	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	ja	ja	nein
4. Verwendung von Intervensionsgrenzwerten	nein	nein	nein	nein	PSI und MUC (1)	nein	durch Kenngrössen und CS (2)	durch Kenngrössen	-	-	ja	nein
5. Berücks. von Nutzerkosten	nein	nein	wird überlegt	nein	wird überlegt	ja	nein	nein	-	-	nein	ja
6. Verwend. v. Prognosemodellen	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja

Anmerkungen : (1) PSI = Present Serviceability Index (Befahrbarkeitsindex)
MUC = Maintenance Urgency Categor y (Erhaltungsdringlichkeitskategorie)
(2) CS = Condition State (Zustandskategorie)

Tabelle 3.2 : Allg. Informationen über MSE in anderen Ländern (Pavement-Management-Systeme), Quelle : OECD

B2:\LAENDER2, A. Rafi

3.1.7 Leistungen des MSE

Die Informationen, welche durch das MSE erstellt und nach aussen gerichtet werden, gelten als die direkten Leistungen des Systems. Diese sind:

- Ergebnisse der Funktion einzelner System-Elemente (zur Dokumentation der Entscheidungsprozesse)

- Informationen über bauliche und betriebliche Erhaltungsmassnahmen (sowohl einzeln, als auch im Rahmen von Strategien)

- Allg. Informationen (Statistiken, Erfahrungswerte, Auswertungen, ...)

- Anregungen zur Forschung

- Ev. Richtlinien, Check-Listen oder Anweisungen für nächste Nutzungsperiode.

Die, für alle Betroffenen-Gruppen (wie Strassenverwaltung, Verkehrsteilnehmer, Umwelt etc.) zu erwartenden Vorteile, welche durch Einwirkung des MSE-Systems erzielt werden sind ebenfalls als Leistungen des Systems zu betrachten. Diese Leistungen können wir als indirekte System-Leistungen von den oben aufgeführten direkten differenzieren. Die indirekten Leistungen sind nicht mehr "nur" Informationen, sondern sind verschiedene "Zielerträge", welche nicht vollumfänglich monetär erfassbar sind (wie Erhöhung der Verkehrsicherheit oder der Umweltverträglichkeit). In der Abb. 3.3 sind diese Leistungen dargestellt.

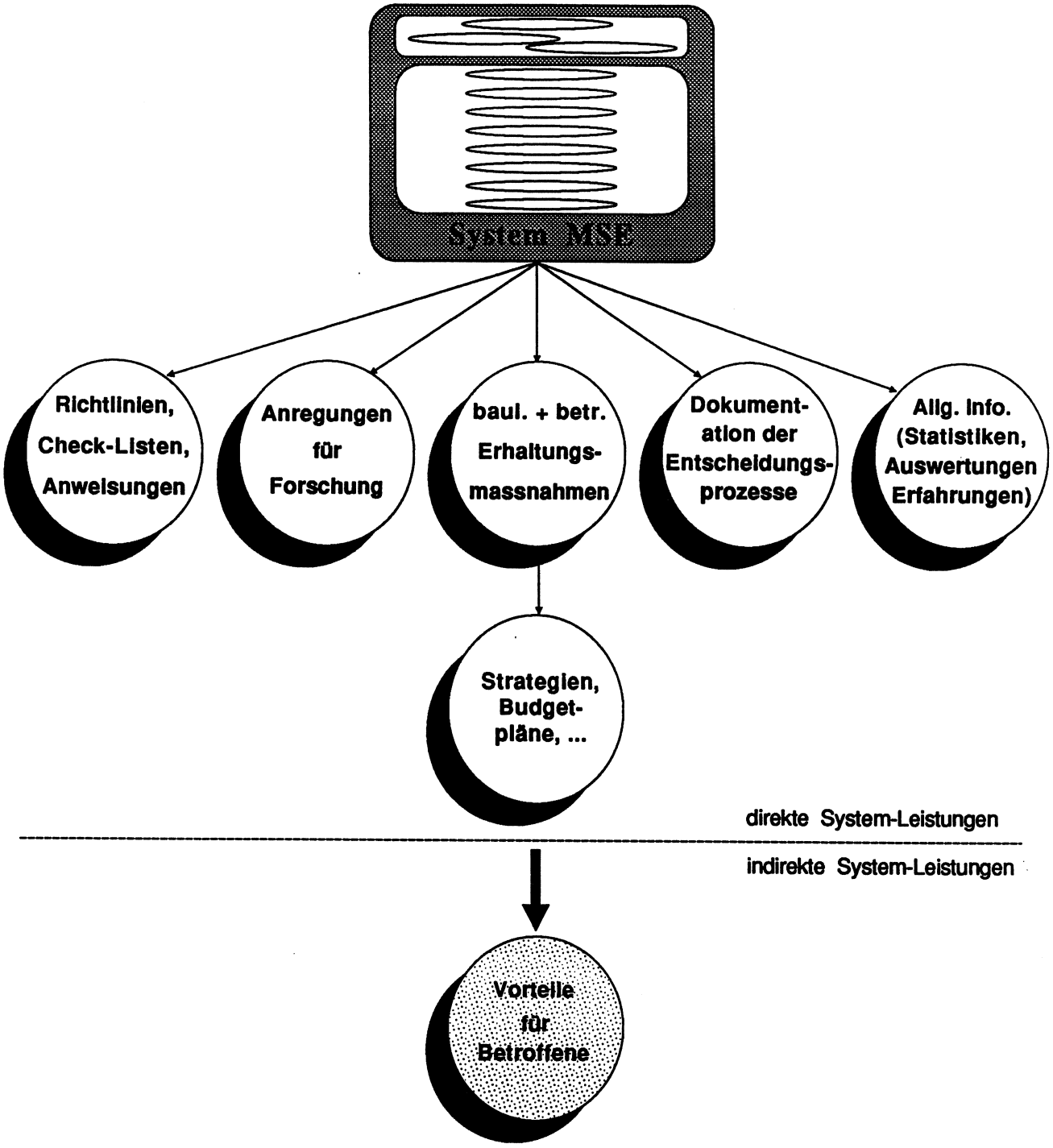


Abb. 3.3 : Leistungen des Systems MSE

B3:\PRODUKTE, A. Rafi

3.2 MSE als Führungsinstrument

In der Management-Fachsprache wird ein Führungsinstrument als dasjenige Hilfsmittel bezeichnet, welches durch die Unternehmensführung zur Erreichung der gesetzten Ziele eingesetzt wird.

Da das MSE-Zielsystem nebst den funktionalen Erhaltungszielen auch instrumentale Führungsziele wie Informationspolitik, Wissensstand oder Mittelbewirtschaftung beinhaltet, weist das MSE-System auch eine Führungseigenschaft auf.

Das MSE-System darf demgemäss als ein "Makro-Instrument" der Führung betrachtet werden, das über mehrere "Mikro-Instrumente", wie Informationssystem, Konzept zur Aus- und Weiterbildung etc. verfügt, die zur Erreichung der gesetzten Ziele angewendet werden können.

Diese Ueberlegung lässt folgende Frage stellen:

"Ist die Zielerreichung seitens der Strassenverwaltung steuerbar?"

Die generelle Antwort zu dieser Frage ist eindeutig ja, weil aufgrund der unvermeidlichen Existenz von mehreren Zielkonflikten im System (z.B. zwischen Betriebsbereitschaft und Umweltverträglichkeit oder Wissensstand und Gesamtwirtschaftlichkeit) jedem Entscheidungsträger einen gewissen Ermessensspielraum eingeräumt werden muss und dies ist zugleich seine Möglichkeit zur Steuerung der Zielerreichung.

3.3 MSE als System

Das MSE kann als ein System betrachtet werden, da es alle dazu erforderlichen Bedingungen erfüllt.

Es besteht nämlich aus Tätigkeiten (System-Elemente), die zusammen eine geschlossene und gegen aussen abgrenzbare Einheit bilden, welche bestimmte Beziehungen aufweisen und in sich gegliedert sind.

Die Struktur des MSE-Systems kann, je nach Tätigkeitsablauf, eine entsprechende Form aufweisen.

Es ist sehr von Bedeutung, dass die System-Struktur die Ganzheit der MSE-Tätigkeiten umfasst und zudem daraus eine zielorientierte Systematik ersichtlich wird.

Die nachfolgenden Abbildungen (3.4 bis 3.9) zeigen verschiedene Formen der System-Struktur auf, wobei die Abb. 3.9 die Form eines PMS (Pavement Management System: Management System zur Erhaltung des Fahrbahn-Oberbaus) darstellt. Die beiden Abb. 3.6 und 3.7 sind eigens für die MSE-Anforderungen, seitens dieser Studie entwickelt worden. Sie zeigen auf relativ einfache Art, die vom MSE verlangte Systematik der Abläufe und auch die Zielorientierung der Tätigkeiten. Wir haben sie deshalb als unsere System-Struktur gewählt. Aus der Abb. 3.6 ist ferner die Wirkung der externen Einflussfaktoren auf das System ersichtlich (aufgeführt in den Datenblöcken A,B und C). Diese Abb. weist auf die Regler-Funktion des MSE hin, die das System zur Regelung des Zustandes der Strassenverkehrsanlagen und des Verkehrsbetriebes auszuüben hat.

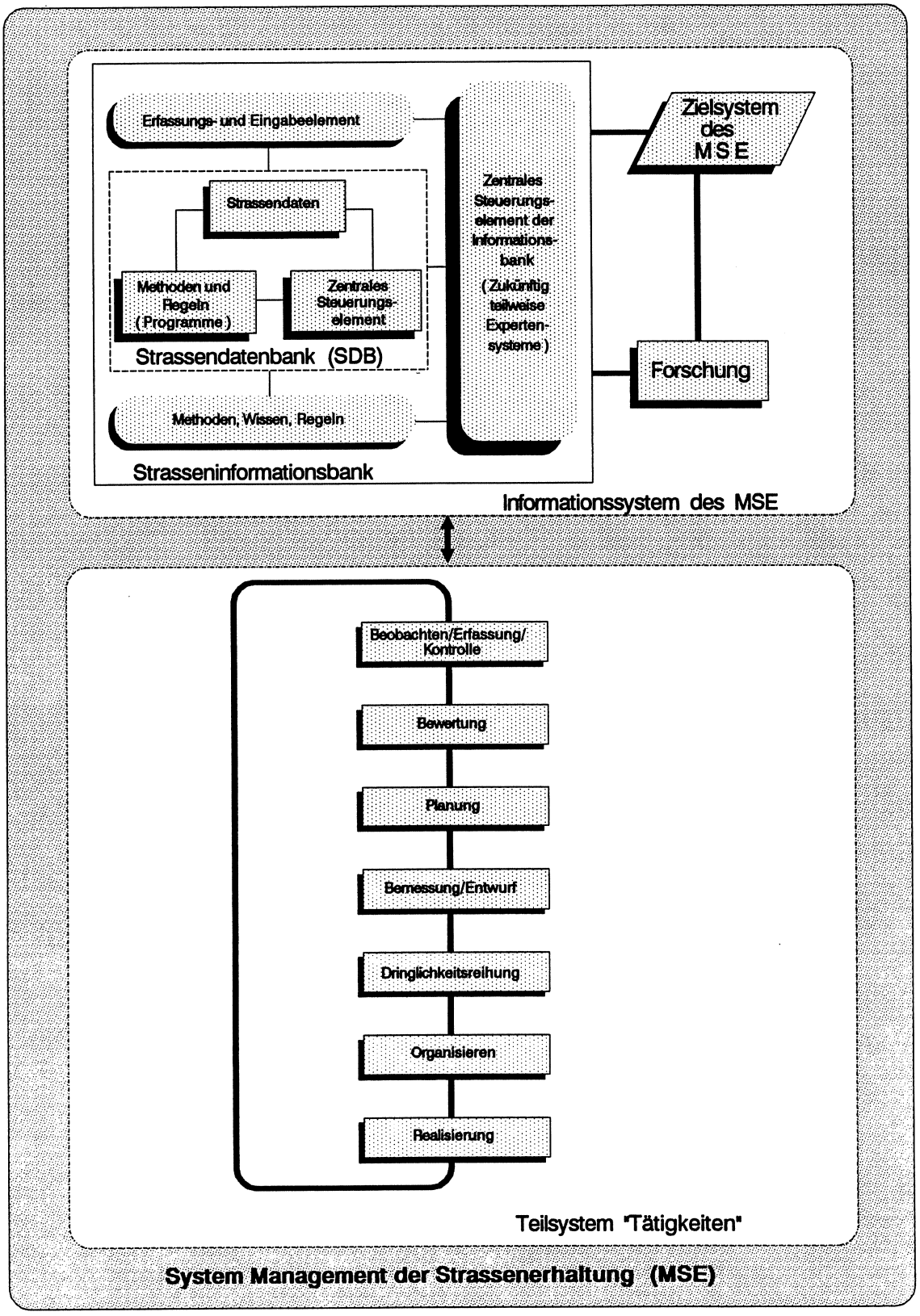


Abb. 3.4 : System Management der Strassenerhaltung (MSE) mit denkbarer Struktur einer Strasseninformations- und datenbank

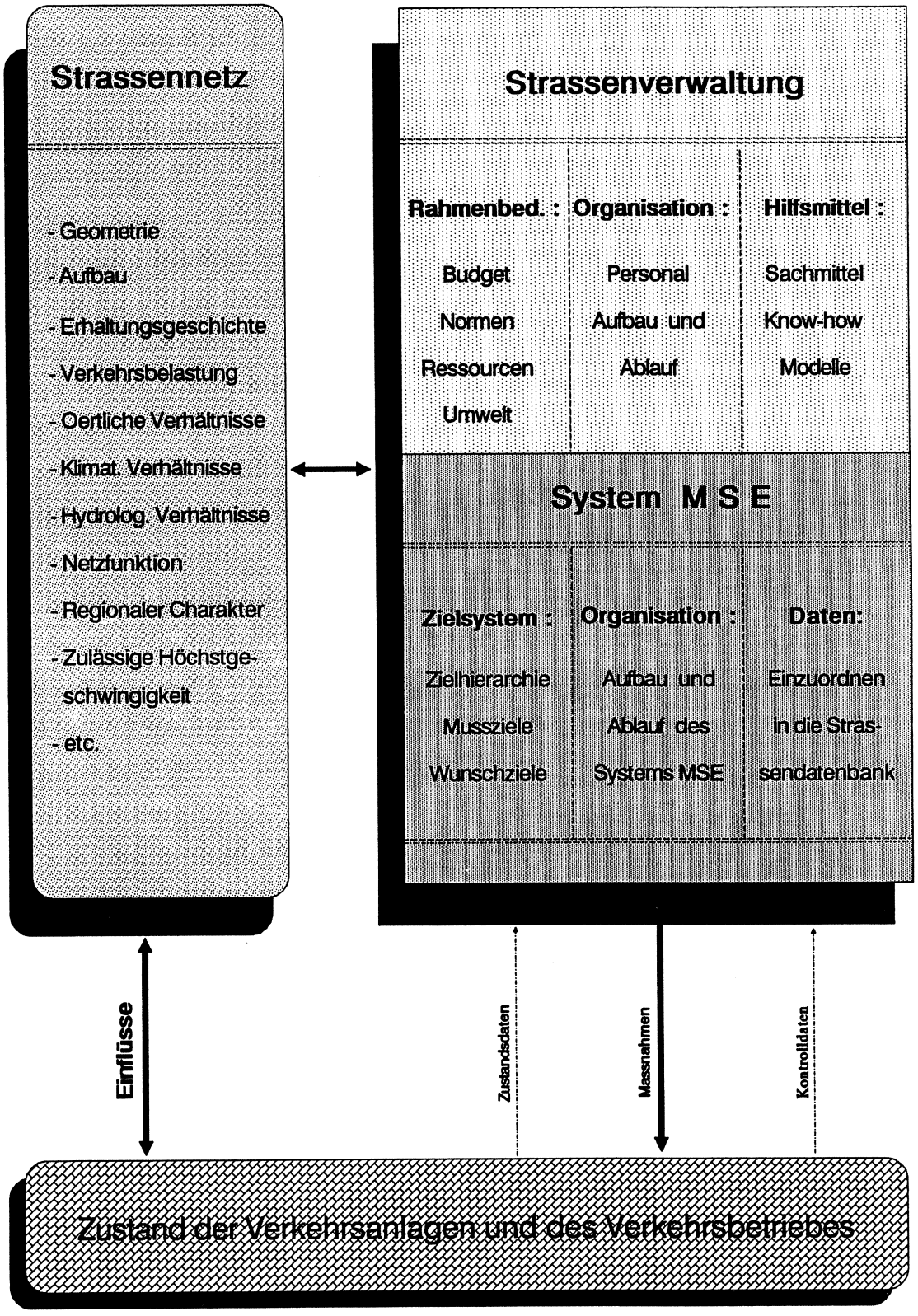


Abb. 3.5 : System MSE als Regelinstrument der Strassenverwaltungen

B1:\MSE-112, A. Rafi

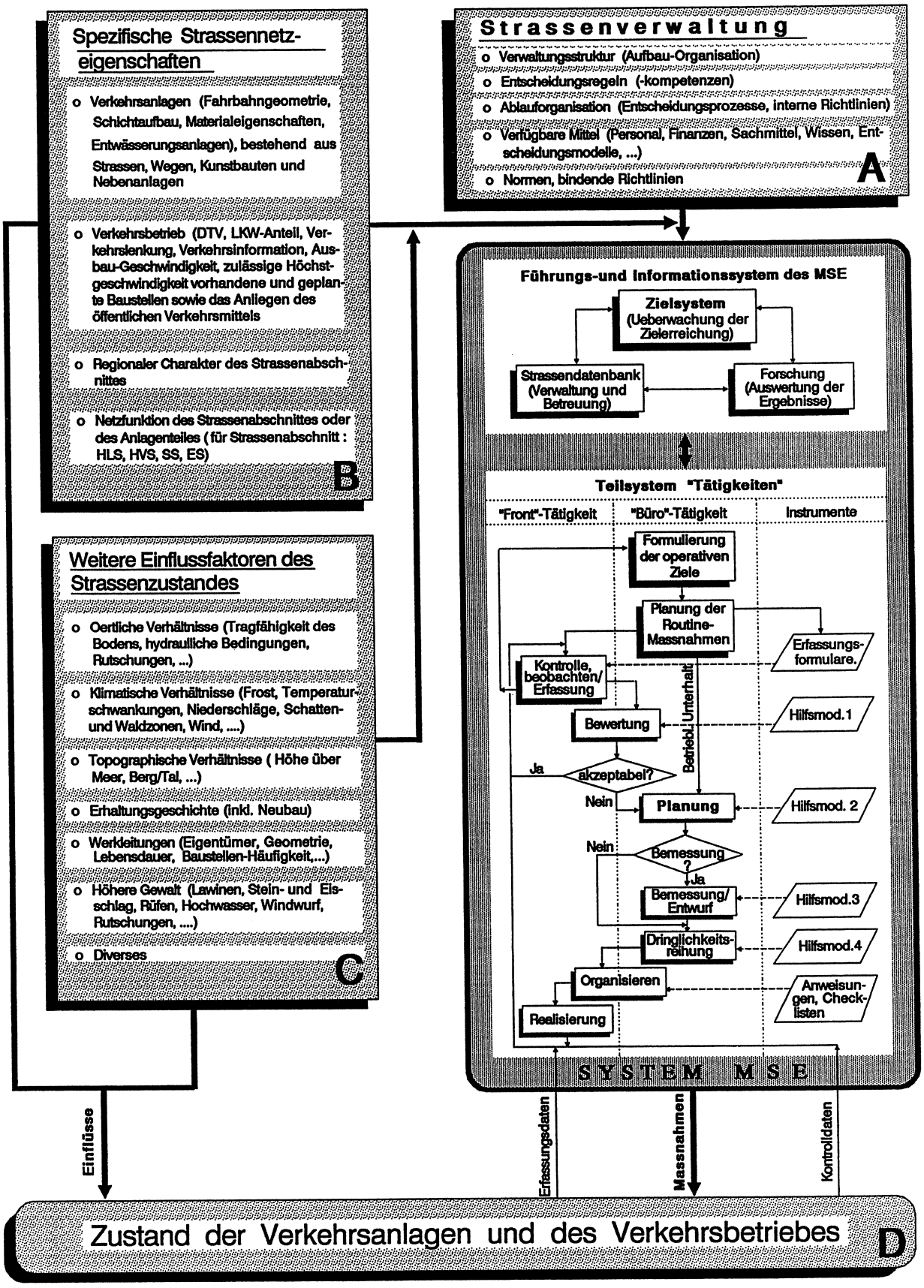


Abb. 3.6 : System Management der Strassenerhaltung (MSE) als Instrument der Strassenverwaltung zur Regelung des Zustandes der Verkehrsanlagen und des Verkehrsbetriebes B6:\ MSE-2001, A.Rafi

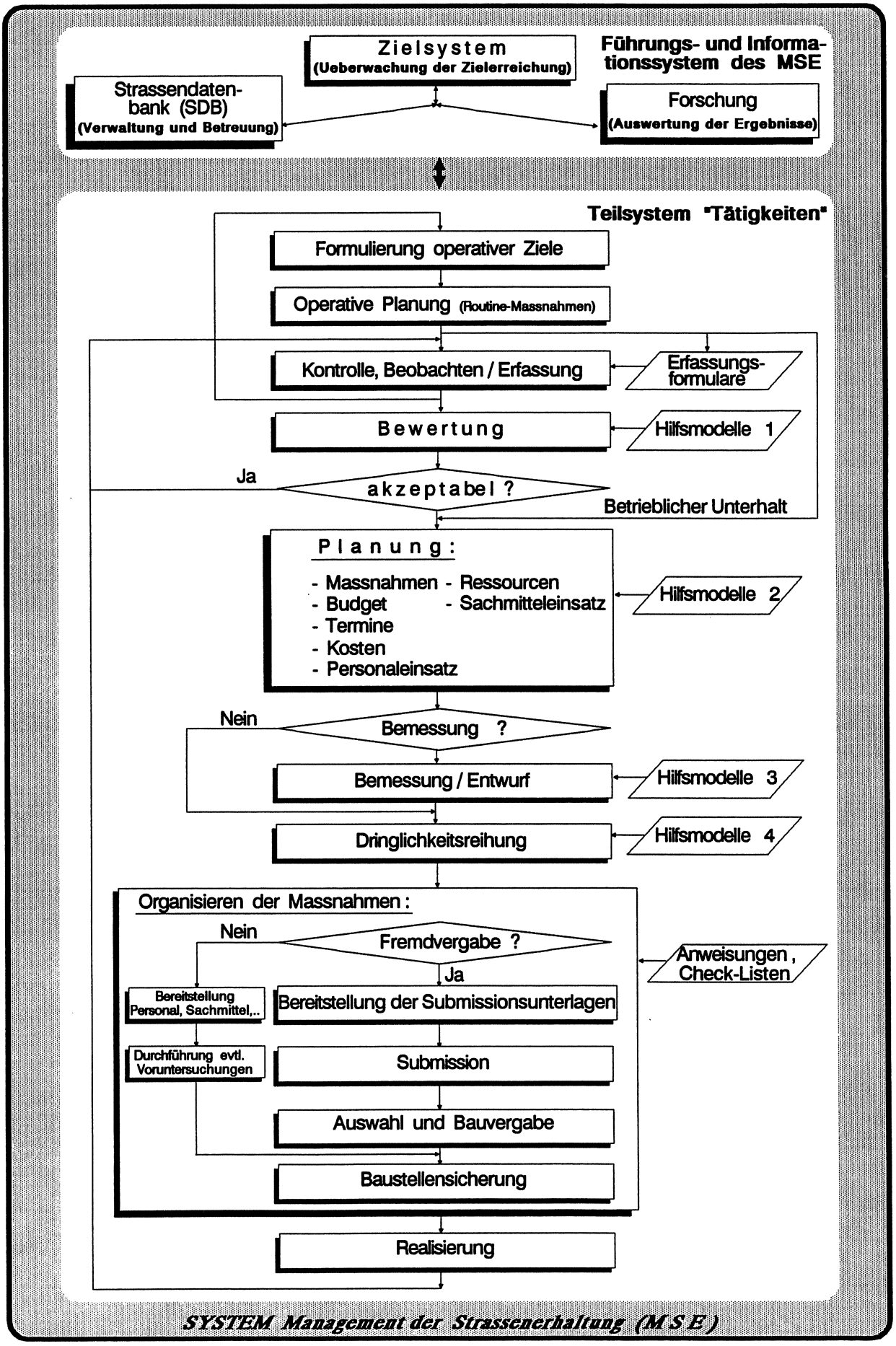


Abb. 3.7 : Struktur des Systems Management der Strassenerhaltung (M S E) B4:\ MSE-360, A. Rafi

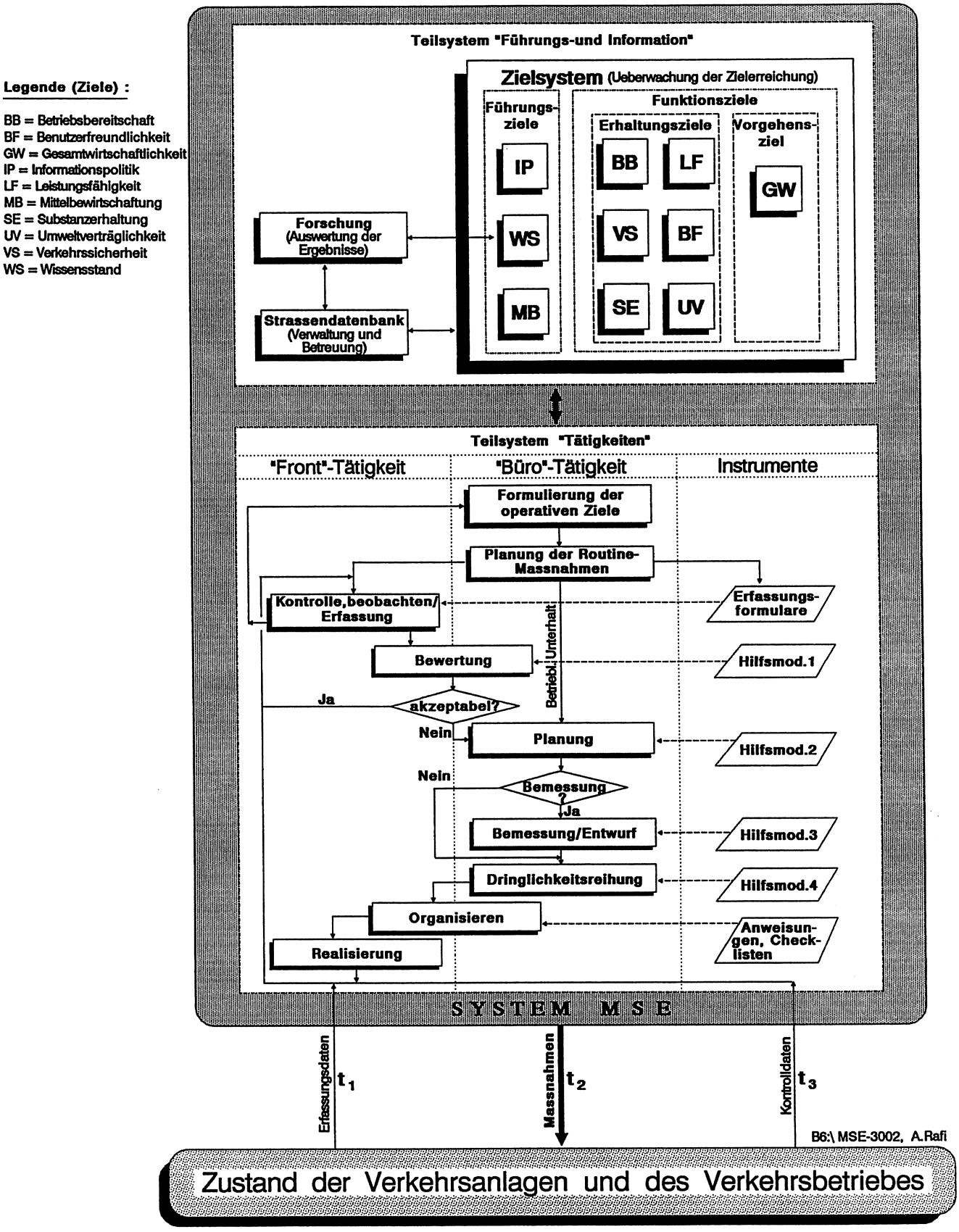


Abb. 3.7a: System Management der Strassenerhaltung (MSE) als Instrument der Strassenverwaltung zur Regelung des Zustandes der Verkehrsanlagen und des Verkehrsbetriebes

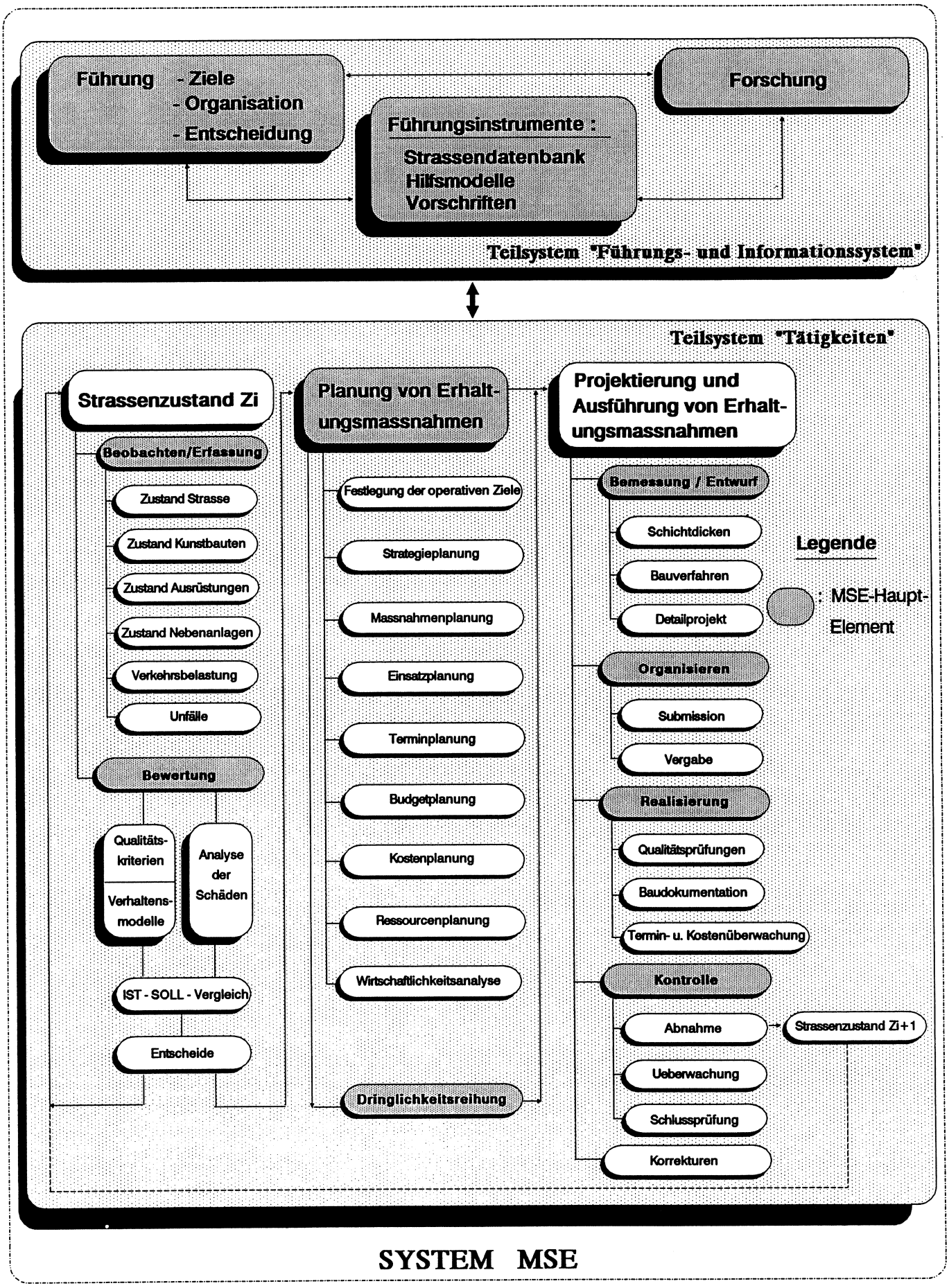


Abb. 3.8 : System Management der Strassenerhaltung (MSE), (eine weitere mögliche Darstellung)

B1:\MSE-202.. A. Rafi

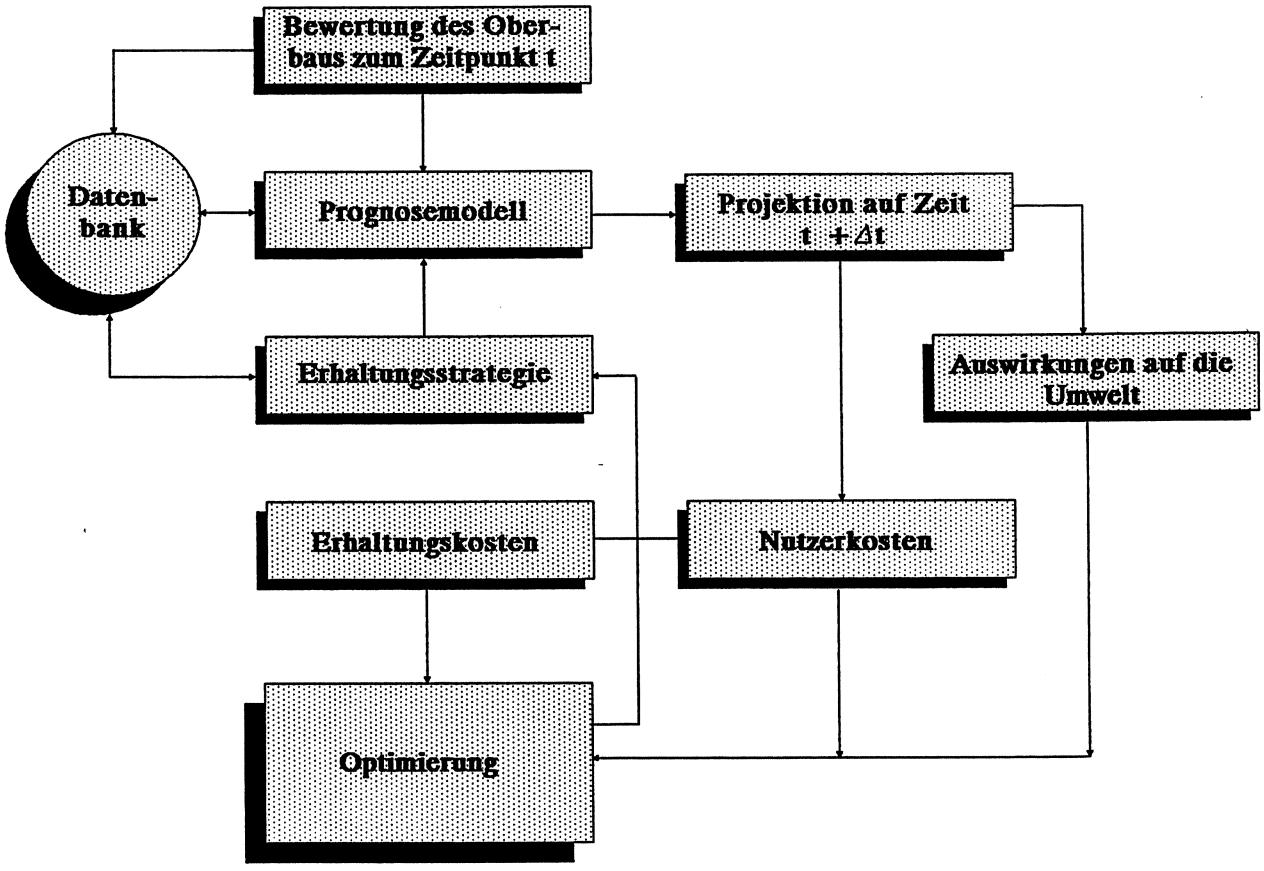


Abb. 3.9 : Schematisches Ablaufdiagramm eines " Pavement Management", nach (OECD)

3.4 Anforderungen an das MSE-System

Die anspruchsvollen und hochgesteckten MSE-Ziele verkünden die entsprechend hochgesetzten Anforderungen ans System sowohl seitens der Strassenverwaltungen, als auch seitens anderer "Nutznisser-Gruppen" wie Verkehrsteilnehmer, Umwelt usw.

Die folgende Liste veranschaulicht die Vielfältigkeit (und auch eine latente Diskrepanz) der Anforderungen, differenziert nach den Nutznisser-Gruppen des MSE:

- **Strassenverwaltungen**

  - o Selbstregulierung: Fähigkeit, ohne externe Einwirkungen, festgesetzte Ziele zu erreichen (oder festgesetzte Sollwerte einzuhalten).
  - o Flexibilität: Fähigkeit, aufgrund der beteiligten menschlichen Intelligenz, die festgesetzten Ziele an die sich verändernde Umwelt anzupassen.
  - o Lernfähigkeit: Fähigkeit zur Anwendung von Auswertung der Erfahrungen für die zukünftigen Handlungen.
  - o Evolutionsfähigkeit: Fähigkeit der funktionellen und strukturellen Anpassung an systemrelevante Veränderungen.
  - o Integrationsfähigkeit: Fähigkeit zur sukzessiven Integration aller Teile eines Strassennetzes sowie Fähigkeit zur Ausdehnung auf weitere Aufgabenbereiche der Strassenverwaltung.
  - o Rationalität: Fähigkeit zur rationellen Gestaltung und Durchführung der System-Aufgaben.

- o Einfachheit: Möglichkeit zur Durchführung einfacher, benützerfreundlicher, rationeller und nachvollziehbarer Entscheidungsabläufe.

- o Wirtschaftlichkeit: Vertretbare Kosten gegenüber zu erwartendem Nutzen.

- **Verkehrsteilnehmer:**

  - o Mobilität: Gewährleistung eines sicheren und störungsfreien Verkehrsablaufes.

- **Wirtschaft:**

  - o Mobilität. Gewährleistung betriebsbereiter Strassenverkehrsanlagen.

- **Anwohner und Umwelt:**

  - o Immissions-minimierung: Fähigkeit zur Reduktion der Strassenverkehrsimmissionen (v.a. Lärm und Abgase).

  - o Ressourcen-Schonung: Möglichkeit zur Minimierung des Verbrauches von Natur-Quellen (Materialien, Energie).

3.5 Aufgaben und Pflichten des MSE-Systems

Unter Aufgaben des Systems fallen die Tätigkeiten, welche System-intern zur Wahrnehmung der Funktionen des MSE-Systems erforderlich sind.

Die Pflichten des Systems sollen jene Aktivitäten darstellen, welche System-extern gerichtet sind. Die Abb. 3.10 fasst diese Aufgaben und Pflichten zusammen und zeigt sie strukturiert auf.

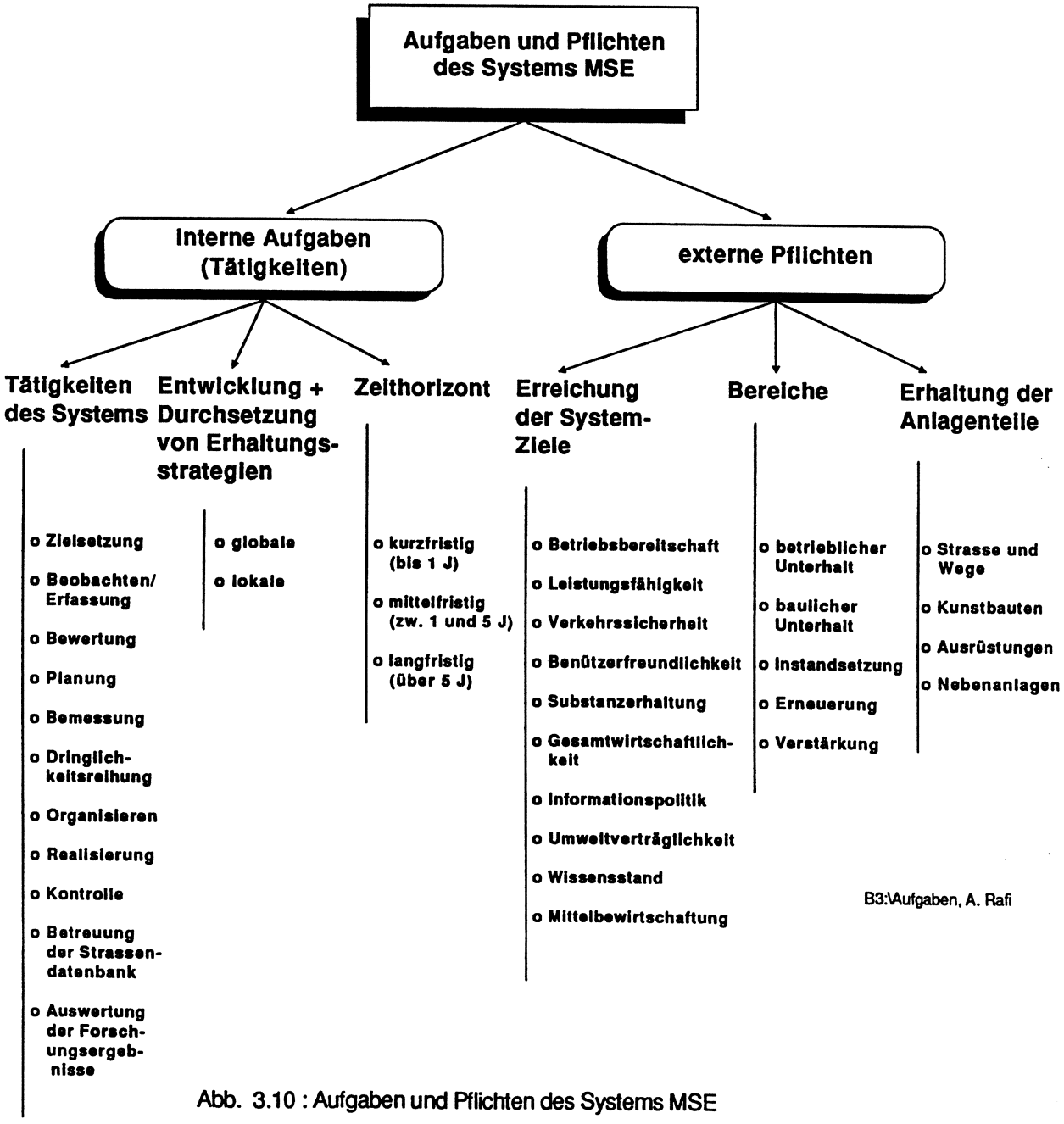


Abb. 3.10 : Aufgaben und Pflichten des Systems MSE

Im nächsten Abschnitt (3.6) werden die internen Aufgaben des Systems (Tätigkeiten) einzeln beschrieben.

Die in der Abb. 3.10 aufgeführten Aufgaben und Pflichten des MSE weisen u.a. auch auf die unterschiedlichen Dimensionen dieser Aktivitäten hin und sind als eine morphologische Darstellung zu verstehen.

Dies bedeutet, dass z.B. die Durchführung der System-Tätigkeit Dringlichkeitsreihung kann z.B. sowohl global, als auch lokal oder sowohl für Strasse und Wege, als auch für Kunstbauten erfolgen.

3.6 Elemente des MSE-Systems

Das MSE-System weist mehrere Elemente auf, welche innerhalb des Systems bestimmte Aufgaben erfüllen müssen. Einige dieser Elemente stehen mit allen anderen in Beziehung und haben "interaktiven" Charakter, d.h. sie können jederzeit aktiviert werden. Diese sind in einem Teilsystem zusammengefasst und da sie alle informationszubereitende Eigenschaften aufweisen, ist das Teilsystem als "Führungs- und Informationssystem des "MSE" bezeichnet worden (Abb. 3.6 und 3.7).

Die anderen System-Elemente haben "sequentiellen" Charakter und stehen nur mit ihren "Nachbar-Elementen" sowie mit den Elementen des Teilsystems "Führung und Information" in Verbindung. Da sie gleichzeitig auch die Tätigkeiten des Systems wiedergeben, sind sie in einem anderen Teilsystem, nämlich: "Tätigkeitssystem des MSE" zusammengefasst worden (Abb. 3.6 und 3.7).

Die verschiedenen Hilfsmodelle, welche für die Entscheidungsfälle innerhalb des MSE-Systems als Instrument Anwendung finden, sind ebenfalls in den Abb. 3.6 und 3.7 aufgeführt. Diese sind aber keine selbständigen Elemente, sondern können als Bestandteil von Elementen des Tätigkeitssystems betrachtet werden. Man könnte sie auch zusammenfassen und davon ein eigentliches Element bilden, dessen Betreuung durch eine souveräne Instanz innerhalb der Strassenverwaltung wahrzunehmen wäre. Heute drängt es sich jedoch noch nicht auf, da noch nicht alle diese Hilfsmodelle in definitiver Form vorliegen (z.B. Strassennutzerkosten, Verhaltensmodelle des Strassenzustandes, Bewertungsmodell der Strasse sowie Kunstbauten etc.) und somit der Aufgabenbereich dieser Instanz noch nicht definiert ist (siehe auch 3.6.2.10).

Nachfolgend sollen die Aufgaben einzelner Elemente des MSE-Systems näher erläutert werden.

3.6.1 Aufgaben der Elemente des Teilsystems "Führungs- und Informationssystem"

Im MSE-System sind drei Elemente vorgesehen, welche eindeutige Führungs- und Informationszubereitungs-Aufgaben wahrnehmen, nämlich:

- Gewährleistung der Zielerreichung, inkl. Massnahmen zur Behebung allfälliger Störungen.

- Bereitstellung der richtigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt an die richtige Stelle.

- Sicherstellung des Zuflusses der Forschungsergebnisse über MSE ins System zwecks deren Anwendung.

Diese Elemente können zu jeder Zeit mit allen anderen System-Elemente kommunizieren und haben auch (teilweise) eine Kontrollfunktion. Die Ausübung der Tätigkeiten dieser Elemente sollte deshalb entweder durch die Geschäftsleitung persönlich oder die, ihm direkt unterstellten, Personen vorgenommen werden.

Nachfolgend werden die Aufgaben der einzelnen MSE-Elemente erläutert.

3.6.1.1 Zielsystem

Das Element Zielsystem ist Bestandteil des Führungs- und Informationssystems des MSE. Seine Aufgabe besteht in der Ueberwachung der Vorgänge zur Erreichung der Haupt- und Teilziele des Systems. Zudem muss es den Erreichungsgrad dieser Ziele, jeweils nach bestimmter Zeitperiode, ermitteln.

Diese Zeitperiode beträgt für die verschiedenen Ziel-Kategorien wie folgt:

Hauptziele = min. alle 5 Jahre (strategische Ziele)
Teilziele = 1 - 5 Jahre (taktische Ziele)
Unterziele = laufend bis jährlich (operative Ziele).

Die Haupt- und Teilziele sind als Vorgaben für das System bereits als Norm formuliert. Die Unterziele (bzw. Sub-Unterziele) müssen aber, je nach strassennetz-spezifischen Gegebenheiten, durch die Strassenverwaltung selbst formuliert werden (s. Abb. 3.7 Element: Formulierung operativer Ziele). Die Ueberprüfung der Zielerreichung kann durch Ermittlung der jeweiligen Indikatoren (Massstäbe für quantitative Beschreibung der Zielgrössen) erfolgen. Die Ermittlung dieser Indikatoren erfolgt erst nach Festlegung der operativen Ziele.

Die Struktur des MSE-Zielsystems ist hierarchisch und kann aus der Abb. 3.11 entnommen werden. Sie kann bis zur Stufe von"Sub-Unterzielen" gehen. Bei der Formulierung dieser "operativen" Unterziele muss unbedingt darauf geachtet werden, dass sie einerseits für die Verwaltung "erreichbare Ziele" sein müssen und andererseits mit ihrer Erreichung die vorteilhafteste Problemlösung gelingen wird (höchste Effektivität). Bei mehrfacher Zielsetzung einer Problemlösung müssen auch die Prioritäten bestimmt sein.

Die Abb. 3.12 zeigt die zusammengefasste Struktur des MSE-Zielsystems bis zur Stufe Teilziele auf. Die darin aufgeführten Ziele entsprechen den VSS-Normen und gelten als die allgemein-gültige Vorgabe für jede Strassenverwaltung.

Zudem sollte jede Strassenverwaltung durch Einbau eines Kontrollmechanismus dafür sorgen, dass jede Verzögerung im Zielerreichungsprozess rechtzeitig erkannt wird, damit ihre Ursachen beseitig werden.

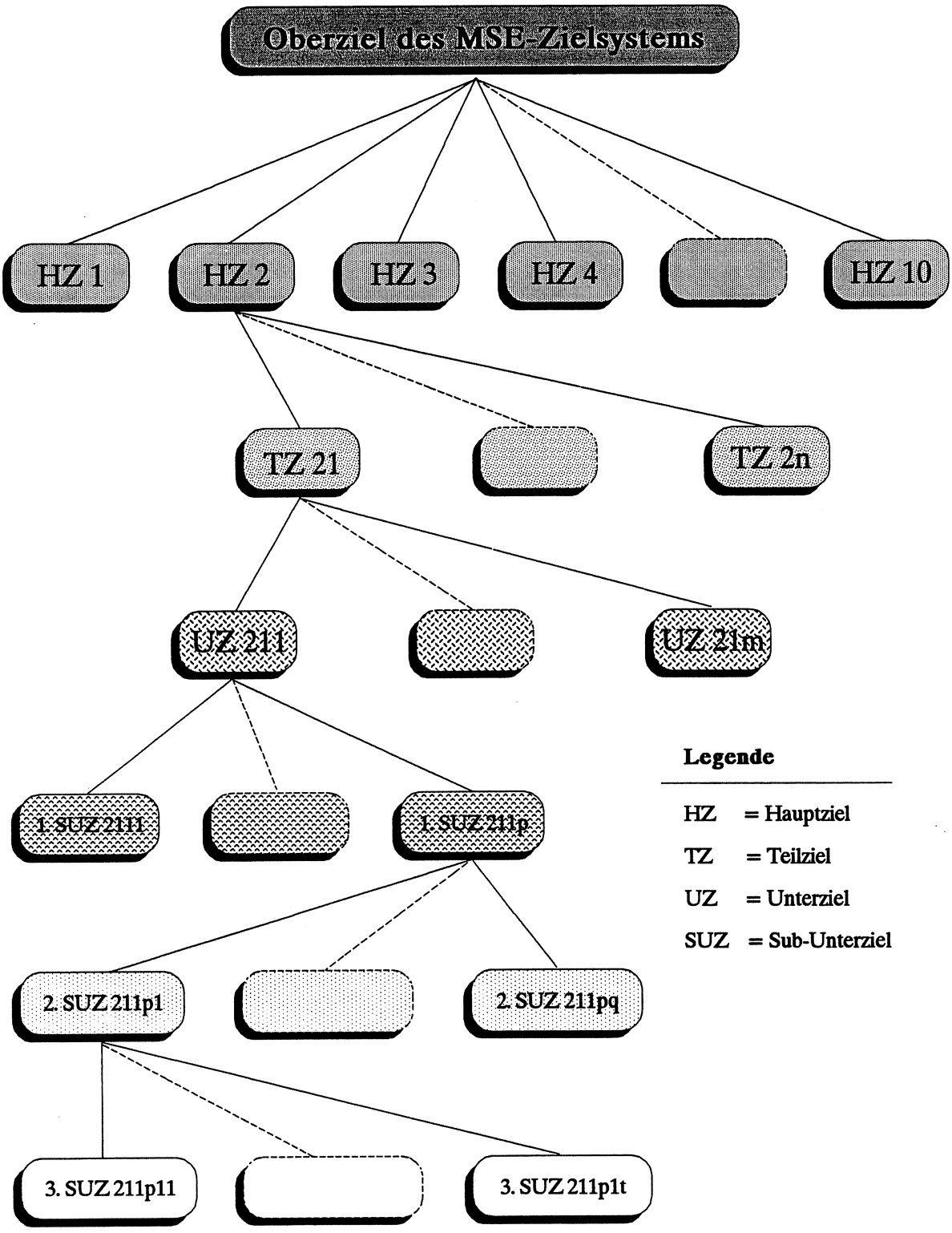


Abb. 3.11 : Hierarchie des Zielsystems des Managements der Strassenerhaltung (MSE)

Bemerkung : Die Erreichung der untergeordneten Ziele gilt als die Voraussetzung zur Erreichung der übergeordneten Ziele !

A: ZIELHI-2, A. Rafi

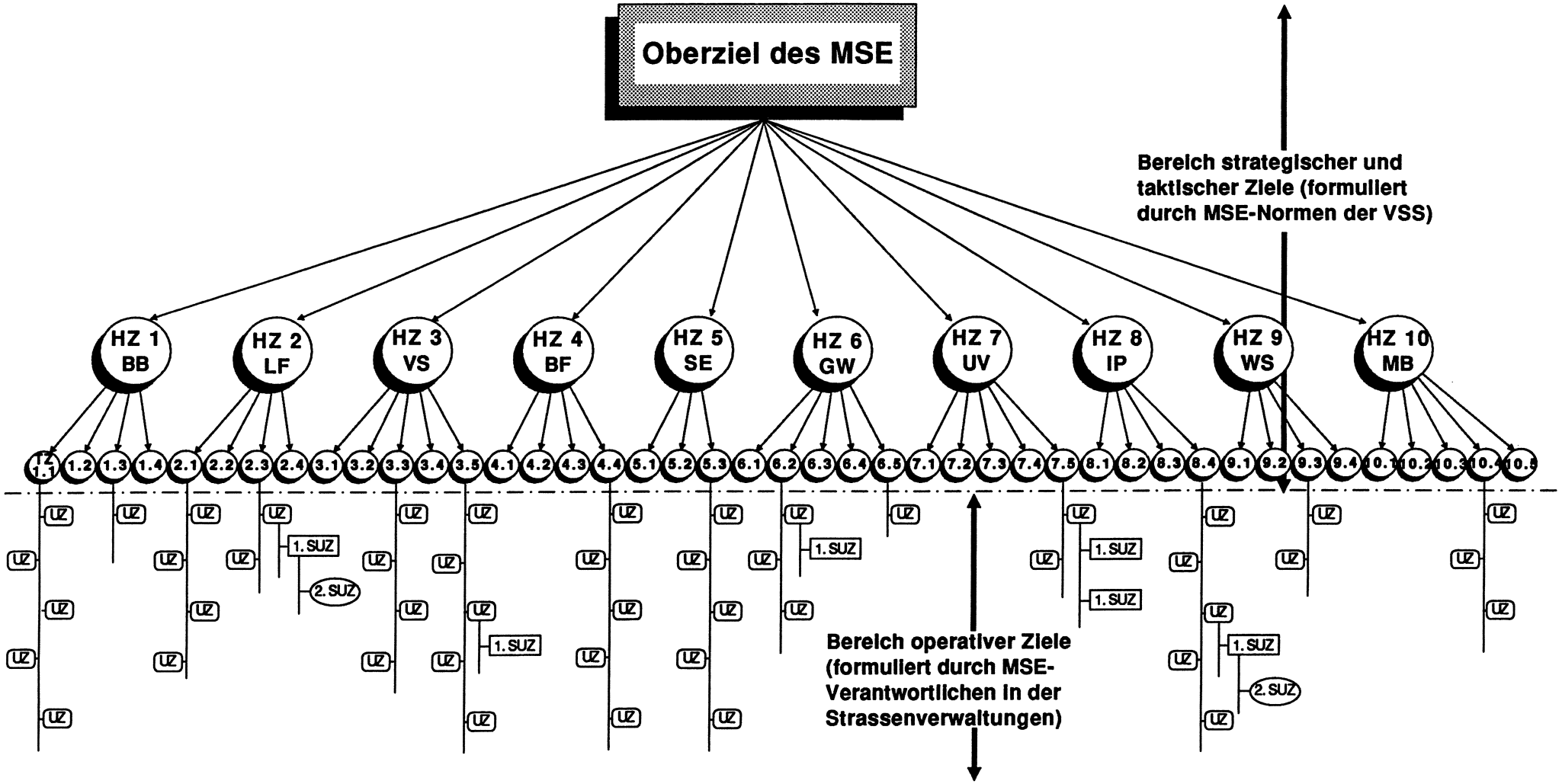


Abb. 3.11a: Struktur des MSE-Zielsystems

B5:\ZIELSYS3, A. Rafi

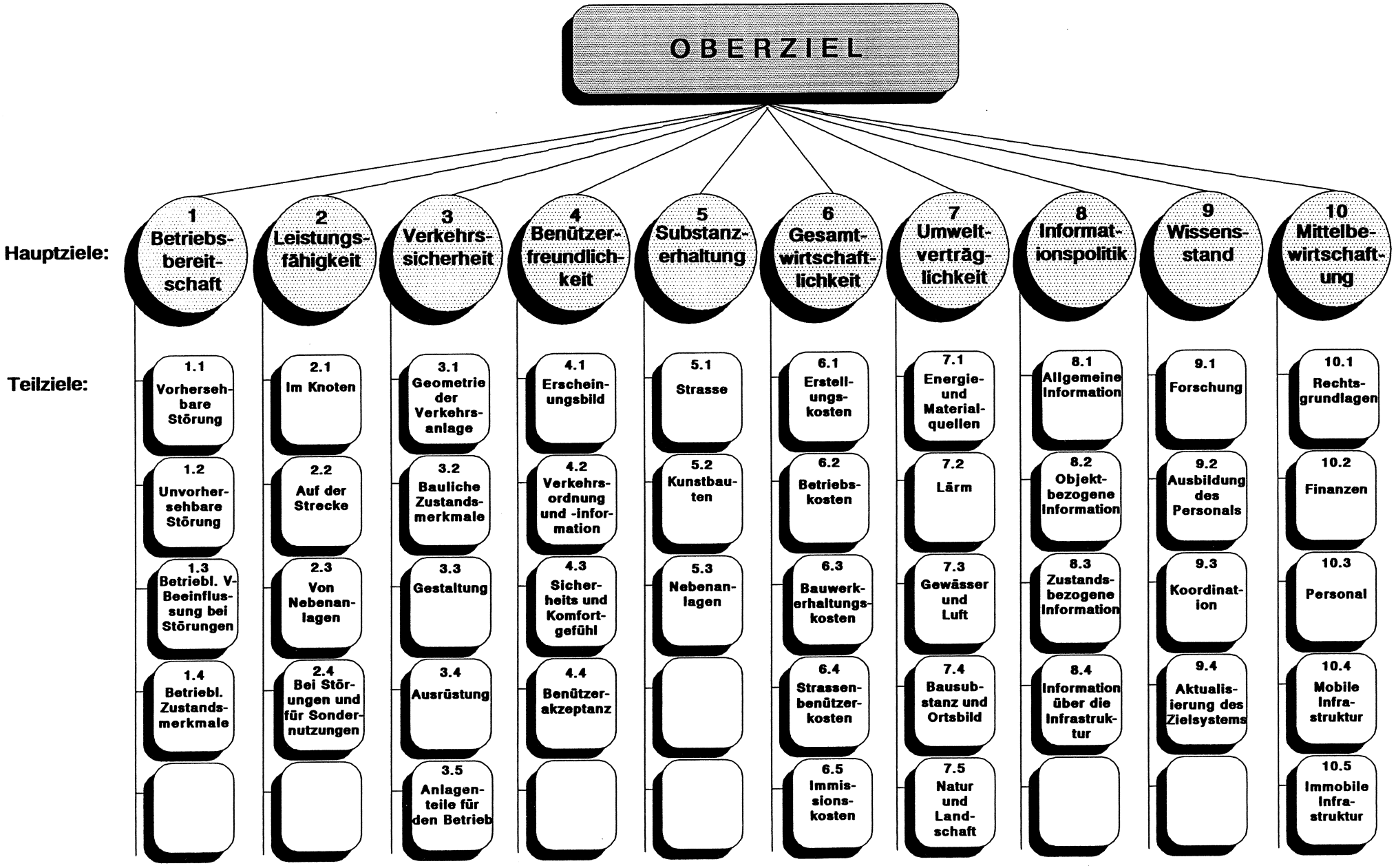


Abb. 3.12 : Struktur des MSE-Zielsystems (bis zur Stufe "Teilziele")

B3:\ZIELSYS1, A. Rafi

3.6.1.2 Strassendatenbank

Die vom MSE-System geförderte Systematik der Tätigkeiten setzt voraus, dass alle erforderlichen Informationen zur richtigen Zeit am richtigen Ort verfügbar sein müssen. Dies bedeutet, dass die dazu notwendigen Daten systematisch erhoben, zusammengestellt, verarbeitet, aktualisiert und bereitgestellt werden sollten. Diese anspruchsvolle und aufwendige Führungsaufgabe kann nicht auf Dauer überall manuell durch das bestehende Personal betrieben werden. Vielmehr bieten sich heute neue Lösungsmöglichkeiten an, welche zur Unterstützung dieser Aufgabe bestimmt sind. Sie beruhen auf Anwendung von Daten- und Informationsbanken, welche die Daten speichern und sie durch gezielte Verknüpfung zu Informationen verarbeiten und bereitstellen.

Die hochentwickelten Expertensysteme, welche im "Dialog" mit dem Anwender, ihm vorteilhafte Lösungsvarianten seines Problems vorschlagen, können ebenfalls ins Informationssystem des MSE einbezogen werden. Die Wahl einer Datenbank-Lösungsmöglichkeit hängt aber in erster Linie von den Bedürfnissen ihrer Anwender und nicht zuletzt von der Menge der anfallenden Daten ab. Es ist also durchaus möglich, dass eine "kleinere" Strassenverwaltung für ihr MSE nur ein konventionelles, aber geordnetes Kartei-System als Datenbank einsetzt.

Für eine "mittel-grosse" Strassenverwaltung kann die Strassendatenbank u.U. eine Insel-Lösung, bestehend aus Personal-Computer (PC) sein.

Die sogenannte PC-"Insel-Lösung" kann aber heute mit den neuen kommunikationstechnischen Möglichkeiten beliebig vernetzt und ausgebaut werden. Hierfür können die "Modem"-Geräte dienen (Modem: Abkürzung für Modulator/Demodulator). Diese Geräte ermöglichen den Datenaustausch zwischen verschiedenen PC's oder auch Workstations durch Telefonnetz oder eigens gezogenes Kabel-Netz (local area network - LAN - oder wide area network - WAN -). Dies bedeutet, dass die Modem-Geräte als Schnittstelle zwischen Datenbanken und Telefonnetz wirken. Diese Entwicklung ist besonders für diejenigen Anwender interessant, welche zum Management der Strassenerhaltung den Datenaustausch mit anderen Strassenverwaltungen als erforderlich erachten.

Für grössere Strassenverwaltungen oder anspruchsvollere Bearbeitungen (graphische,...) sollen aber "intern-vernetzte" Lösungen angestrebt werden, die in der Regel aus einem leistungsfähigen zentralen Rechner (Server) und verschiedenen Anwender-Stationen (Terminals) bestehen.

Hier wird auf das im Auftrag des Bundesamtes für Strassenbau (ASB) vom Ing.-Büro Jauslin + Stebler entwickelte Datenbankkonzept "STRADA" hingewiesen. Damit sollen die Schnittstellen (Ueberlappungen) dieses Konzeptes mit demjenigen des MSE erläutert werden.

Aufgrund der Beschreibungen des STRADA-Konzeptes (enthalten im Bericht "Informatik-Konzept Gesamtsystem" vom 15.2.1989) stellen wir fest, dass die Ziele dieses Konzeptes mit denjenigen des MSE (enthalten im MSE-Zielsystem, VSS-Norm 640901) nicht vollständig identisch sind.

Für das STRADA-Konzept ist die Gewährleistung des Datenaustausches (und später des Datenverbundes) zwischen den Kantonen und dem ASB die Grundvoraussetzung (siehe Abb. 3.13).

Für das MSE gelten jedoch die spezifischen erhaltungstechnischen Bedürfnisse und Anforderungen der Kantone als die Grundvoraussetzung (und Haupt-Input zur Formulierung des Zielsystems).

Aufgrund dieser Tatsache und in Anbetracht des Umstandes, dass die Kantone selbst für die Erhaltung ihres gesamten Netzes (National- und Hauptstrassen, übrige Kantonsstrassen, Rad- und Wanderwege, siehe Abb. 3.13b) zuständig sind und das ASB die Aufsichtsfunktion (zur Erhaltung der National- und Hauptstrassen) ausübt, können die Daten für die Konzepte MSE und STRADA nicht ganz die gleichen sein.

Das STRADA-Konzept versteht sich zwar u.a. als Instrument zur Unterstützung des MSE. In dieser Eigenschaft soll seine Datenbank einen möglichst umfassenden Datenkatalog aufweisen (es ist auch im obengenannten Bericht entsprechend lang aufgelistet). Andererseits können zum Datenaustausch zwischen dem ASB und den Kantonen nicht alle der aufgelisteten Daten von Bedeutung sein.

Dieser Ziel-Konflikt ist in dem Konzept nicht bereinigt und deshalb stellen sich folgende Fragen:

- Was kann eine Strassenverwaltung mit STRADA-DB anfangen, wenn sie das MSE noch nicht eingeführt hat?

- Welche Daten sind für ASB für den Austausch von Interesse?

- An welchen Daten aus anderen Kantonen könnte eine Kantonale Strassenverwaltung für ihr MSE interessiert sein?

Zusammenfassend können wir festhalten, dass das STRADA-Konzept nach der Vollendung der ersten vier Realisierungseinheiten das MSE der Kantone nur teilweise unterstützen kann.

Die Kantone werden nebst der STRADA-DB auch ihre spezifische MSE-DB betreiben müssen (für die Verwaltung der nicht STRADA-relevanten Daten, siehe Abb. 3.13a). Es ist jedoch möglich, die beiden DB-Systeme physisch zu einer Einheit zu bilden.

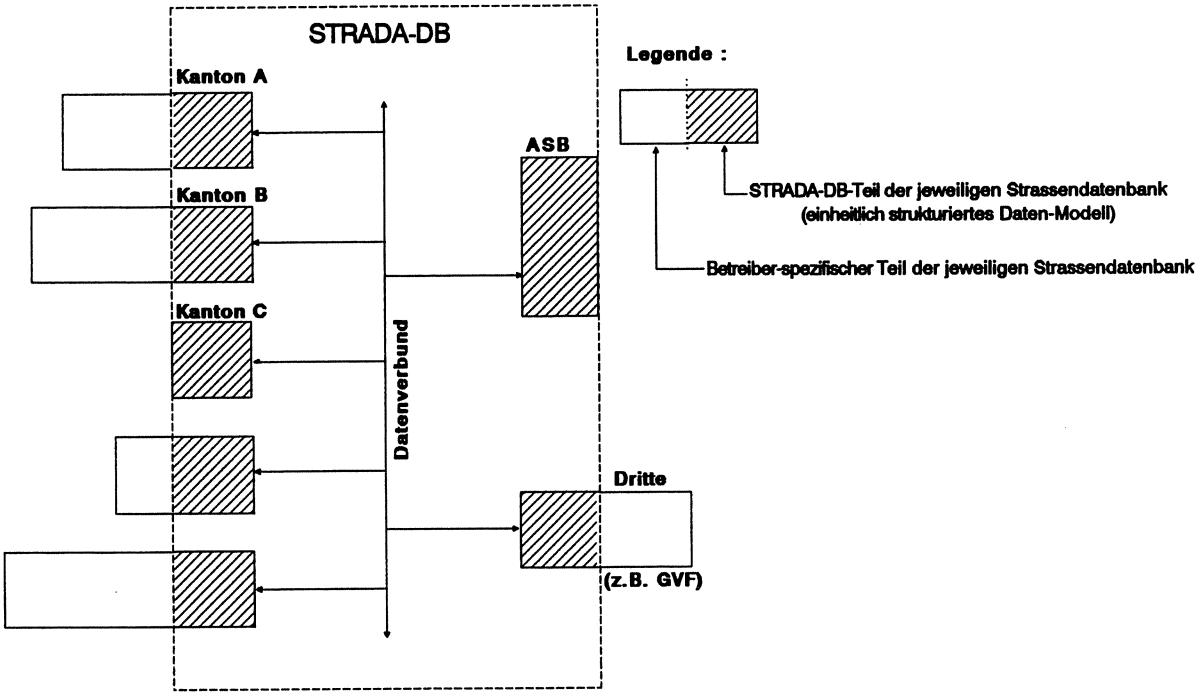


Abb. 3.13 : STRADA-Konzept des ASB (Quelle : Bericht "Informatik-Konzept Gesamtsystem", Ingenieurbüro Jauslin+Stebler, Februar 1989/C)

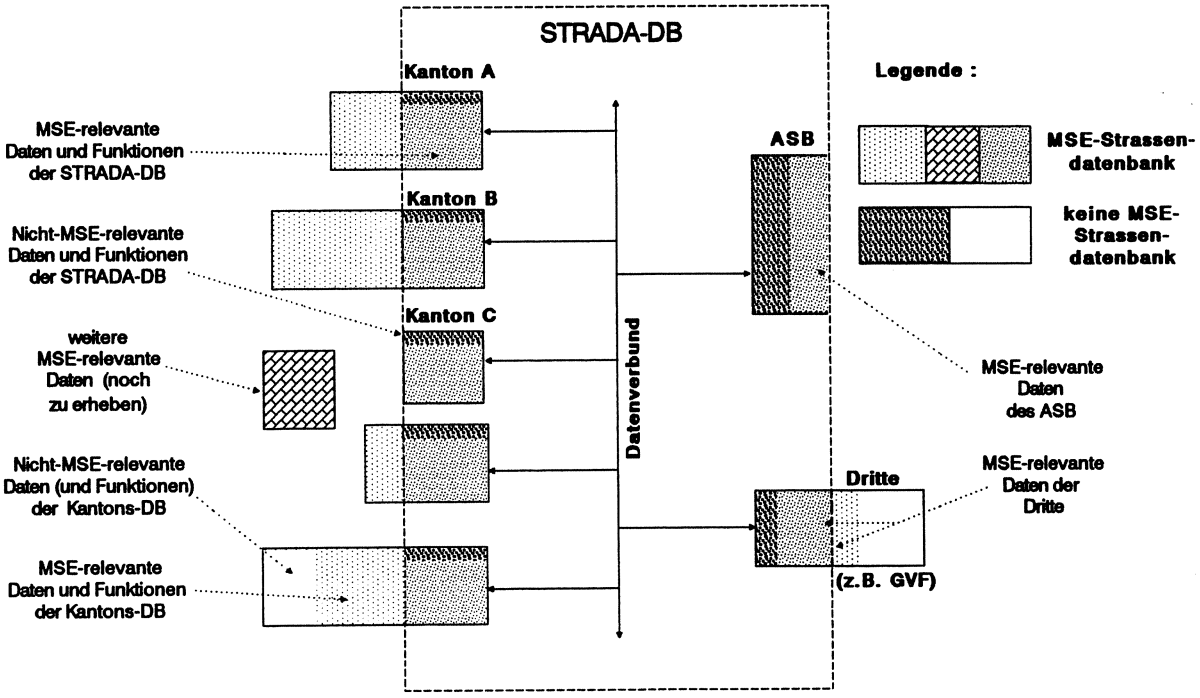
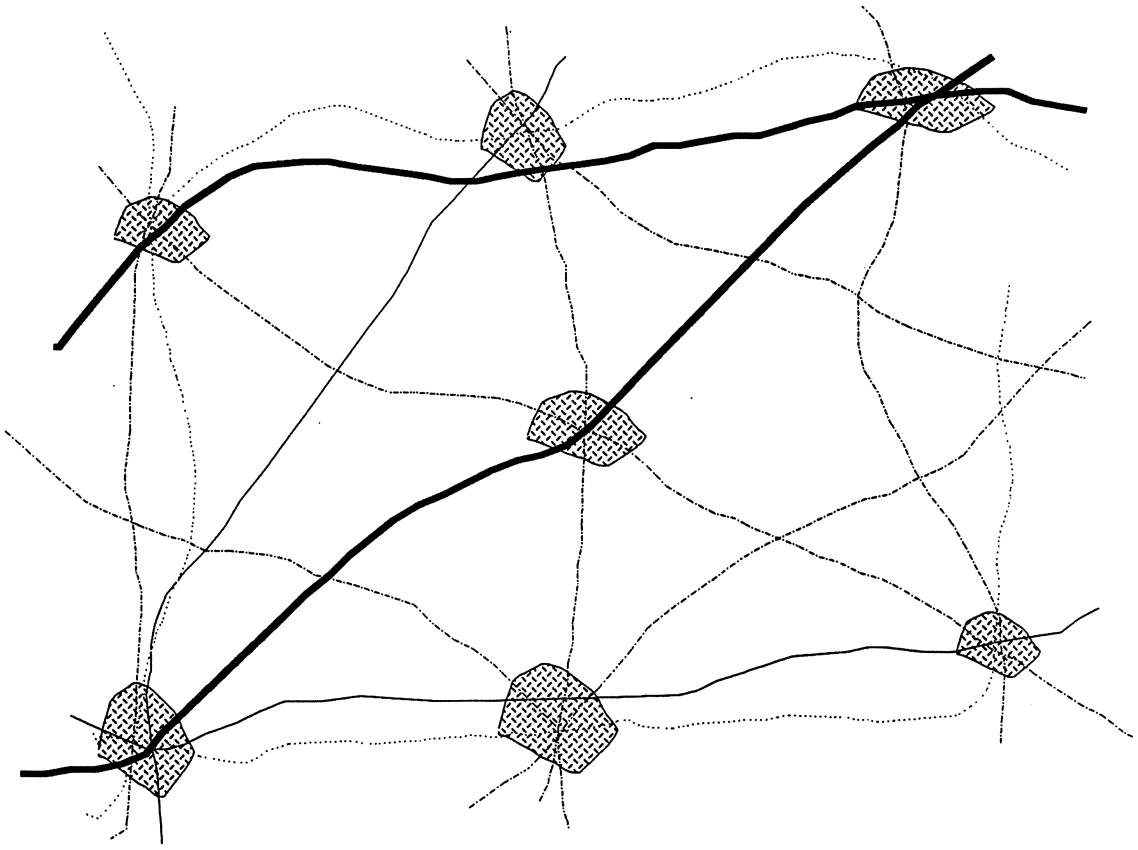


Abb. 3.13 a : Beziehung zwischen MSE-Datenbank der Strassenverwaltungen und dem STRADA-Konzept des ASB



Legende :

━━━━	Nationalstrasse	Daten in STRADA-Datenbank
────	Hauptstrasse (vom Bund subvensionierte Kantonsstrasse)	
┄┄┄┄	Kantonsstrasse (vom Bund nicht subvensioniert)	
·····	Rad- und Wanderwege	

Abb. 3.13 b : Strassennetz eines Kantons, dessen Daten durch MSE-Datenbank zu verwalten sind.

B8:\DB91, A.Rafi

Die MSE-Strassendatenbank ist, wie bereits angedeutet u.a. für die Zustellung der erforderlichen Daten an weitere System-Elemente zuständig, Je nach Entscheidungsfall müssen die entsprechenden aktualisierten Informationen von der Datenbank abrufbar sein. Die Abb. 3.6 zeigt die verschiedenen Daten, welche vom MSE benötigt werden in den "Blöcken" A bis D auf (in Block D nur in zusammengefasster Form).

Die Abb. 3.14 zeigt welche dieser Daten durch welche MSE-Elemente abzurufen sind. Diese Abb. bildet zugleich eine Grundlage für die zielorientierte Strukturierung der Datenmodelle der Strassendatenbank des MSE.

In Abb. 3.15 ist die Strassendatenbank als ein Element des MSE (in genereller Form für eine elektronische Lösung) dargestellt. Dabei wird auf zwei Möglichkeiten der System-Gestaltung hingewiesen, nämlich für den "Anwender 1", der seine Daten direkt von der Datenbank abrufen kann. Dies geschieht v.a. für einfachere Abfragen (wenig Verknüpfung von Daten) mit Hilfe einer im System eingebauten Software. Als Beispiel können hier die PC-Lösungen mit Betriebssystemen wie MS-DOS, ATARI, Macintosh etc. erwähnt werden. Die zweite Gestaltungsmöglichkeit der Strassendatenbank ist für den "Anwender 2" dargestellt. Dabei handelt es sich um anspruchsvollere Datenbanken, welche durch Einbau von externen Anwenderprogrammen die Strassendatenbank zu einer eigentlichen Strassen-Informationsbank (SIB) weiterentwickeln lassen. Der Einsatz von Expertensystemen gilt als Weiterentwicklung dieser Datenbank-Lösung. Als diesbezügliche Beispiele können hier Software-Systeme wie Oracle und im Bereich Expertensysteme ERASME oder SAGER (beide in Frankreich entwickelt und eingesetzt) aufgezählt werden.

MSE-Tätigkeiten	Erforderliche Daten und Informationen ,enthalten im Block*: A	B	C	D
Planung der Routine-Massnahmen (betriebl. U)	- Verfügbare Mittel : o Personal o Maschinen und Geräte o Material o Finanzen	- Regionaler Charakter der Strasse - Netzfunktion der Strasse		- Betrieblicher Zustand o Grünpflege o Reinigung o winterliche Verhältnisse (WD) o Fahrbahnoberfläche (kleinere Schäden) o Ausrüstungen (Beleuchtung) o Verkehrsfluss (Staustelle)
Kontrolle, Beobachten/ Erfassung				- Zustand der Verkehrsanlage und des Verkehrsablaufeses : o Baul. Zustand o Betr. Zustand
Bewertung	Hilfsmodelle 1 (Norm-Grenzwerte)			
Planung und Dringlichkeitsreihung	- Verfügbare Mittel - Normen und andere Richtlinien	- Verkehrsablauf - Regional. Charakter - Netzfunktion - Verkehrsanlagen (Geometrie und andere Eigenschaften)	- Erhaltungsgesch. - Oertl. Verhältn. - Klimat. Verhältn. - Topograph. " - Höhere Gewalt	
Bemessung und Entwurf	- Normen und andere Richtlinien	- Verkehrsablauf - Verkehrsanlagen (Geometrie und andere Eigenschaften)	- Oertl. Verhältn. - Klimat. Verhältn. - Topograph. "	
Organisieren	-Verwaltungsstruktur - Entscheidungskompetenzen - Ablauf-Organis. - Verfügb. Mittel - Normen+Richtl.			
Realisierung		- Verkehrsablauf - Regional. Charakter - Netzfunktion		

*: Siehe Abb. 3.6 !

Abb. 3.14 : Die relevanten Daten einzelner MSE-Tätigkeiten

B1:\ MSE-700, A. Rafi

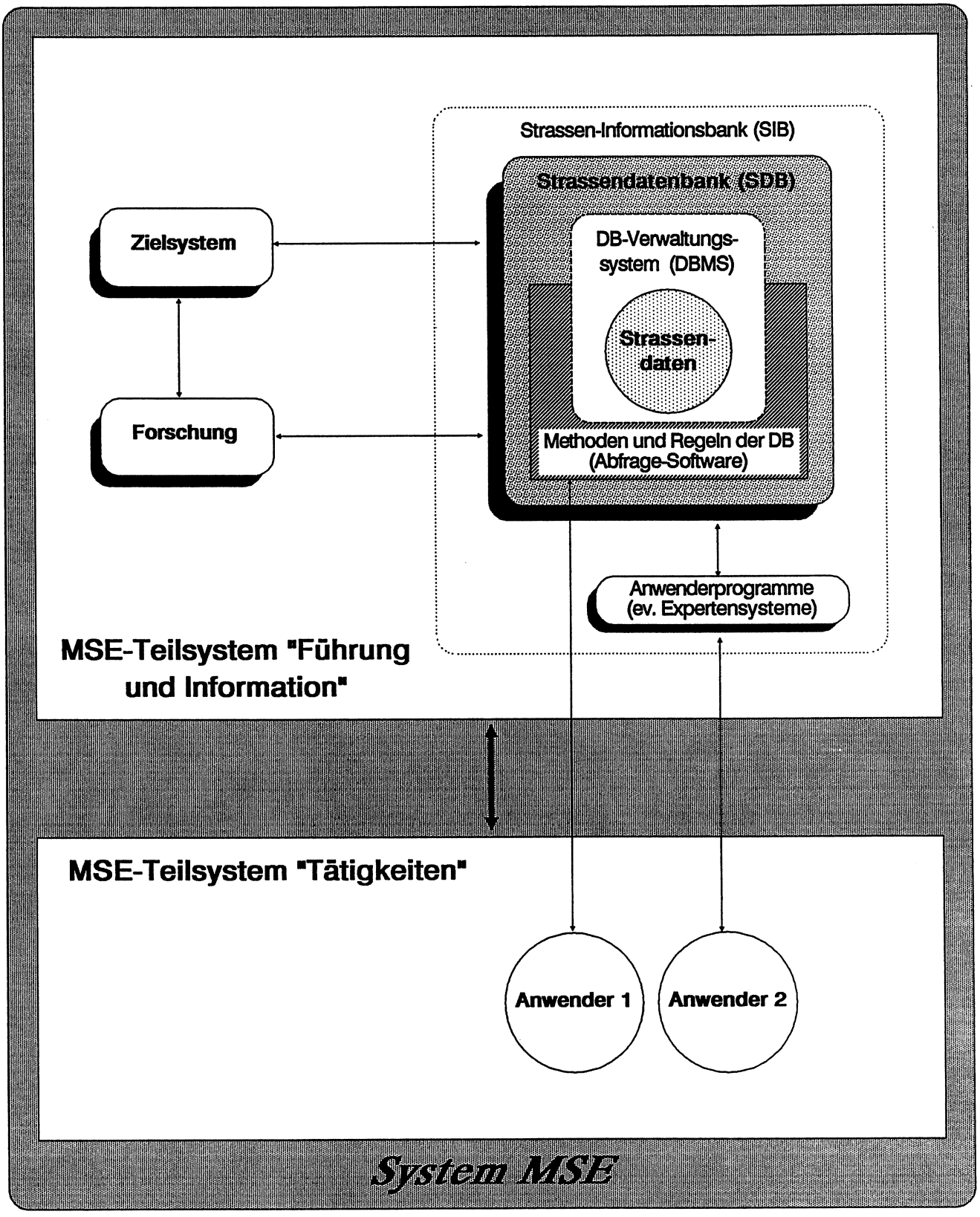


Abb. 3.15 : Strassendatenbank (SDB) als Element des Systems Management der Strassenerhaltung (MSE)

B7:\SDB-125, A. Rafi

3.6.1.3 Forschung

Das Element Forschung ist ein äusserst wichtiges Führungs- und Informationselement des MSE. Seine Hauptaufgabe besteht aus dem Ermöglichen der Auswertung und Anwendung der Ergebnisse der, auf dem Gebiete MSE durchgeführten Forschungsstudien.

Zu diesem Zwecke muss eine geeignete Stelle in der Strassenverwaltung vorgesehen werden, welche gleichzeitig die Kontaktstelle der Forschungsstellen sein wird.

Die Resultate der Auswertungen müssen durch das Element Forschung in die anderen MSE-Elemente einfliessen.

Da die Ergebnisse der auswärts durchgeführten Forschungsstudien sehr oft nicht direkt für eine bestimmte Strassenverwaltung (mit eigenen Gegebenheiten) anwendbar sein können, müssen sie durch das MSE-Element "Forschung" für das System angepasst werden. Dazu braucht es seitens des Verantwortlichen in der Verwaltung entsprechende Fachkenntnisse und auch Erfahrung.

Das Zustellen der Forschungsergebnisse an die anderen MSE-Elemente (ebenfalls Verwaltungsstellen) zur Anwendung in der Praxis muss durch die Geschäftsleitung (z.B. Chef des Tiefbauamtes oder Strasseninspektor) geschehen.

Diese Führungstätigkeit ist auch im Sinne des MSE-Hauptzieles "Wissenstand", dessen Erreichung im Verantwortungsbereich der Geschäftsleitung liegt. Damit die Anwendung der Forschungsergebnisse durch die anderen Stellen problemlos erfolgt, müssen sie gezielt aus- oder weitergebildet werden. Diese Tätigkeit soll u.a. als Motivation der Strassenverwalter für das MSE verstanden werden, da sie durch permanente Weiterbildung und Möglichkeit zur Erprobung neuer Arbeitsmethoden und System-Ansätze nebst höherem Wissensstand auch eine vielseitigere und damit interessantere Aufgabe zu erfüllen haben (Abbau der Monotonie).

Die Abb. 3.16 zeigt den Ablauf der Tätigkeiten des MSE-Elementes Forschung auf.

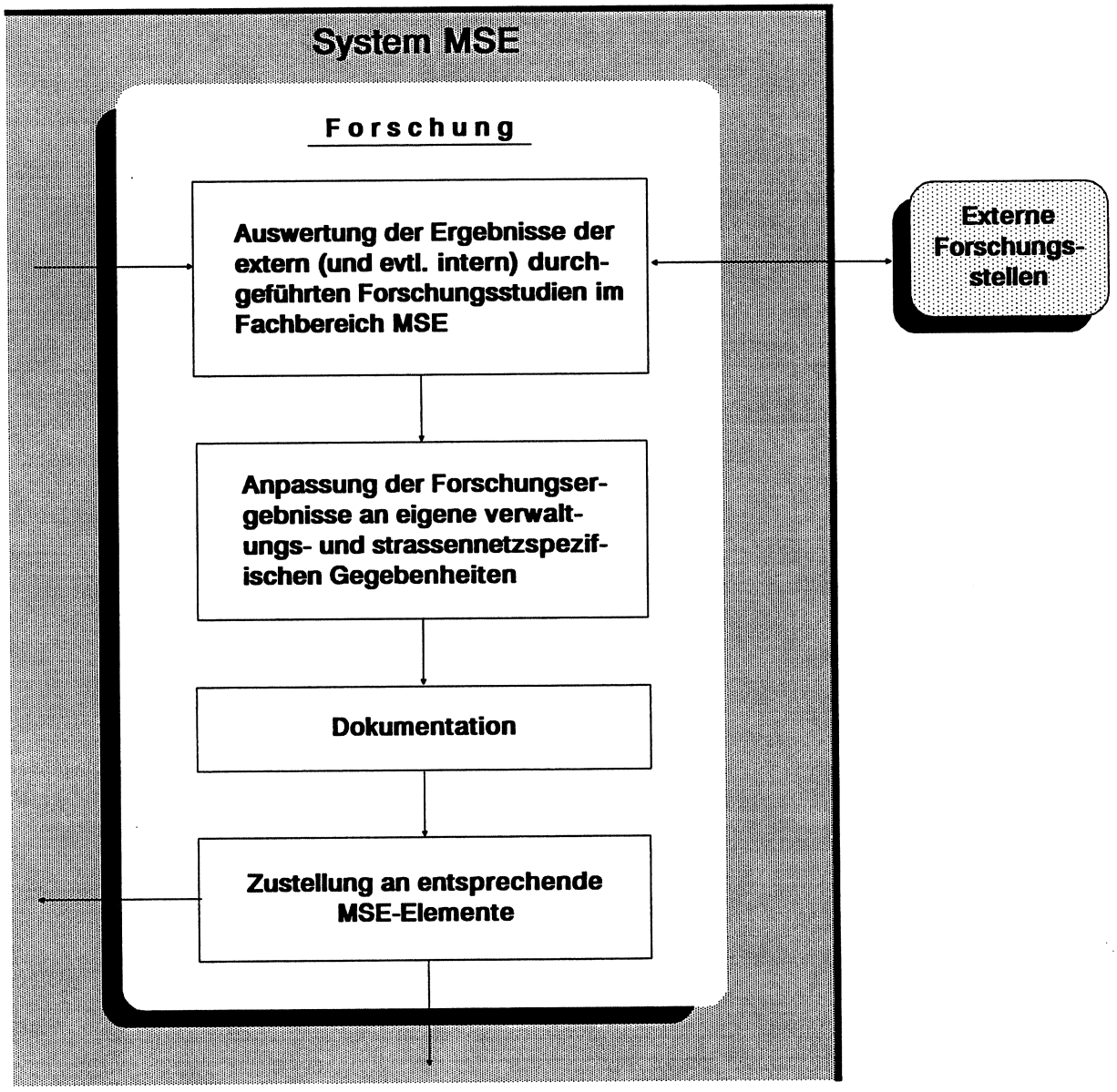


Abb. 3.16 : Tätigkeitsablauf des MSE-Elementes Forschung

B4:\FORSCH11, A. Rafi

3.6.2 Aufgaben der Elemente des Teilsystems "Tätigkeiten"

Die, im MSE-Teilsystem "Tätigkeiten" enthaltenen, Elemente sind für die Erreichung der Haupt- und Teilziele des Zielsystems verantwortlich. Dazu hat jedes dieser Elemente eine bestimmte Aufgabe zu erfüllen, die in einer vom System verlangten Reihenfolge durchzuführen ist.

Die Durchführung dieser Aufgaben durch die Elemente bedeutet die Aktivierung der Elemente und darin lassen sie sich nach Systematik der Häufigkeit differenzieren.

Während der Aktivierung der Elemente Kontrolle, Beobachten/Erfassung und Bewertung des Zustandes der Strassenverkehrsanlagen vom System laufend verlangt werden kann (Zustandserfassung muss bei "präventiven" Erhaltungsmassnahmen oder -strategien nicht laufend oder auch periodisch erfolgen, sondern nur bei Bedarf), sind andere Tätigkeiten wie Formulierung der operativen Ziele, Planung der Routine-Massnahmen, Dringlichkeitsreihung fast immer in bestimmten Zeitabständen erforderlich. Es gibt auch andere Tätigkeiten im System, welche nur im Bedarfsfall durchgeführt werden müssen. Zu ihnen zählen v.a. Bemessung, Planung, Organisieren und Realisierung von baulichen Erhaltungsmassnahmen wie Instandsetzung, Verstärkung, Erneuerung an Strasse und Kunstbauten.

Die Entscheidung über die Aktivierung der System-Elemente, welche nur im Bedarfsfall zum Zuge kommen, hängt direkt von Ergebnissen der Tätigkeit des Elementes Bewertung ab.

Nachfolgend werden die Aufgaben dieser Elemente einzeln erläutert.

3.6.2.1 Operative Ziele

Das Element "Operative Ziele" ist für die Formulierung der strassenverwaltungs-spezifischen operativen Ziele verantwortlich. Diese Ziele werden im Rahmen der gegebenen Hierarchie-Struktur des Zielsystems, welches bis zu den Teilzielen vorgibt, zu bestimmen sein und ihre Wirkungsdauer geht bis zu einem Jahr (kurzfristige Ziele). Dies bedeutet, dass sie spätestens in einem Jahr revidiert werden sollen.

Gleichzeitig mit der Bestimmung der operativen Ziele sind auch die Ziel-Indikatoren anzugeben. Diese sind quantifizierbare Grössen, mit deren Hilfe der Zielerreichungsgrad (nach Ablauf der Ziel-Periode) zu ermitteln ist.

Selbstverständlich kann nicht für jedes Ziel eine quantifizierbare Grösse bestimmt werden (z.B. für gewisse Unterziele der "Benützerfreundlichkeit"). In solchen Fällen muss (im Falle einer Vergleichsuntersuchung von Alternativ-Massnahmen) statt mit dem Zielerreichungsgrad mit anderen Kriterien beurteilt werden. Diese können z.B. der Vergleich mit weiteren und bereits durchgeführten Massnahmen oder die Auswirkung einer vorgesehenen Massnahme zur Erreichung sekundärer Ziele sein.

Die Tabelle 3.3 zeigt beispielhaft die Formulierung der operativen Ziele für das Teilziel "Sicherheits- und Komfortgefühl" des Hauptzieles Benützerfreundlichkeit und die Angabe über seine Indikatoren auf. Darin ist auch eine Differenzierung der Ziele nach Muss- und Wunsch-Zielen vorgenommen worden, um auf diese Möglichkeit hinzuweisen.

Formuliert durch Normen der VSS			Zu formulieren durch die Strassenverwaltungen		
Ober-ziel (OZ)	**Hauptziele (HZ)** Strategische Ziele	**Teilziele (TZ)** Taktische Ziele	**Unterziele (UZ)** Operative Ziele	**Ziel-art ***	**Indikatoren**
Siehe SN-640900	**4. Gewährleistung angemessener Benützerfreundlichkeit der Verkehrsanlagen zusätzlich zu Verkehrssicherheit, Leistungsfähigkeit und Betriebsbereitschaft** **(SN 640900)**	**4.3 Gewährleistung des erforderlichen Sicherheits- und Komfortgefühls durch einen akzeptablen baulichen und betrieblichen Strassenzustand** **(SN 640...)**	4.3.1 Erfüllung der Anforderungen eines akzeptablen baulichen und betrieblichen Zustandes der Strassenverkehrsanlagen	M / W	Indikatoren des Strassenzustandes (Griffigkeit, Ebenheit, Rissbildung, Deflektion, etc.) , visuelle Beurteilung, weitere Merkmale (Kunstbauten)
			4.3.2 Trennung der Fahrrichtungen	W	Aufwand in Fr. / km
			4.3.3 Sichere Trennung der Radwege und Fussgängerzonen von der Strasse	W	Aufwand in Fr. / km
			4.3.4 Höchstmögliche Einzäunung der Fahrbahnen der übergeordneten Strassen	W	Aufwand in Fr. / km
			4.3.5 Hinreichende Signalisation und Markierung der Strasse und ihrer Nebenanlagen zwecks Anpassung des Fahrverhaltens (Geschwindigkeit)	W	Subjektiv zu beurteilen !

* : M = Mussziel, W = Wunschziel

Tabelle 3.3 : Beispiel zur Formulierung der operativen Ziele im MSE

B3:\OPER-Z-1, A. Rafi

3.6.2.2 Planung der Routine-Massnahmen

Das Element Planung der Routine-Massnahmen ist nur für die Planung der Sofort- und kurzfristig zu erfolgenden Massnahmen zuständig. Dieses Element wird im System MSE teilweise laufend aktiviert sein müssen. Zu seinen Aufgaben zählen:

- Planung des betrieblichen Unterhalts, bestehend aus folgenden Tätigkeiten:
  - Reinigung
  - Grünpflege
  - Winterdienst
  - Ausrüstungen (Unterhalt) (s. Abb. 3.28)
  - Unfalldienst
  - Ausserordentlicher Dienst (nicht streckenbezogen)

- Planung der Aktivitäten:
  - Kontrolle
  - Beobachten und Erfassung des Zustandes
  - Erstellen der Erfassungsformulare

- Planung weiterer Massnahmen, die durch Formulierung operativer Ziele erforderlich werden.

Als Ergebnis der Planung werden Angaben über:

- Umfang (Kosten, Ausmass)
- Termin
- Dauer
- Ort
- Einsatzmittel
- Durchführende Personen (falls Eigenleistung)
- Spezifische Bedingungen

einzelner Tätigkeiten erstellt.

Diese Aktivitäten, welche diejenigen Tätigkeiten des Systems präsentieren, welche kurzfristig geplant und laufend durchgeführt werden müssen, sollen bezüglich Zeitpunkt, Finanzen, Einsatz von Personal und Sachmitteln sowie Auswirkungen im Strassennetz untersucht und koordiniert worden sein.

Die, durch dieses Element, beschlossenen Massnahmen sind nicht der Dringlichkeitsreihung zu unterziehen, da sie wie Sofort-Massnahmen zu behandeln sind.

Die Ergebnisse dieser Kurzfrist-Planung werden teilweise ins Element Planung eingespeist (betreffend betrieblichem Unterhalt) und teilweise bestimmen sie die Aktivitäten des Elementes Beobachten/Erfassung des Zustandes der Strassenverkehrsanlagen. Siehe dazu die Abb. 3.6 und Abb. 3.7.

Ein Beispiel zur Kurzfrist-Planung ist aus der Abb. 3.17 zu entnehmen. Dabei handelt es sich um eine Jahresplanung (in Monats-Einheiten) für Personalauslastung. Dieses Beispiel kann ebenfalls für Wochen-Einheiten (für jeden Werkhof) ausgearbeitet werden.

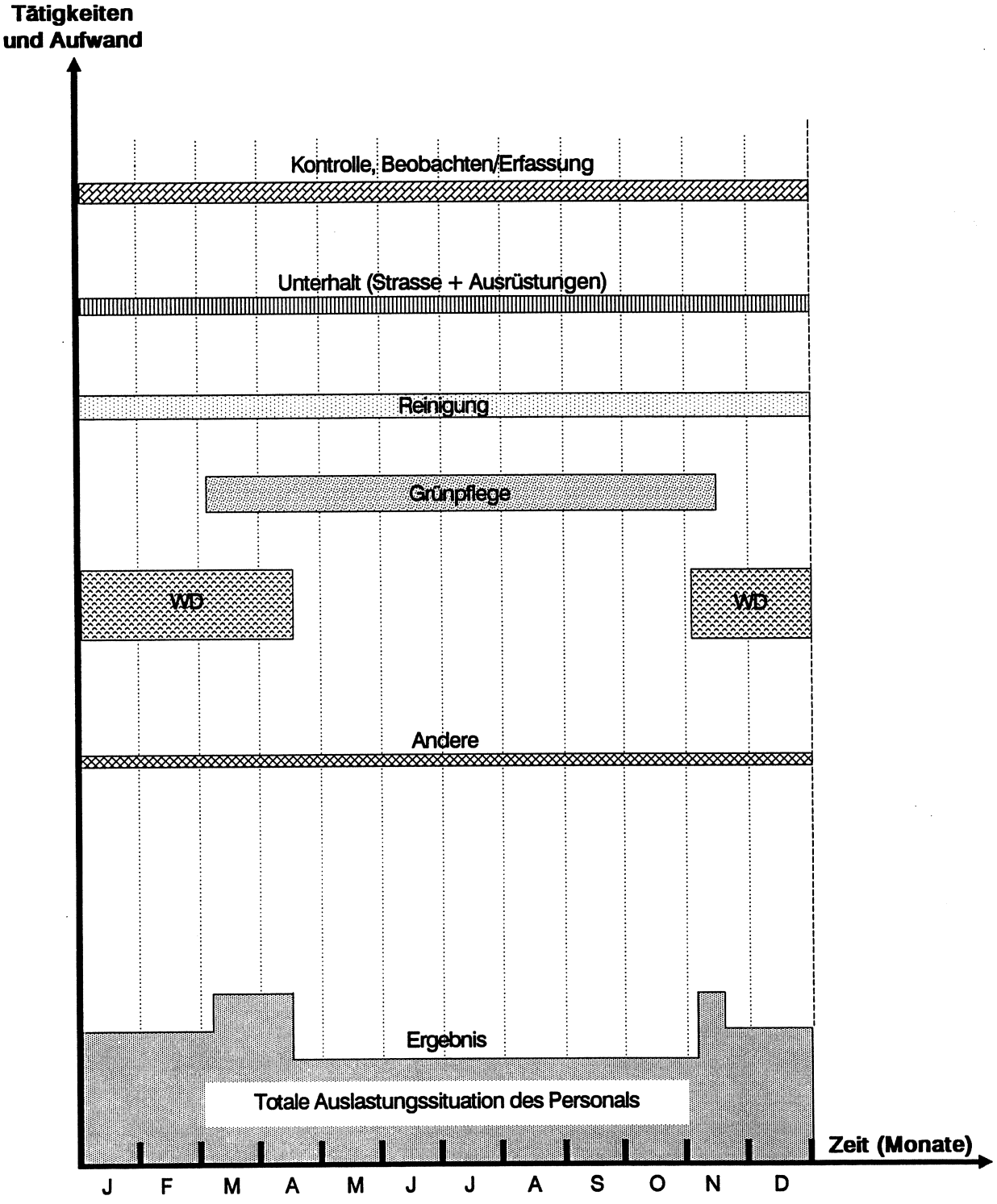


Abb. 3.17 : Beispiel einer Kurzfrist-Planung für Personaleinsatz

B4:\PLAN-K10, A. Rafi

3.6.2.3 Kontrolle, Beobachten/Erfassung

Das System-Element Kontrolle, Beobachten/Erfassung ist ein wichtiges Element und stellt die Daten über den aktuellen Zustand der Strasse und ihrer Anlagenteile fest.

Die Bedeutung dieser Zustandserfassung schwankt zwar, je nachdem welche Strassenerhaltungsstrategie verfolgt wird. Während für "kurative" Strategien", also dort wo man auf den ermittelten Zustand reagieren muss, der Zustandserfassung grosse Bedeutung beizumessen ist, wird ihre Bedeutung für "präventive" Strategien (vorbeugende Massnahmen nach definitiver Zeitperiode und entsprechend den angenommenen Verhaltensmodellen der Strasse) ziemlich klein.

Dies bedeutet, dass für gewisse Strassen im Netz, deren Zustandsverhalten abzuschätzen ist, eine systematische Zustandserfassung hinfällig wird. Dort sollen Erhaltungsmassnahmen nach einer bestimmten Zeitperiode den gesetzten Anforderungen genügen.

Die Durchführung der Tätigkeit Beobachten/Erfassung kann sowohl visuell, als auch messtechnisch geschehen. Die Wahl der richtigen Methode hängt v.a. von folgenden Faktoren ab:

- Art und Ausmass der festgestellten Schäden
- Bedeutung des Strassenabschnittes im Netz (funktionelle Bewertung)
- verfügbare Mittel
- Verkehrsdichte
- Leistungsfähigkeit des Messverfahrens (km/h).

Die durchzuführenden Messungen müssen ausreichende Information über den aktuellen baulichen Zustand der Verkehrsanlagen liefern, damit ihr Zustand nach festgesetzten Kriterien bewertet werden kann. Damit der Aufwand für die Zustandserfassung nicht allzu gross wird, soll seitens der Strassenverwaltung zuerst geprüft werden, für welche Abschnitte im Netz und für welche ihrer Zustandsmerkmale eine messtechnische Erhebung erforderlich ist, da sehr oft die visuell erhobenen Angaben über den aktuellen Zustand der Strasse und ihrer Anlagenteile genügend Aufschluss zur ihrer Bewertung liefern können. Die Abb. 3.18 zeigt ein entsprechendes Formular zur visuellen Erfassung des Zustandes der Strasse und ihrer Anlagenteile auf.
Tab. 3.4 zeigt den zeitlichen Zyklus zur Kontrolle der Ausrüstungen.

Strassenabschnitt :	km : von ... bis ...	Richtung :	Datum :	Name des Mitarbeiters :

Strassenoberfläche	Schaden / Ort	Ebenheit längs	Ebenheit quer	Flickstellen	Oberflächen-schäden (Schlaglöcher,...)	Netzrisse	Andere Risse	Andere (Fugen, Betonplatten,..)
	Kriechspur							
	Normalspur							
	Ueberholspur							
	Radweg							
	Fussgängerbereich (Trottoir)							

Beurteilung :

Ausrüstungen	
	Signalisation
	Markierungen
	Beleuchtungs-anlagen
	Leitplanken
	Notrufkästen
	Grünfläche
	Lichtsignalanlagen
	Leiteinrichtungen
	Andere

Beurteilung :

Kunstbauten	
	Brücken
	Unter- und Ueberführungen
	Tunnels
	Galerien
	Mauern u. Wände
	Verankerungen
	Andere

Beurteilung :

Nebenanlagen	
	Rast- u. Parkplätze
	Haltestellen
	Werkhöfe, Stützpunkte
	Andere

Beurteilung :

Abb. 3.18 : Formular zur visuellen Erfassung des Strassenzustandes

B2: \ FORM-100, A. Rafi

Tabelle 3.4 : Tätigkeiten zur Zustandserfassung der Ausrüstungen der Strassenverkehrsanlagen

Ausrüstung	Code	Tätigkeiten	jährl. Zyklus
Signaltafeln	1.3.1	- Kontrolle der freien Sicht auf das Signal für V_Z (t_{SEH} zwischen 0-200 m a.o., wenn nötig Vorsignale !)	0.3 - 0.5
		- Kontrolle : des Fundamentes	3
		des Rohrpfostens	3
		der Halterung, Verschlüsse, der Tür	3
		der Stromzuführung :	
		- Kabel (Isolationsmessung)	5
		- Starter	nach Bedarf
		- Leuchtstoffrohre	nach Bedarf
Markierungen	1.3.2	- Kontrolle : Tagessichtbarkeit	0.5 - 1
		Nachtsichtbarkeit (Zugabe von Glasperlen)	1
		Griffigkeit	1
		Haltbarkeit (Widerstand gegen Witterung, chem. u. verkehrsmechan. Einwirkungen)	0.5 - 1
		Beleuchtung unmittelbarer Umgebung von Fahrbahnen	0.5 - 1
Beleuchtungs-anlagen	1.3.3	- Kontrolle : Gleichmässigkeit (räuml. Lichtstärkenverteilung)	1
		Beleuchtung	1
		Lichtfarbe	1
		Stromzuführung	1
		Spiegelverstellung in Leuchtkörpern	1
Leitplanken	1.3.4	- Kontrolle : Profile (Ersatz der geschädigten Teile)	0.5 - 1
		Anschlüsse	0.5 - 1
		Fundamente	2 - 3
Notrufkästen	1.3.5	- Kontrolle : aller Funktionen :	
		im Tunnel	1 / 4
		auf freier Strecke	1 / 2
		des Gerüstes	3
		des Fundamentes	3
Grünfläche	1.3.6	- Kontrolle : der Sichtweitenbeeinträchtigung	0.5 - 1
		zwecks Beseitigung von Fahrbahnen (Bankett)	1 / 12
Lichtsignal-anlagen	1.3.7	- Simulation (Prüfung aller Gefährdungsfälle)	0.5
		- Prüfung des Fehlerstromschutzschalters	0.5
		- Kontrolle von : Steuergerät	0.5
		Detektoren	0.5
		Lichtsignalgeber	0.5
		Lampen (falls nicht gemeldet !)	3 / 4 (alle 9 Mt)
Leiteinricht-ungen (Leitpfosten)	1.3.8	- Kontrolle : Körper (Leitpfosten)	0.5
		Anschlüsse	0.5
		Fundament	0.5
		Farbe und Reflektoren	0.5
Böschungen	1.3.9	- Kontrolle : auf Ausgewogenheit des Verhältnisses zwischen Gras- u. Gehölzflächen	0.5 - 1
		des Bodens auf Erosionserscheinungen	1 - 2
		der Sichtverhältnisse	0.5 - 1
		des Blendschutzes (Nacht)	0.5 - 1
		des Gewächszustandes	0.5 - 1
Parkeinricht-ungen	1.3.10	- Kontrolle : auf Funktionsfähigkeit der Anlage	1 / 12
		des Fundamentes	2
		des Pfostens	2
Schächte	1.3.11	- Kontrolle : auf Funktionsfähigkeit	0.5
		des baulichen Zustandes	1 - 2
Hydranten, Schieber	1.3.12	- Kontrolle : auf Funktionsfähigkeit (bei Tunnelreinigung werden sie alle 3 - 4 Mt. geprüft !)	0.5
		des Erscheinungsbildes	1
Tunnel-Lüft-ungsanlage	1.3.13	- Kontrolle : auf Funktionsfähigkeit	1 / 6
Leit- und Informations-systeme (inkl. Warnanlagen)	1.3.14	- Kontrolle : auf Funktionsfähigkeit	1 / 6 - 1 / 3
		Signalgeber der Verkehrslenkung	1 / 4 - 1 / 3
		Elektronik	1
		Verteilungen	1

3.6.2.4 Bewertung

Die Ergebnisse der Zustandserfassung (visuell und messtechnisch) müssen nach einem festgelegten Verfahren bewertet werden. Dabei werden mehrere Zustandsbereiche definiert und je nach Ergebnisse aus der Zustandserfassung wird das Betrachtungsobjekt einem Zustandsbereich zugeordnet.

Diesbezüglich existiert eine neue MSE-Norm (SN 640925) und darin sind die 5 Zustandsbereiche (gut, mittel, ausreichend, kritisch, schlecht) definiert.

Da diese Norm erst seit kurzer Zeit herausgegeben wurde und für diese Studie noch nicht gebraucht werden konnte, wurde das in Tabelle 3.5 dargestellte Bewertungsverfahren eigens für diese Studie (und in Anlehnung an bisher existierende Normen) entwickelt und auch erprobt.

Tabelle 3.5 : Bewertung des baulichen Zustandes der Strassenabschnitte aufgrund einzelner Merkmale

Nr.	Zustands-merkmale	Zustandsindikatoren			Baulicher Zustand des Strassenabschnittes (Fahrbahn)				
					sehr gut (Abnahme-wert)	gut	mittel	schlecht (Warn-grenze)	s. schlecht (Eingreifs-grenze)
1	Griffigkeit	μ nach Messung mit SKIDO-METER (SNV-640511a)	normale Verhältnisse	$V_Z > 100$ km/h	$\geqq 0.36$			0.32 - 0.36	$\leqq 0.32$
				$60 < V_Z \leqq 100$	$\geqq 0.43$			0.39 - 0.43	$\leqq 0.39$
				$V_Z \leqq 60$	$\geqq 0.52$			0.48 - 0.52	$\leqq 0.48$
			schwierige Verhältnisse 1)	$V_Z > 100$ km/h	$\geqq 0.40$			0.36 - 0.40	$\leqq 0.36$
				$60 < V_Z \leqq 100$	$\geqq 0.47$			0.43 - 0.47	$\leqq 0.43$
				$V_Z \leqq 60$	$\geqq 0.56$			0.52 - 0.56	$\leqq 0.52$
		SRT - Pendel / Ausflussmesser (SNV - 640511a)			"Bereich P" (gemäss Norm)			"Bereich S"	"Bereich N"
2	Ebenheit längs (SNV-640521a)	W (Winkelwert) ‰		$V_A \geqq 80$ km/h	0 - 10			10 - 20	$\geqq 20$
				$V_A < 80$	0 - 14			14 - 28	$\geqq 28$
		SW (Standardabweichung) ‰		$V_A \geqq 80$	0 - 1.8			1.8 - 5.5	$\geqq 5.5$
				$V_A < 80$	0 - 2.2			2.2 - 6.0	$\geqq 6.0$
3	Ebenheit quer (SNV-640521a)	T, t (mm)		$V_A \geqq 80$	$T \leqq 4$		$T > 4$ $t < 3$	$3 \leqq t < 4$	$t \geqq 4$
				$V_A < 80$	$T \leqq 6$		$T > 6$ $t < 5$	$5 \leqq t < 8$	$t \geqq 8$
4	Deflektion (nur für flexiblen Oberbau)	CV (Variantenkoeffizient), (%) SNV - 640738 SNV - 670362			$\leqq 20$	$20 < CV \leqq 30$	$30 < CV \leqq 40$	$40 < CV \leqq 50$	$50 <$
5 A	Einzelrisse	Längenanteil der gerissenen Fahrbahn (%)		$V_A \geqq 80$	-	vereinzelte Stellen	$\leqq 5$	5 - 10	$10 \leqq$
				$V_A < 80$	-	vereinzelte Stellen	$\leqq 10$	10 - 15	$15 \leqq$
5 B	Netzrisse	Flächenanteil der gerissenen Fahrbahn (%)		$V_A \geqq 80$	-	vereinzelte Stellen	$\leqq 5$	5 - 10	$10 \leqq$
				$V_A < 80$	-	vereinzelte Stellen	$\leqq 10$	10 - 15	$15 \leqq$
5 C	Schlaglöcher, Porosität, Ausmagerungen, Schwitzen, Absanden, Verschleiss, Flickstellen, Andere Oberflächenschäden	Flächenanteil der geschädigten Fahrbahn (%)		$V_A \geqq 80$	-	$\leqq 5$	5 - 10	10 - 15	$15 \leqq$
				$V_A < 80$	-	$\leqq 7$	7 - 15	15 - 25	$25 \leqq$
6	Fugen- und Nahtzustand	Anteil geschädigter bzw. offener Fugen und Nähte (%)		$V_A \geqq 80$	-	$\leqq 10$	10 - 20	20 - 40	$40 \leqq$
				$V_A < 80$	-	$\leqq 15$	15 - 25	25 - 50	$50 \leqq$
7	Zustand der Entwässerungseinrichtungen	visuell zu beurteilen			funktioniert reibungslos		teilweise funktionsfähig, kein "Rückstau"	gestörte Funktionsfähigkeit, "Rückstau"	Funktionsunfähig, Rückstau bis auf Fahrbahn

1)
- Längsneigung > 6 % auf mehr als 100 m
- Kurven mit R < 200 m
- Exponierte Stellen

B2:\BEWERT11, A. Rafi

3.6.2.5 Planung

Das Element Planung hat für das MSE-System eine zentrale Bedeutung. Die Aktivitäten dieses Elementes (bzw. seine Aufgaben) sind umfangreich und können in vielen Strassenverwaltungen nur durch ein Team abgewickelt werden.

Der Planungsprozess setzt die Ergebnisse aus dem MSE-Element Bewertung in konkrete Massnahmen oder Strategien zur Strassenerhaltung um. Dieser Prozess baut einerseits durch zunehmende Strukturierung die Komplexität der Aufgaben (und Probleme) ab und andererseits (im gleichen Masse) baut er Lösungsmöglichkeiten auf. Dazu stehen dem Element Planung verschiedene Hilfsmodelle zur Verfügung, welche für diverse Entscheidungssituationen als Grundlage beizuziehen sind.

Der Planungsprozess stützt sich auf weitere Grundlagen, welche als Grund-Information dem Element Planung zur Verfügung gestellt werden müssen.

Aufgrund der Ergebnisse aus dem System-Element Bewertung und unter Beizug der Grund-Informationen können im Element Planung Varianten für die Lösung der Probleme gebildet werden (Synthese). Diese Varianten sind entweder alternative Erhaltungsstrategien oder alternative Erhaltungsmassnahmen.

Jede dieser Lösungsvarianten muss durch bestimmte charakteristische Merkmale als Begleit-Information vollständig beschrieben werden. Damit wird es möglich sein, eine Vergleichsuntersuchung zwischen den Lösungsvarianten vorzunehmen und so die vorteilhafteste Lösung (optimale Lösung) zu ermitteln.

Sinngemäss müssen die Konsequenzen dieser Lösung für weitere Planungsaspekte bestimmt und anschliessend soll der gesamte Planungsprozess dokumentiert werden.

Die Abb. 3.19 zeigt den beschriebenen Ablauf im MSE-Element Planung und stellt die dafür relevanten Hilfsmodelle dar.

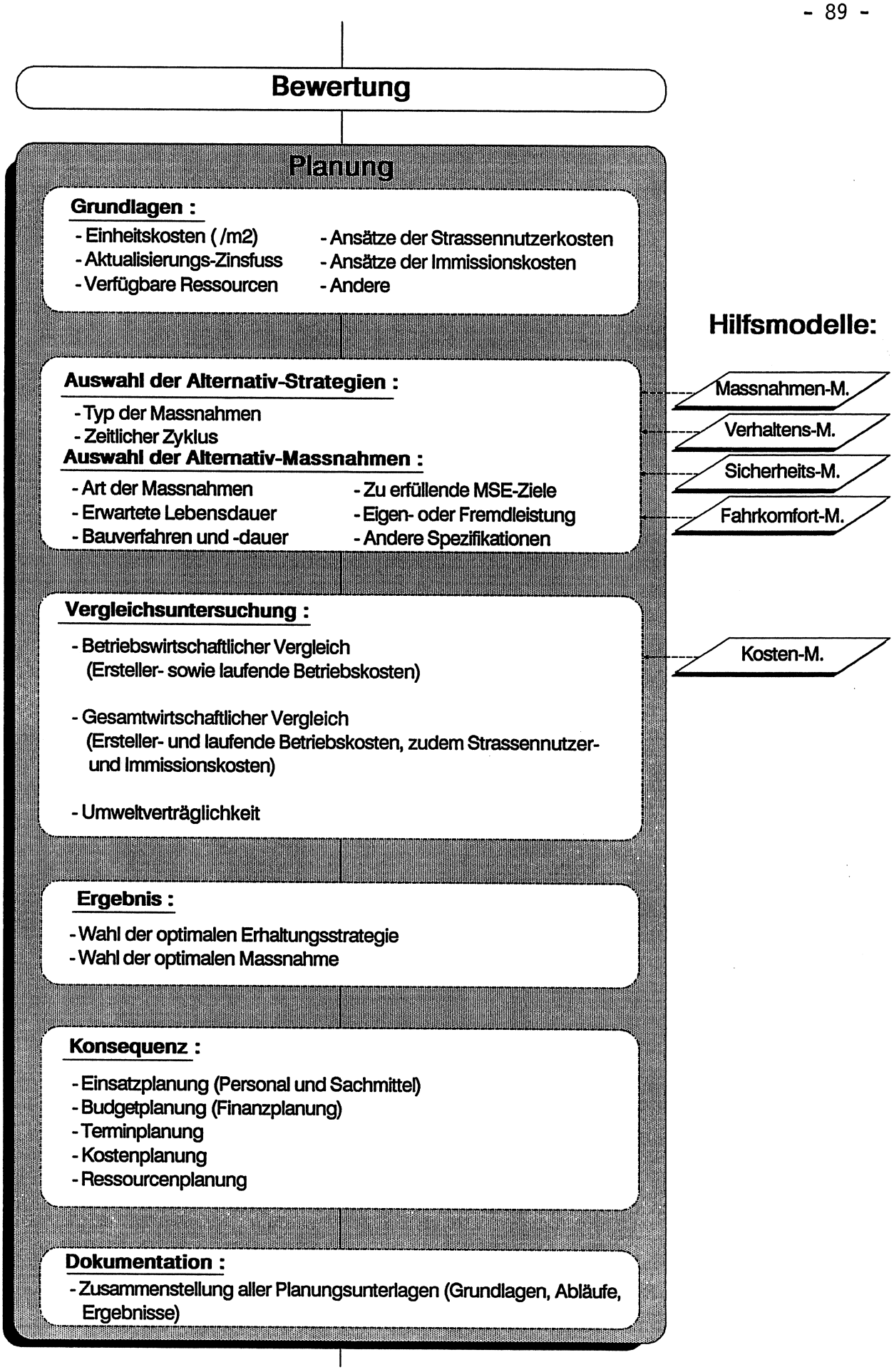


Abb. 3.19 : MSE-Element Planung

B3:\PLANUNG1, A. Rafi

3.6.2.6 Bemessung/Entwurf

Das Element Bemessung/Entwurf hat im MSE-System die Aufgabe der Dimensionierung von baulichen Erhaltungsmassnahmen für den Strassenoberbau und auch für Kunstbauten.

Wenn aufgrund der Planung entschieden wird eine Belagsdimensionierung vorzunehmen, dann müssen u.a. folgende Grössen ermittelt werden:

- Dicke der einzelnen Schichten (Berechnung der Stärkenindexe)
- Mischgutsorten
- Mischgutzusammensetzung
- Bauliches Verfahren
- Kosten/m2.

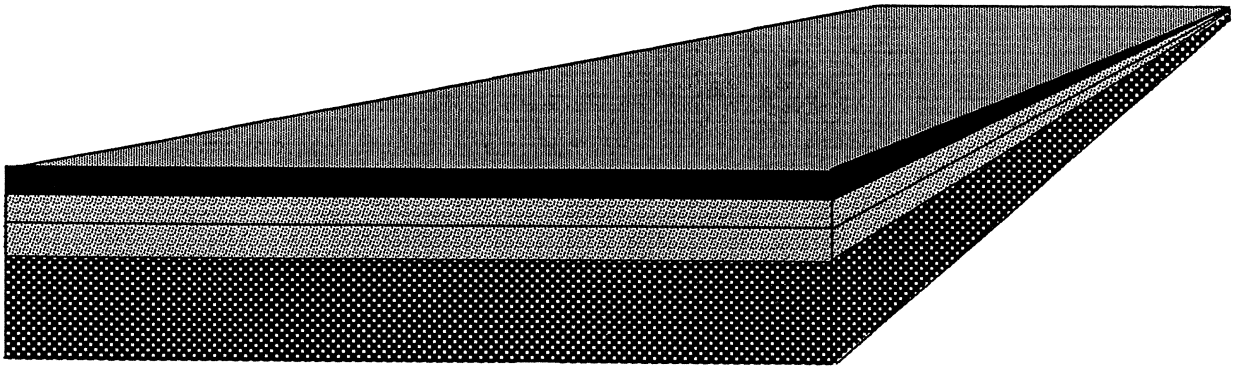
Diese Angaben gelten als ergänzende Daten zu den Ergebnissen der Planung und erst wenn alle vorliegen, kann die Dringlichkeit der Massnahme ermittelt werden.

Im Falle Kunstbauten müssen, je nach Objekt, die Angaben über Tragkonstruktion, Ausmass evtl. Verstärkungen, Mischgut bzw. Baumaterialien und ebenfalls bauliches Verfahren und dessen Kosten gemacht werden.

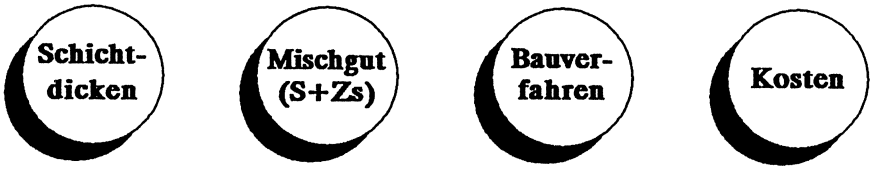
In der Abb. 3.20 sind die Ergebnisse der Bemessung für Strassenoberbau und Brücken schematisch dargestellt.

Zu bemerken ist, dass für die Ermittlung der erwähnten Grössen nebst den vorhandenen Normen auch Entscheidungsmodelle (Entwurfsmodelle) beigezogen werden können. Diese Modelle müssen jedoch zuerst eigens erarbeitet und können als eine Tabelle (Entscheidungstabelle) gebildet werden. Darin werden die relevanten Einflussfaktoren für die Bestimmung einer Grösse in ihren verschiedenen Ausprägungsmöglichkeiten aufgeführt und, je nach Fall, kann der Entscheidungsträger zur vorteilhaftesten Entscheidung geführt werden.

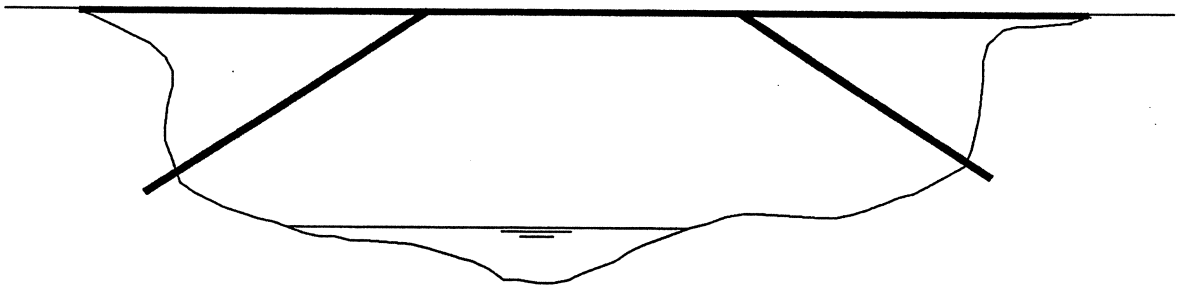
Strassenoberbau :



Ergebnisse der Tätigkeit Bemessung/Entwurf:



Kunstbauten (Bp. Brücken):



Ergebnisse der Tätigkeit Bemessung/Entwurf:

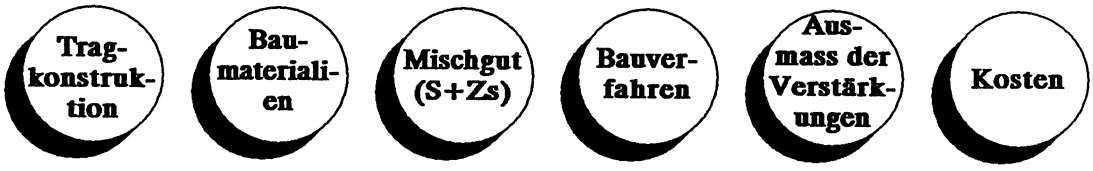


Abb. 3.20 : Einzelne Ergebnisse der Tätigkeit des MSE- Elementes Bemessung/Entwurf für die Objekte Strassenoberbau sowie Kunstbauten (Bp. Brücken)

B4:\BEMESS11, A. Rafi

3.6.2.7 Dringlichkeitsreihung

Das Element Dringlichkeitsreihung (DR) wird im MSE-System immer dann aktiviert, wenn eine bestimmte Anzahl von baulichen Erhaltungsmassnahmen zur Durchführung beschlossen worden sind und pro Massnahme die, vom Element DR angeforderten, Informationen (ermittelt durch die Elemente Planung und Bemessung/Entwurf) vorliegen.

Der grobe Ablauf des Verfahrens zur Ermittlung der Dringlichkeitsreihung der Erhaltungsmassnahmen soll aus der Abb. 3.21 entnommen werden.

Die Detailangaben über das genaue Vorgehen sind im VSS-Forschungsbericht 17/87: "Entwicklung einer Methodik zur Dringlichkeitsreihung von Erhaltungsmassnahmen der Strassen", herausgegeben im Juni 1988, enthalten.

In diesem Bericht sind neben Schritten zur funktionellen Bewertung der Strassenabschnitte auch Empfehlungen zur Gewichtung der MSE-Hauptziele (enthalten im Zielsystem) erläutert und beigefügt worden.

Ergänzend dazu muss bemerkt werden, dass die Gewichtung der Hauptziele (zur Ermittlung des Zielfaktors fz) jeweils durch die Strassenverwaltung angepasst werden könnte. Die diesbezügliche Gewichtsänderungen müssen jedoch für <u>alle</u> Vergleichsmassnahmen gelten.

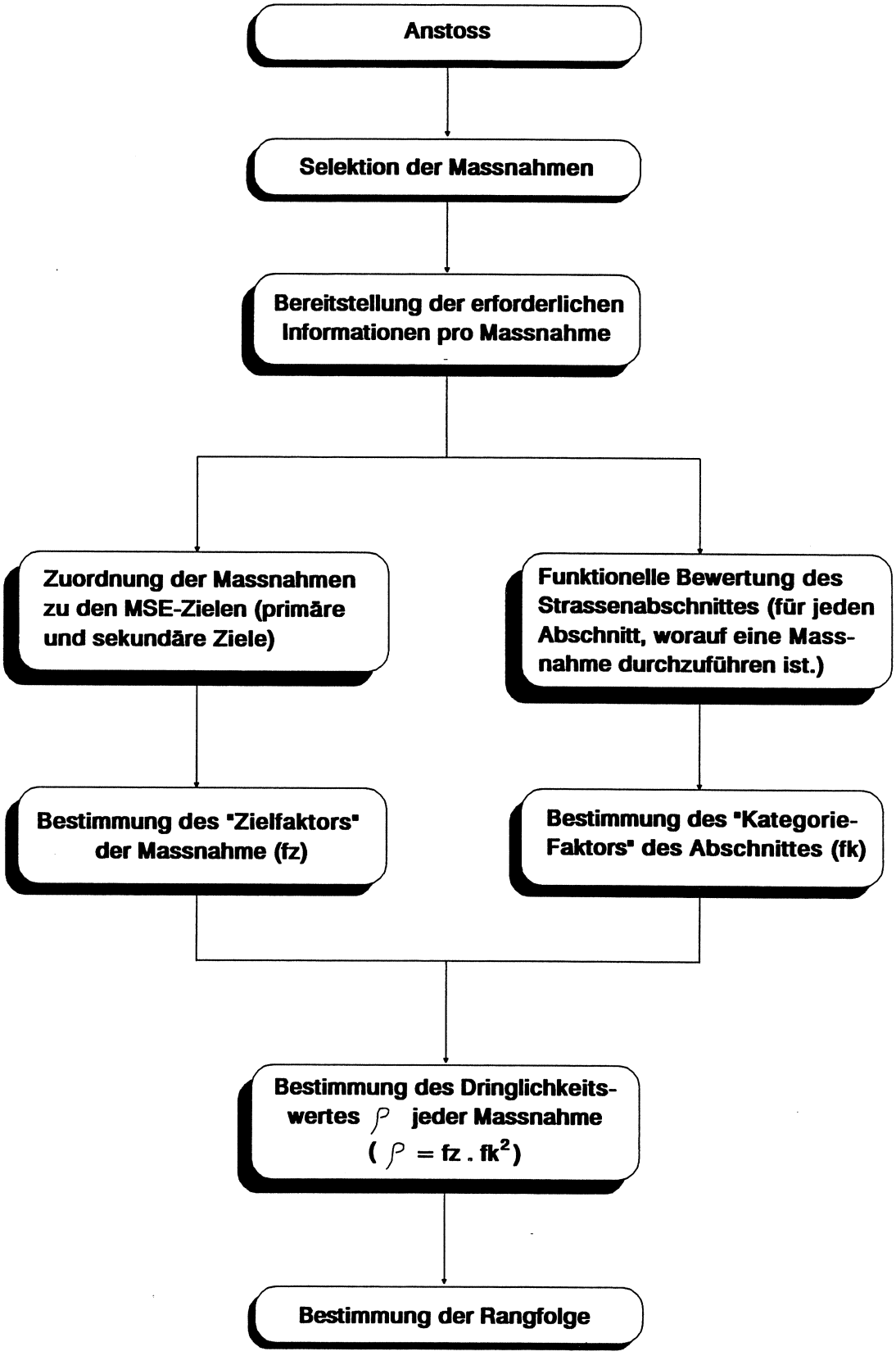


Abb. 3.21 : Ablauf-Schema des Verfahrens zur Dringlichkeitsreihung der Massnahmen der Strassenerhaltung

3.6.2.8 Organisieren

Das MSE-Element "Organisieren" ist für die Bereit- und Sicherstellung aller erforderlichen Mittel zur vollumfänglichen Realisierung der beschlossenen Massnahmen zuständig.

Die erforderlichen Mittel umfassen v.a.: Personal, Finanzen, Maschinen, Geräte, Bau- und Betriebs-Materialien, Energie sowie nicht zuletzt die rechtlichen Bewilligungen.

Je nachdem, durch wen die Realisierung der Massnahme erfolgt (Eigen- oder Fremdleistung), lassen sich die Aktivitäten des Elementes Organisieren unterscheiden.

Während im Fall Fremdleistung ein grosser Teil der Tätigkeiten des Organisierens von den beauftragten Unternehmungen durchzuführen sind, muss bei Eigenleistung eine entsprechend grössere Anstrengung zum Organisieren durch die Strassenverwaltung vorgenommen werden.

Die Abb. 3.22 zeigt den Umfang dieser vielfältigen Tätigkeiten auf.

Daraus wird ersichtlich, dass, im Falle Eigenleistung, dem Element Organisieren die Aufgabe zur Feinterminplanung der Massnahmen zukommt. Der Grund dafür ist, dass in so einem Fall die Mittel-Disposition (inkl. Personal), wovon der terminliche Ablauf der Tätigkeit abhängt, auch durch das Element Organisieren vorgenommen werden muss.

Bei der Mittel-Bereitstellung muss auch durch das Element Organisieren unbedingt die Möglichkeit des Einsatzes von emissionsarmen Maschinen und Geräten berücksichtigt werden (z.B. schallgedämpfte Geräte für innerorts etc.)

Die anderen wichtigen Aufgabenbereiche dieses Elementes sind (bei Eigenleistung): Sicherheitsvorkehrungen für Verkehrsteilnehmer, Erhaltungspersonal und Anwohner; Bestimmung der Umleitungswege oder -routen für Verkehrsteilnehmer (oder nur für Schwerverkehr); Koordination mit den Werkleitungseigentümern wie Elektrizitäts- und Wasserwerke oder PTT; Informationen der Anwohner, Verkehrsteilnehmer und andern über bevorstehende oder laufende Arbeiten; Planung von Zwischen-Kontrollen in der Realisierungsphase; usw.

Dazu braucht das Element Organisieren bestimmte Grundlagen-Informationen, welche in der Abb. 3.22 als Modelle dargestellt sind.

Diese Informationen können teilweise im Element Strassendatenbank gespeichert und abgerufen werden.

Wie aus der Abb. 3.6 hervorgeht, wird ein Teil der Aktivitäten des Elementes "Organisieren" durch Verwaltungspersonal und ein Teil durch Werkhofpersonal durchzuführen sein. Es ist vorstellbar, dass das Verwaltungspersonal z.B. die Koordinationsaufgabe (mit anderen Werkleitungseigentümern) oder die Bestimmung der Umleitungswege vornimmt. Dies hängt natürlich von der Organisation der Verwaltung ab. Wichtig ist aber, dass die Verantwortung der gesamten Aktivitäten des Elementes "Organisieren" zu einer Instanz (entweder in Verwaltung oder im Werkhof) gegeben wird.

Organisieren

- Eigenleistung :

- o Feinterminplanung
- o Mittelbewirtschaftung
- o Mittelbereitstellung (Personal, Material, Geräte,...)
- o Kapazitätsbereitstellung
- o Sicherheitsvorkehrungen für :
  - Verkehrsteilnehmer
  - Erhaltungspersonal
  - Andere (Anwohner)
- o Arbeitsverteilung (Disposition)
- o Bestimmung der Umleitungswege oder -routen
- o Koordination mit den Werkleitungseigentümern (Innerorts-Strassen)
- o Information der :
  - Anwohner
  - Verkehrsteilnehmer
  - Andere (Medien, Oeffentlichkeit,...)

  über Art, Ausmass, Dauer und ev. auch Kosten der Massnahme
- o Planung von Zwischen-Kontrollen (Fortschritt, Kosten, Termin, Ressourcen-Verbrauch,...)

- Fremdleistung :

- o Bereitstellung der Submissionsunterlagen
- o Durchführung der Submission
- o Wahl der Unternehmung
- o Vertrag
- o Bauvergabe
- o Ueberprüfung der Sicherheitsvorkehrungen
- o Planung von systematischen Kontrollen

Anweisungen, Checklisten

Sicherheits-vorschriften

Sonder-Routen für Schwerver-kehr

Sonder-Routen für Transport gefährl. Güter

Leitungs-kataster

Rechtsgrund-lage

Abb. 3.22 : Aktivitäten des MSE-Elementes "Organisieren"

B3:\ORGANIS8, A. Rafi

3.6.2.9 Realisierung

Die Aufgaben des MSE-Elementes "Realisierung" lassen sich in drei Sorten gliedern, nämlich: Logistikmassnahmen, bauliche (oder betriebliche) Realisierungsmassnahmen sowie die Kontrollen. Die Abb. 3.23 zeigt diese Aufgaben in einem Aktivitäten/Zeit-Diagramm auf. Darin sind die einzelnen Kontrollaufgaben sowie Logistikmassnahmen aufgeführt.

Zu bemerken ist, dass die Bereitstellung der verschiedenen Mittel durch das Element "Organisieren" geplant wird. Die Zustellung dieser Mittel (zum richtigen Zeitpunkt und zum richtigen Ort) ist die Aufgabe des Elementes "Realisierung".

Da die Aktivitäten der beiden Elemente Organisieren und Realisierung sich sehr nahe stehen, kann es u.U. sinnvoll sein, die Verantwortung für die beiden Elemente zu <u>einer</u> Instanz zu geben.

Die, dem Element "Realisierung" zugesprochenen, Kontrollmassnahmen sind, wie aus der Abb. 3.23 hervorgeht sehr umfangreich. Die Durchführung dieser Kontrollmassnahmen (oder je nach Fall, ein Teil davon) wird im Element "Organisieren" geplant und das Ergebnis (als Zeitplan) dem Element "Realisierung" weitergegeben. Diese Kontrollmassnahmen müssen ebenfalls im Falle einer "Fremdleistung" geplant und durchgeführt werden.

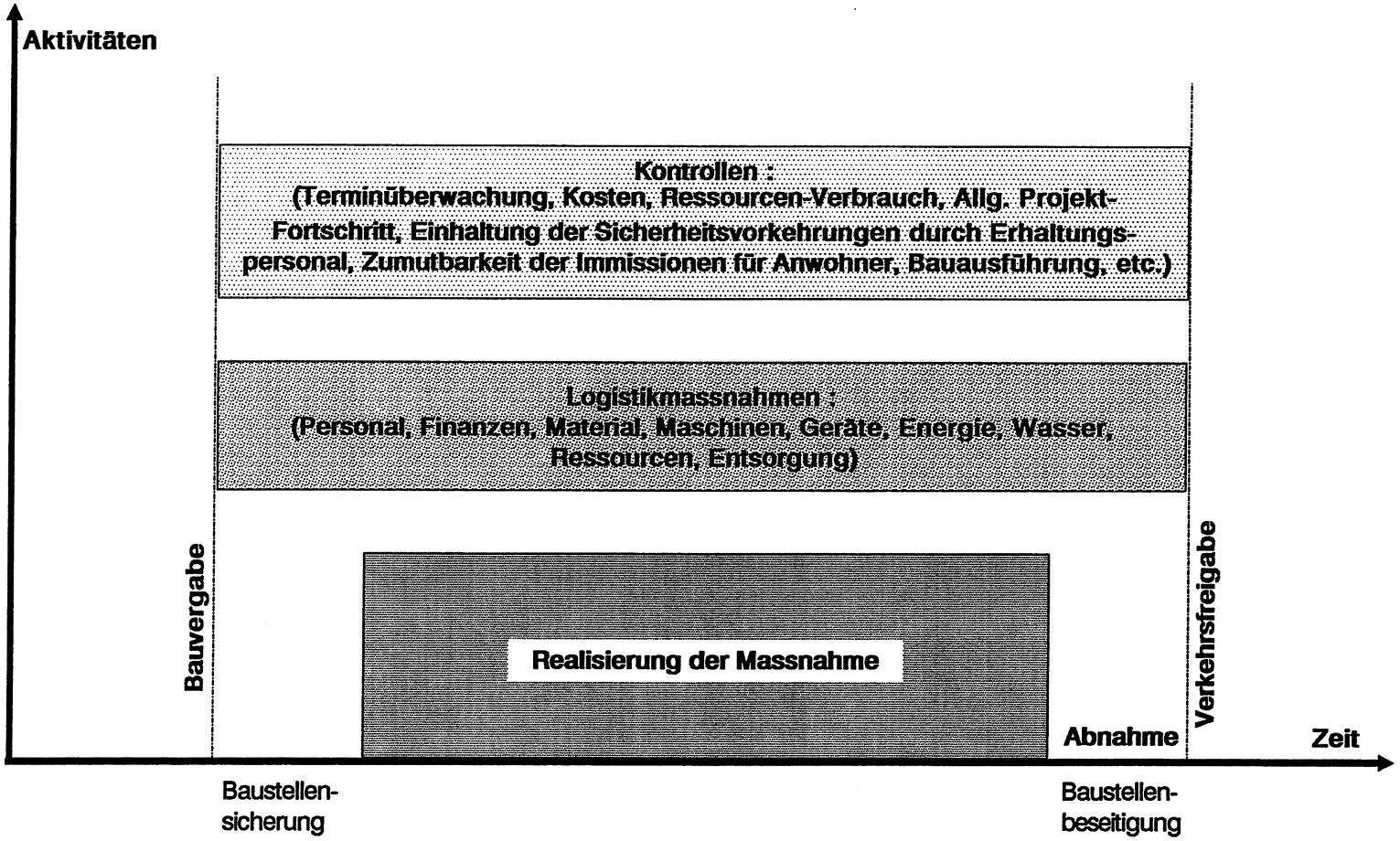


Abb. 3.23 : Aktivitäten des MSE- Elementes "Realisierung"

B3:\REALIS18, A. Rafi

3.6.2.10 Hilfsmodelle

Die MSE-Hilfsmodelle sind Instrumente (Informationen), welche sowohl den Entscheidungsprozess, als auch die Entscheidung selbst, vereinfachen bzw. unterstützen.

Diese Modelle zeigen die logische Struktur und Gliederung der entscheidungsrelevanten Daten (Entscheidungskomponenten) auf und dadurch ermöglichen sie die gezielte Herleitung von Informationen über Sachverhalte wie Erhaltungsstrategie oder Gesamtkosten einer Massnahme.

Sie können auch als ein gewichtiger Kriterienplan oder eine Entscheidungstabelle (z.B. **Bewertungsmodell**) gebildet werden. Die Abb. 3.24 fasst diese, für das MSE-System vorgesehenen, Modelle zusammen. Sie ist natürlich nicht abschliessend, da das MSE-System die Einbindung bzw. Nutzung weiterer Modelle stets zulassen kann (Aufgabe des MSE-Elementes "Forschung"). Das Hilfsmodell 1 (**Bewertungsmodell**) ist in der Tabelle 3.5 (Bewertungstabelle) enthalten. Die Abb. 3.25 zeigt das (noch unvollständige) **Kostenmodell** auf. Erst, wenn die Ansätze für verschiedene Kostenelemente ermittelt sind (Gegenstand einer neu aufzunehmenden VSS-Forschungsstudie), kann dieses Modell vollständig gebildet und benutzt werden.

In der Abb. 3.26 ist die Liste aller Unfallursachen enthalten. Diese Liste gilt als Grundlage zur Bildung eines **Modells für die Verkehrssicherheit**.

Die Ermittlung der Unfallursachen gilt als Voraussetzung zur Auswahl von verkehrssicherheitsgerechten Erhaltungsmassnahmen. Die Nutzung des **Sicherheitsmodelles** (zusammen mit **Fahrkomfortmodell**) wird die optimale Bemessung der Fahrbahnverstärkung erlauben, die für eine erwartete Lebensdauer eine Mindestbefahrbarkeit zulässt.

Die Abb. 3.27 zeigt sowohl den Informationsgehalt eines **Massnahmen-Modelles**, als auch dessen Anwendungsmöglichkeit im MSE-System auf. Die nachfolgende Tabelle 3.6 stellt alle häufigen Erhaltungsmassnahmen dar, welche für 3 Typen von Strassenbelägen angewendet werden.

Das **Massnahmen-Modell** muss alle, in der Abb. 3.27 angeforderten, Informationen für alle in der Tabelle 3.6 aufgeführten Massnahmen beinhalten.

Die Tabelle 3.7 zeigt eine Anwendungsmöglichkeit des **Massnahmen-Modelles** auf. Dabei handelt es sich um Herleitung von Erhaltungsstrategien aus den Informationen, die in diesem Modell enthalten sind.

Die Abb. 3.28 zeigt das sogenannte **Anlagen-Modell** auf. Dabei handelt es sich um eine systemorientierte Strukturierung der Teile der Strassenverkehrsanlagen. Dieses Modell kann z.B. als Grundlage zur MSE-gerechten Reorganisation einer Strassenverwaltung dienen (siehe Abb. 3.4, Figur 1).

In der Abb. 3.29 sind die Strassenschäden (gegliedert nach 3 Strassenbelagstypen) strukturiert. Diese Struktur bildet die Grundlage eines **Modelles zur Schaden-Indexierung**. In diesem Modell werden die geeigneten Massnahmen pro Schadensfall enthalten sein. (In Kombination mit dem **Massnahmen-Modell** kann die Anwendung dieses Modelles zur Ermittlung von präventiven Erhaltungsstrategien führen).

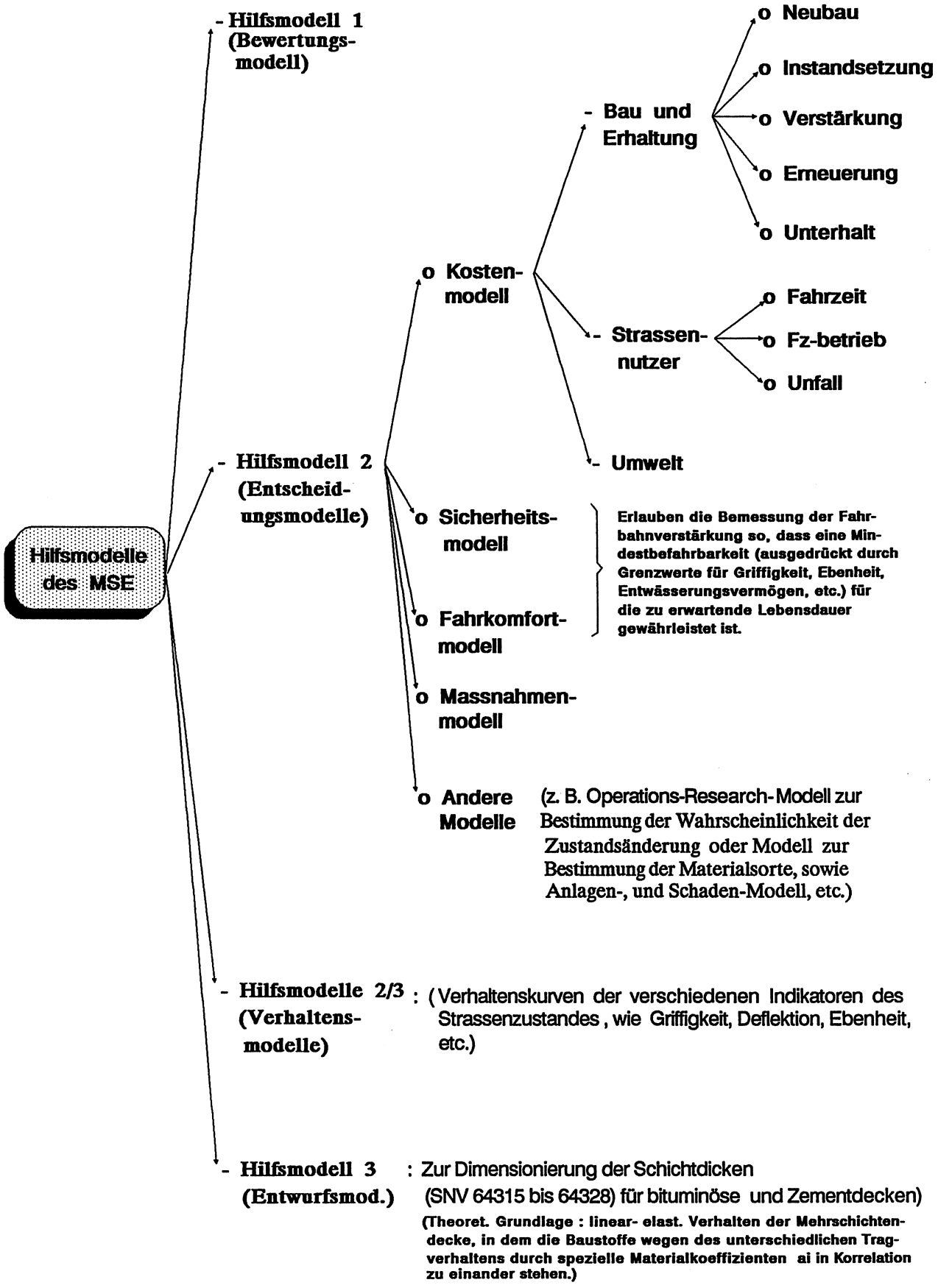


Abb. 3.24 : Hilfsmodelle des MSE

B1:\H-MOD-1 , A.Rafi

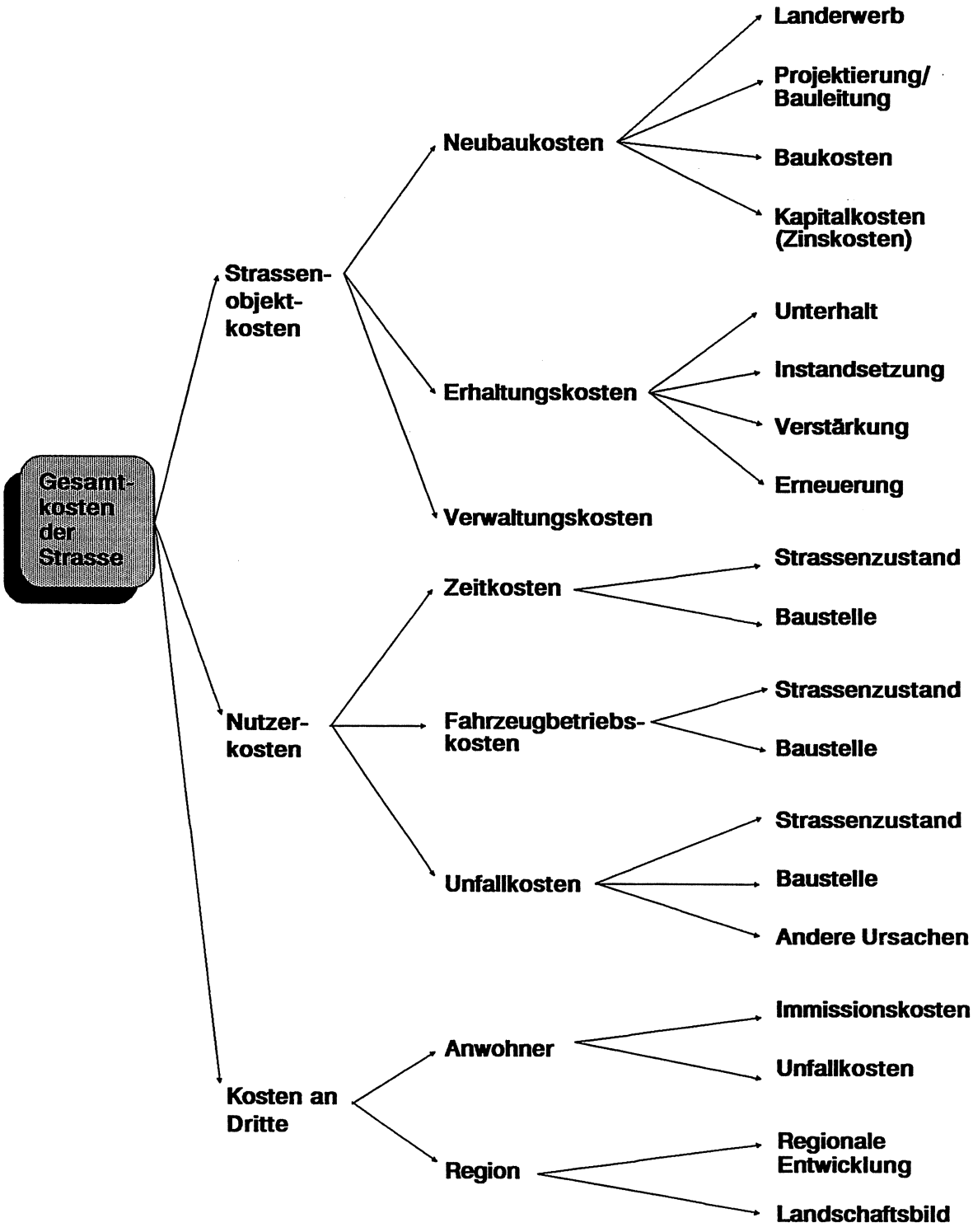


Abb. 3.25 : Gliederung der Gesamtkosten der Strasse

B4:\KOSTEN10, A. Rafi

Potentielle Unfall-Ursachen im Strassenverkehr:

1. Schlechter Zustand der Strasse und der Ausrüstungen :
- 1.1 Ungenügende Griffigkeit
- 1.2 Ungenügende Oberflächenentwässerung (Sprühfahnen)
- 1.3 Ungenügende Quer-Ebenheit (Spurrinnen)
- 1.4 Bildung von Schlaglöchern, Setzungen, Hebungen
- 1.5 Ungenügender betrieblicher Unterhalt :
  - 1.5.1 Winterdienst
  - 1.5.2 Reinigung (Laub, Tierkadaver, umgestürtzte Bäume,...)
  - 1.5.3 Grünpflege
  - 1.5.4 Schutzeinrichtungen (Leitplanken, Absperrungen,...)
  - 1.5.5 Signalisation, Markierung
  - 1.5.6 Beleuchtung (Kreuzungen, Tunnel)
  - 1.5.7 Belüftung im Tunnel
- 1.6 Mangelhafte Ueberwachung des Zustandes durch die Strassenverwaltung

2. Mangelhafte Planung und Projektierung :
- 2.1 Ungenügende Sichtweiten
- 2.2 Strassengeometrie :
  - 2.2.1 Quergefälle (v.a. in Kurven)
  - 2.2.2 Längsgefälle
  - 2.2.3 Ungenügende Spurbreiten
- 2.3 Ungünstige Linienführung :
  - 2.3.1 Rutschgebiete (Rutschhänge)
  - 2.3.2 Klimatisch exponierte Gebiete (Windkanäle,...)
  - 2.3.3 Sonneneinblendung
  - 2.3.4 Lawinenhänge
  - 2.3.5 Schattenhänge (Eisbildung auf Strassenoberfläche)
- 2.4 Fehlende Einzäunung (v.a. für HLS und z.T. HVS sowie im Waldgebiet)
- 2.5 Ungenügender Fahrkomfort
  - 2.5.1 Lange gerade Strecken
  - 2.5.2 "Tunnel-Panik"
- 2.6 Unzumutbare Geschwindigkeiten (V_Z)
- 2.7 Kreuzungen mit Bahn auf gleichem Niveau (ohne Barriere)
- 2.8 Ungenügende Verkehrsentflechtung (Auto, Rad, Fussgänger)
- 2.9 Unzureichende Baustellensicherung

3. Verkehrsablauf
- 3.1 Verkehrsdichte und -zusammensetzung (DTV und LKW-Anteil)
- 3.2 Unzureichende Verkehrslenkung und -information

Von der Strassenverwaltung veränderbare Faktoren (u.a. mittels MSE)

4. Benützer-Fehlverhalten
- 4.1 Nicht-verkehrstaugliche Fahrzeuge
- 4.2 Unkorrektes Fahrverhalten (Nicht-Achtung der Verkehrsregeln, angetrunkener Zustand,...)
- 4.3 Unabgesicherter Transport gefährlicher Güter
- 4.4 Ungesicherte "Spezial-Transporte" (Stahlprofile, Silos,...)

5. Höhere Gewalt
- 5.1 Steinschlag, Lawinen, Rüfen
- 5.2 Andere

Von der Strassenverwaltung nicht-veränderbare Faktoren

Abb. 3.26 : Liste der potentiellen Unfallursachen :
(Grundlage zur Bildung eines Modelles für Verkehrssicherheit)

B2:\VS-LIST2, A. Rafi

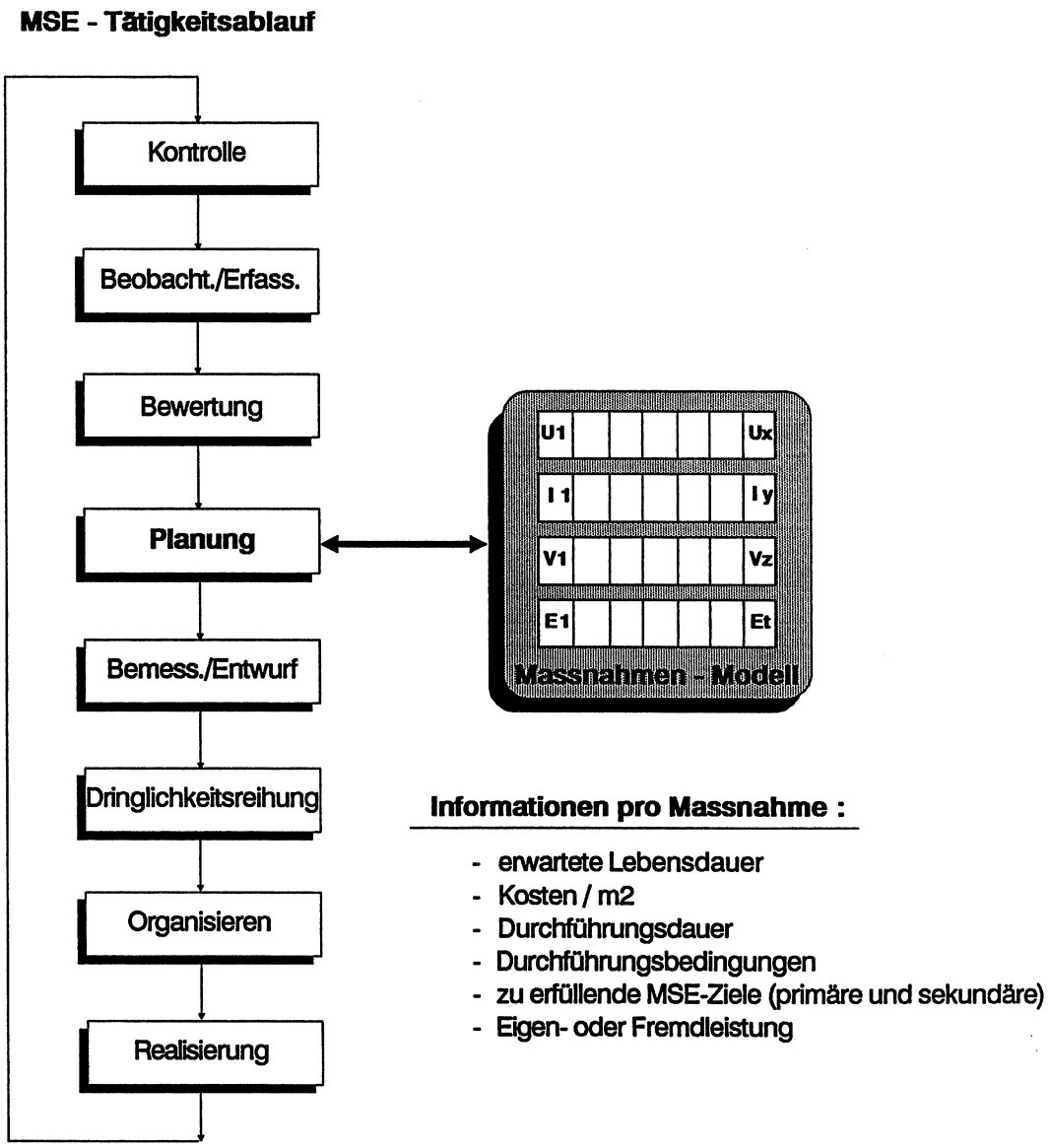


Abb. 3.27 : Anwendungsmöglichkeit eines Massnahmen-Modelles für das MSE-Element "Planung" (beinhaltet standardisierte U-, I- und E- Massnahmen)

Erhaltungsmassnahmen der Anlage

als Betriebselement		als Bauwerk					
		Baulicher Unterhalt					
Nr.	Betriebl. Unterhalt	Nr.	Instandsetzung	Nr.	Verstärkung	Nr.	Erneuerung
Fahrbahnen mit flexiblem Oberbau (f)							
Uf 1	- Reparatur von Schlaglöchern mit o Bitumenemulsion und Split o Heissmischgut o Gussasphalt	If 1	- Oberflächenschutzschichten grösserer Fläche, mindestens in voller Fahrbahnbreite	Vf 1	- Hocheinbau von mehr als einer Schicht	Ef 1	- Tiefeinbau von mehr als einer Schicht
		If1.1	o Oberflächenbehandlungen	Vf 2	-		
Uf 2	- Reparatur von Spurrinnen oder lokalen Senkungen mit o AB } Heissmischgut o TA } o Gussasphalt	If1.2	o bituminöse Schlämme	Vf 3	-	Ef 2	- Rückformen unter Mischgutzugabe
		If 2	- Erneuerung von Deckschichten in voller Fahrbahnbreite, mit und ohne Fräsen, ggf. mit Tragschichtausgleich			Ef2.1	o Repave (ohne Mischen)
Uf 3	- Reparatur von abgelöster VS mit o AB } Heissmischgut o TA }					Ef2.2	o Remix (mit Mischen)
Uf 4	- Versiegelung von Belägen, die absanden oder zu offen sind mit Bitumenemulsion (Schlämme)	If 3	- Dünne Deckschichten				
		If 4	- Spurrinnenbeseitigung in grösseren zusammenhängenden Längen				
Uf 5	- Ueberdecken von Netzrissen mit OB						
		If 5	- Rückformen ohne Mischgutzugabe				
Uf 6	- Reparatur von Einzelrissen mit Schlämme						
Uf 7	- Absplitten, Abstreuen, Aufrauhen, Regrip	If 6	- Reparatur von örtlichen Schäden grösseren Ausmasses mit Heissmischgut				
Fahrbahnen mit Zementbetonbelag (Z)							
UZ 1	- Vergiessen offener Fugen	IZ 1	- Anheben von Betondeckplatten	VZ 1	- Bituminöse Schichten auf Zementbeton	EZ 1	- Betondeckenerneuerug
		IZ 2	- Erneuerung einzelner Betondeckenfelder oder Teile davon				
UZ 2	- Aufstemmen und Verfüllen der Risse mit o Vergussmasse o Kunstharz	IZ 3	- Imprägnierung des Betonbelages .				
		IZ 4	- Beschichtungen grösserer Flächen				
		IZ 5	- Aufrauhen, Querrillen				
Fahrbahnen mit Pflasterbelag (P)							
UP 1	- Reparatur von Schlaglöchern (Ersetzen von Einzelsteinen)	IP 1	- Teilweise Neupflasterung auf bestehendem Untergrund mit Fugenverguss	VP 1	-	EP 1	- Totale Neupflasterung mit oder ohne Untergrund ,inkl. Fugenverguss
UP 2	- Reparatur von Spurrinnen od. lokalen Setzungen (mit bestehenden Steinen)						
UP 3	- Vergiessen offener Fugen						
UP 4	- Auswechseln von gespaltenen, abgeblätterten od. umgekippten Steinen mit Fugenverguss						

Tabelle 3.6 : Zusammenstellung häufigster baulicher Erhaltungsmassnahmen

B2:\ERHAL200, A. Rafi

globale Strategie		lokale Strategie			
Zeitlicher Zyklus der Massnahmen	Typ der Massnahme	Art der Massnahme			
		Projekt A	Projekt B	Projekt C	Projekt D
t_1 = 8 bis 16 J	I	If 4	If 1	If 3	IZ 3
t_2 = 14 bis 24 J	I	If 3	If 5	If 4	IZ 5
t_3 = 22 bis 36 J	E	Ef 2	Ef 1	Ef 2.2	EZ 1

Tabelle 3.7 : Herleitung lokaler Erhaltungsstrategien (für Projekte) aus der globalen Erhaltungsstrategie des Strassennetzes

B3:\STRAT-11, A. Rafi

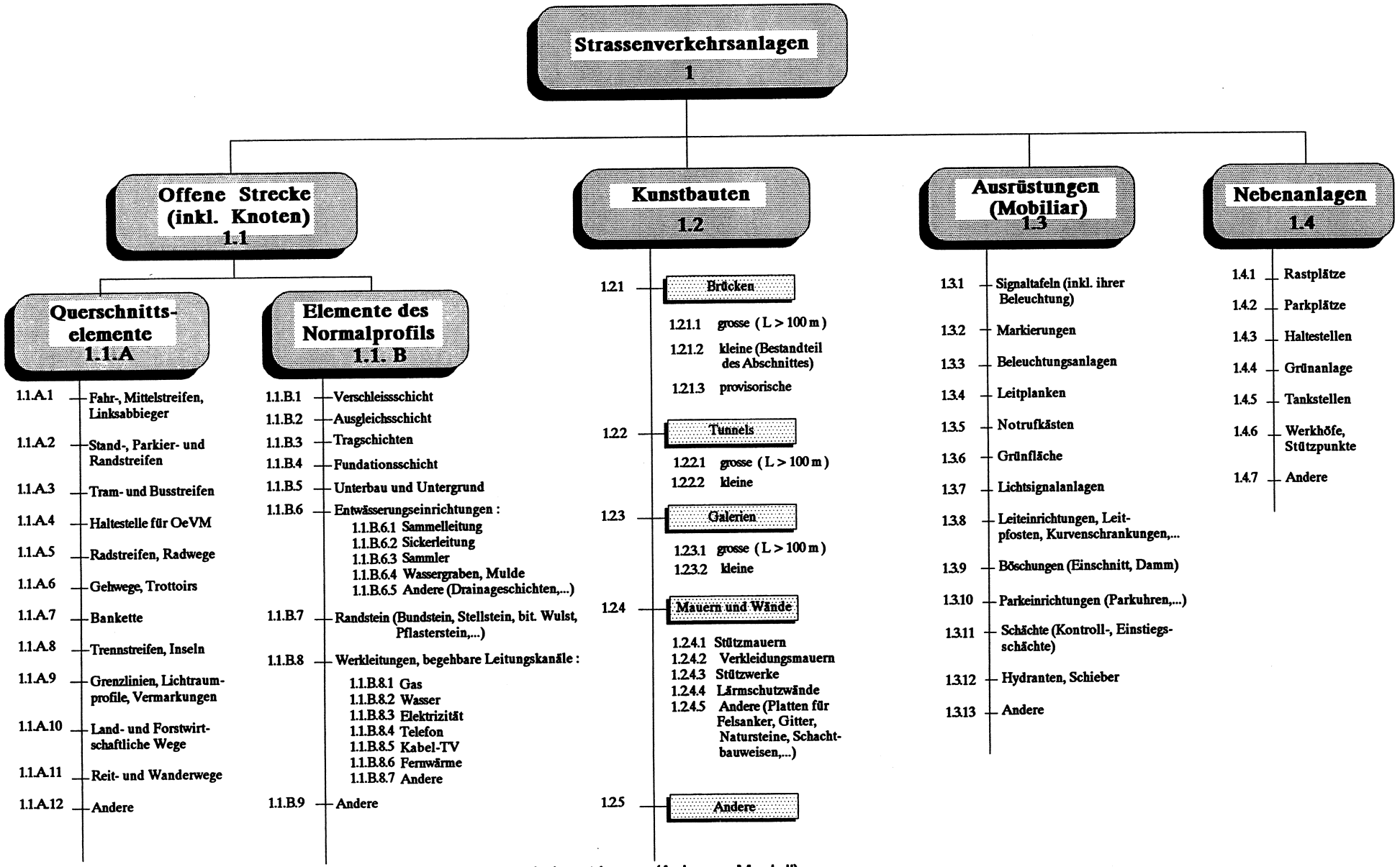


Abb. 3.28 : Systemorientierte Struktur der Strassenverkehrsanlagen (Anlagen-Modell)

B1:\STRUK-12, A. Rafi

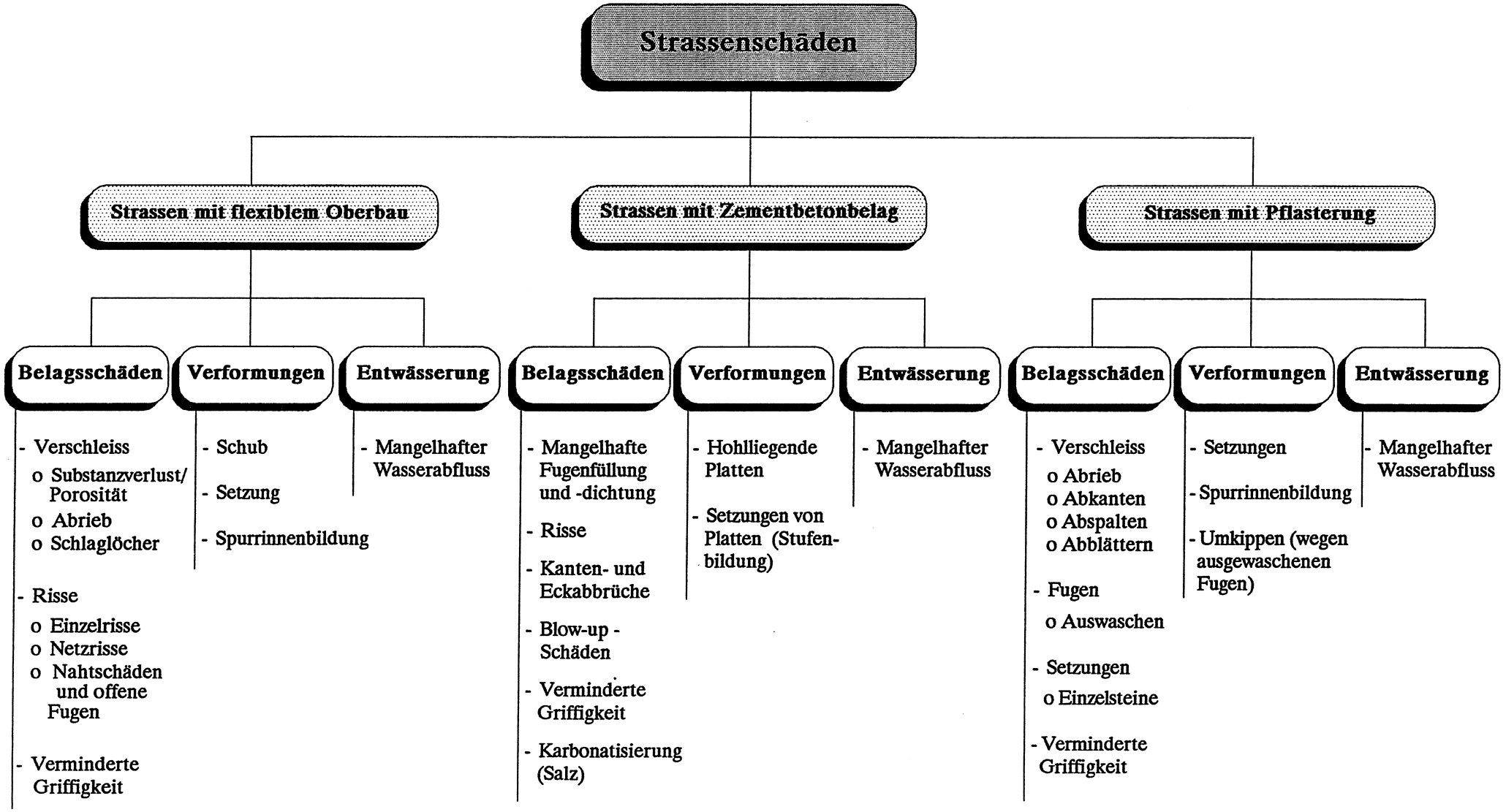


Abb. 3.29 : Gliederung der Strassenschäden

B2:\SCHAEDEN, A. Rafi

3.6.3 Zusammenfassung

Im Kapitel 3.6 wurden die einzelnen MSE-Elemente und die ihnen zustehenden Aufgaben erläutert. Demnach sollen die Tätigkeiten des MSE gemäss einer vorgeschriebenen Systematik erfolgen, welche nebst der Reihenfolge auch den zeitlichen Zyklus dieser Tätigkeiten bestimmt.

Diese wichtige Feststellung verdeutlicht, dass die einzelnen MSE-Elemente nicht als "isolierte" Insel-Funktionen in der Strassenverwaltung zu betrachten sind, sondern in engem Zusammenhang mit anderen Elementen operieren müssen.

Der Anstoss jeder Tätigkeit im MSE soll durch das vollständig erarbeitete Zielsystem (nach Formulierung der operativen Ziele) gegeben werden. Da das Zielsystem den Soll-Zustand der Verkehrsanlagen und des Verkehrsbetriebes (-ablaufes) definiert und somit konkrete Anforderungen an die Ergebnisse einzelner MSE-Tätigkeiten stellt.

Management der Strassenerhaltungsplanung (MSE)

Kapitel 4

Ergebnisse der Erprobung des Gesamtkonzeptes

4.1 Einleitung

Verschiedene Ansätze des MSE-Konzeptes sind im Rahmen dieser Studie durch die sechs ausgewählten Strassenverwaltungen angewendet, erprobt und teilweise auch angepasst oder ergänzt worden.

Die Ergebnisse dieser Abklärungen sind anschliessend zur Festlegung der MSE-Grundlagen in unsere Studie eingeflossen.

Die Untersuchungen umfassten Fragen über das MSE-System und dessen Einführung in eine Strassenverwaltung. Die Probleme, welche die Einführung eines neuen Tätigkeitskonzeptes ergeben könnten, wurden auch besprochen.

Wir erläutern nun die einzelnen Etappen unserer Zusammenarbeit mit diesen Strassenverwaltungen und die daraus folgenden Ergebnisse.

Zu bemerken ist, dass die Stärke der Zusammenarbeit mit den sechs ausgewählten Verwaltungen unterschiedlich war, weil einerseits die Bedürfnisse dieser Verwaltungen nach Anwendung verschiedener Konzept-Ansätze unterschiedlich sind und andererseits nicht alle Verwaltungen den gleichen Zeitaufwand für die Untersuchungen betreiben konnten. In einzelnen Fällen bildete die sprachliche Verständigung eine Verzögerungsursache für die betroffenen Verwaltungen. Trotzdem gaben sich alle Beteiligten die notwendige Mühe und dafür danken wir ihnen an dieser Stelle nochmals für die fruchtbare Mitwirkung in diesem Forschungsprojekt.

Die Schwerpunkte unserer Untersuchungen lagen bei:

- Anwendung des Zielsystems

- Erprobung der Methodik zur Dringlichkeitsreihung der Erhaltungsmassnahmen
  - Zuordnung der Massnahmen zu den Zielen
  - Funktionelle Bewertung der Strassenabschnitte

- Anwendung der Methode zur systematischen Zustandserfassung und -bewertung für Strassenverkehrsanlagen

- Anforderungen der Verwaltungen an das MSE-System (insbesondere der städtischen Verwaltungen)

- Probleme der Einführung des MSE in die Strassenverwaltung.

4.2 Anwendung des Zielsystems

Generell wurde die Anwendbarkeit des Zielsystems durch die Verwaltungen als positiv und hilfreich beurteilt. Die einzelnen Verwaltungen haben noch folgende Bemerkungen dazu geäussert:

- Kanton BL:
  . Das Zielsystem sollte Strassen und Kunstbauten differenziert behandeln.
  . Radwege (Radnetz) sowie Werkleitungen sollten ins Zielsystem aufgenommen werden.

- Kanton GE:
  . Das Zielsystem braucht einige Zeit zur Gewinnung genügender Erfahrung, um als ein verwaltungsspezifisch funktionierendes Zielsystem zu wirken.

- Kanton GR:
  . Das Zielsystem sollte als Rahmen dazu dienen, damit jede Verwaltung ihre spezifischen Anliegen selbst darin formulieren kann.
  . Das Hauptziel Mittelbewirtschaftung soll stärker gewichtet werden, da damit die Sicherung der notwendigen Finanzen verbunden ist.

- Kanton SG:
  . Das Zielsystem ist anwendbar und wird in erster Linie für die Nationalstrassen eingesetzt.
  . Eine Voraussetzung zur Anwendung des Zielsystems ist die Einführung einer Strassendatenbank.

- Stadt Fribourg:
  . Werkleitungen müssen ins Zielsystem aufgenommen werden.
  . Erwünscht ist die Ausdehnung des Zielsystems auf weitere städtische Tätigkeiten.

- Stadt Lugano:
  - Im Zielsystem soll dem Aspekt "Koordination" zwischen verschiedenen städtischen Werkleitungs-Eigentümern grosse Bedeutung beigemessen werden.
  - Das Zielsystem soll auf weitere städtische Aufgabenbereiche ausgedehnt werden (nicht nur Strassenerhaltung).

Die gemachten Aeusserungen über die Anwendbarkeit des Zielsystems lassen erkennen, dass die Arbeit mit dem Zielsystem zunächst einmal einige Zeit erprobt werden muss, damit sie in den Entscheidungsprozessen richtig verankert wird. Eine Erweiterung des Zielsystems auf weitere Aufgabenbereiche der Strassenverwaltung (wie Gewässerschutz, Baupolizei etc.) wird generell erwünscht. Für die städtischen Verwaltungen ist es zudem sehr wichtig, das Werkleitungsnetz ins Zielsystem zu integrieren, damit die Erhaltungsarbeiten an dem Strassenkörper nicht zu sehr durch Aufbrucharbeiten zur Sanierung der Werkleitungen beeinträchtigt werden.

Zu bemerken ist, dass das vorliegende MSE-Zielsystem bis zur Stufe der Teilziele als VSS-Norm formuliert wurde und die operativen Ziele, welche massgeblich zur Bestimmung der Koordinationstätigkeit der Verwaltungen mit anderen Werkleitungseigentümern beitragen, durch die Strassenverwaltungen selbst zu formulieren sind.

Dieser Umstand erlaubt gewissen Spielraum bei differenzierterer Betrachtung der Aufgaben jeder Strassenverwaltung.

4.3 Erprobung der Methodik zur Dringlichkeitsreihung der Erhaltungsmassnahmen

Der Aufbau dieser Methodik besteht aus drei Schwerpunkten, nämlich funktionelle Bewertung der Strassenabschnitte, Zuordnung der Erhaltungsmassnahmen zu den einzelnen Hauptzielen des MSE und Berechnung des Dringlichkeitswertes.

Die Ergebnisse der Erprobung dieser Methodik in den sechs ausgewählten Strassenverwaltungen sind bezogen auf diese drei Schwerpunkte nachstehend dargestellt.

4.3.1 Zuordnung der Erhaltungsmassnahmen zu den MSE-Hauptzielen

Dieser Schritt gilt als Charakterisierung der Massnahmen für die Berechnung ihres "Ziel-Faktors" f_Z (zur Ermittlung des Dringlichkeitswertes).

Das erprobte Verfahren (Bestimmung der primären und sekundären Hauptziele jeder Massnahme) hat in der Praxis gezeigt, dass die Zuordnung der Massnahmen zu den Zielen für einige Strassenverwalter nicht immer eindeutig und plausibel erfolgt. Der Hauptgrund dafür lag in der Tatsache, dass viele der Erhaltungsmassnahmen gleichzeitig die Erreichung mehrerer Ziele bewirken können. Es wurde deshalb seitens der Strassenverwaltungen der Wunsch geäussert, die Bestimmung des Zielfaktors f_Z nach einer raffinierteren Methode durchzuführen.

Eine diesbezügliche Möglichkeit bildet das nachfolgende Verfahren. Bei diesem Verfahren gehen wir von einer differenzierten Betrachtung der Ausserorts- und Innerortsstrassen aus. Dazu sind gemäss Vorschlägen aus den Verwaltungen neue Möglichkeiten zur Gewichtsverteilung der Hauptziele beigezogen worden. Diese Hauptziele sind als funktionale Ziele des MSE bezeichnet und sie sind jene Ziele, zu deren Erreichung eine Erhaltungsmassnahme erforderlich wird. Diese Ziele sind: Betriebsbereitschaft (BB), Verkehrssicherheit (VS), Substanzerhaltung (SE), Benützerfreundlichkeit (BF), Umweltverträglichkeit (UV) und Leistungsfähigkeit (LF).

4.3.1.1 Neue Gewichtsverteilung der Hauptziele

Die Vorschläge zur neuen Gewichtsverteilung der Hauptziele beruhen auf höherer Gewichtung der Substanzerhaltung und der Umweltverträglichkeit (Innerortsstrassen) sowie niedrigere Gewichtung der Betriebsbereitschaft.

Die Abb. 4.1 zeigt die vier neuen Möglichkeiten der Gewichtsverteilung auf. Diese sind je 2 für Ausserorts-, bzw. Innerortsstrassen bestimmt. Der Strassenverwalter kann jeweils eine dieser Verteilungen für seine Berechnungen (Dringlichkeitswerte) beiziehen.

Die Abb. 4.2 zeigt die Variation der Gewichte einzelner Ziele auf.

4.3.1.2 Neues Verfahren zur Berechnung des Ziel-Faktors f_z

Dieses Verfahren stützt sich auf eine umfassende Bewertung des momentanen Zustandes der Strasse. Die umfassende Bewertung bedeutet die Ermittlung des momentanen Zielerreichungsgrades des Strassenabschnittes bzgl. aller sechs funktionalen MSE-Hauptziele.

Zu diesem Zweck soll die Tabelle 4.1 (Teil I, II, III) dienen, worin pro Hauptziel drei charakteristische Merkmale enthalten sind. Die Bestimmung (und Bewertung) des Erreichungsgrades eines Zieles bedeutet die Bestimmung des momentanen Zustandes des kritischen Merkmales dieses Zieles. Als kritisches Merkmal des Zieles gilt jenes, dessen momentaner Zustand sich (verglichen mit dem Zustand der anderen zwei Merkmale) im schlechtesten Zustandsbereich befindet.

Die Summe der Multiplikationen jedes Zielertragswertes (ZEW) mit dem Gewicht dieses Zieles (für alle sechs funktionalen Hauptziele) ergibt den Zielerreichungsgrad des Strassenabschnittes im Ist-Zustand (vor der Durchführung der Erhaltungsmassnahme).

Im einem weiteren Schritt muss auch der Zielerreichungsgrad des Strassenabschnittes im Soll-Zustand (nach der Durchführung der Massnahme) ermittelt werden. Dieser Schritt ist ziemlich einfach und kann aus der Beschreibung des Projektes (erwünschte Qualität der Strasse) abgeleitet werden.

Die Differenz zwischen dem Zielerreichungsgrad des Strassenabschnittes im Soll- und Ist-Zustand ergibt den Zielertragswert der Erhaltungsmassnahme.

Der Ziel-Faktor f_z ergibt sich durch die Formel

$$f_z = \frac{\text{Zielertragswert der Massnahme}}{10}$$

Die Zahl 10 stellt das minimale Gewicht der Hauptziele in der Gewichtsverteilung dar.

Die Abb. 4.3 zeigt den schematischen Ablauf zur Berechnung des momentanen Zielerreichungsgrades des Strassenabschnittes auf.

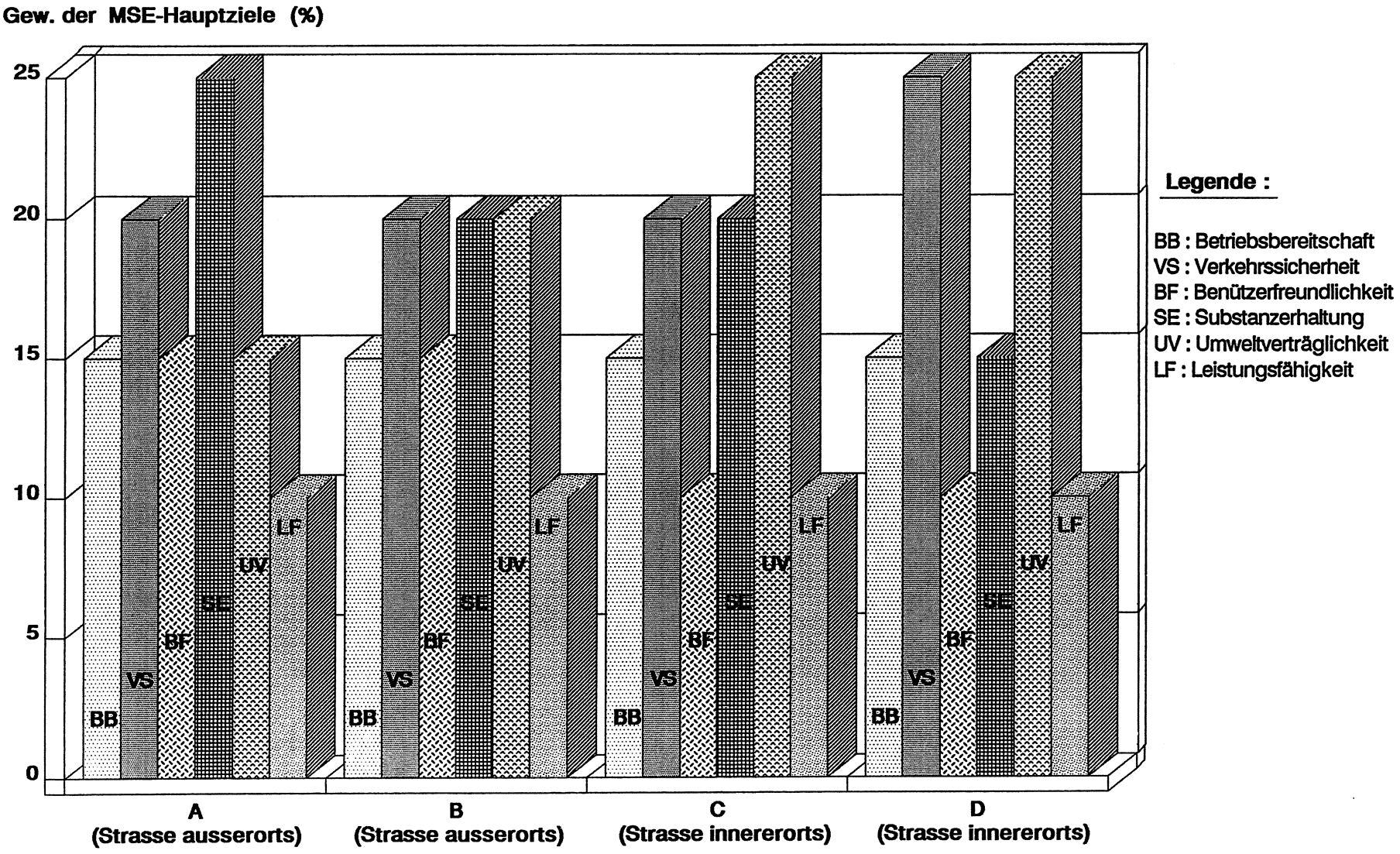


Abb. 4.1 : Neue Vorschläge zur Gewichtung der MSE-Hauptziele für das Verfahren Dringlichkeitsreihung

B6:\DR-125, A. Rafi

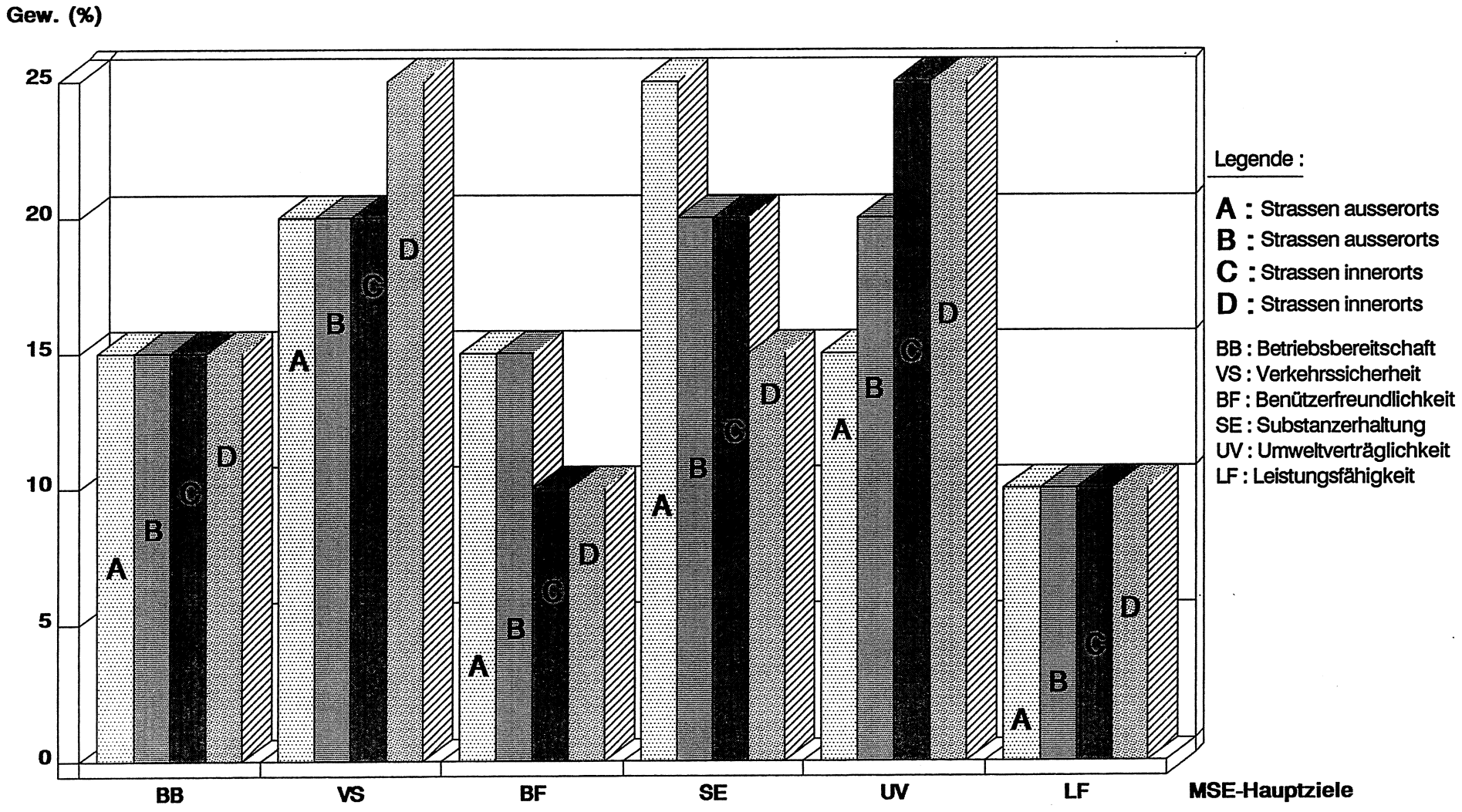


Abb. 4.2 : Variation der Gewichtung der MSE- Hauptziele für das Verfahren Dringlichkeitsreihung (gemäss neuen Vorschlägen)

B6:\DR-123, A. Rafi

MSE-Hauptziel	Nr.	Zustandsmerkmale	Zustandsindikatoren			Zielerreichungsgrad einzelner Merkmale: sehr gut (Abnahmewert) 100 %	gut 80 %	mittel 60 %	schlecht (Warngrenze) 40 %	sehr schlecht (Eingreifsgrenze) 20 %	0 %
Betriebsbereitschaft (BB)	1	Verkehrsfluss	Fahrzeit (t)			$t \leq t_{Proj.}$	t bis 120%	t zw. 120 % und 140 % $t_{Proj.}$	t zw. 140 % und 200 % $t_{Proj.}$	$t > 200$ %	
	2	Funktionstüchtigkeit	subjektiv nach Kontrolle zu beurteilen			funktioniert ohne Störung	kleinere, nicht häufige Störungen	kleinere, häufige Störungen	grössere Störungen	funktionsunfähig	
	3	Betriebl. Zustand	Fahrzeit (t)			$t \leq t_{Proj.}$	t bis 120%	t zw. 120 % und 140 % $t_{Proj.}$	t zw. 140 % und 200 % $t_{Proj.}$	$t > 200$ %	
Verkehrssicherheit (VS)	4	Griffigkeit	μ nach Messung mit SKIDOMETER (SNV-640511a)	normale Verhältnisse	$V_Z > 100$ km/h	≥ 0.36	0.36 - 0.38	0.34 - 0.36	0.32 - 0.34	≤ 0.32	
					$60 < V_Z \leq 100$	≥ 0.45	0.43 - 0.45	0.41 - 0.43	0.39 - 0.41	≤ 0.39	
					$V_Z \leq 60$	≥ 0.52	0.52 - 0.54	0.50 - 0.52	0.48 - 0.50	≤ 0.48	
				schwierige Verhältnisse [1]	$V_Z > 100$ km/h	≥ 0.42	0.40 - 0.42	0.38 - 0.40	0.36 - 0.38	≤ 0.36	
					$60 < V_Z \leq 100$	≥ 0.49	0.45 - 0.49	0.45 - 0.47	0.43 - 0.45	≤ 0.43	
					$V_Z \leq 60$	≥ 0.58	0.56 - 0.58	0.54 - 0.56	0.52 - 0.54	≤ 0.52	
			SRT - Pendel / Ausflussmesser (SNV - 640511a)			"Bereich P" (gemäss Norm)	"Bereich P" (gemäss Norm)	"Bereich P" (gemäss Norm)	" Bereich S" (gemäss Norm)	" Bereich N" (gemäss Norm)	
	5	Entwässerung (Wasserrückhalt)	subjektiv nach Kontrolle zu beurteilen			funktioniert ohne Störung	kleinere, nicht häufige Störungen	kleinere, häufige Störungen	grössers Störungen	funktionsunfähig	
	6	Unfallhäufigkeit	Anzahl ähnlicher Unfälle, Anzahl ähnlicher Unfallursachen			$3 \geq$	$5 \geq$, > 3	$8 \geq$, > 5	$10 \geq$, > 8	> 10	

1) - Längsneigung > 6 % auf mehr als 100 m
- Kurven mit R < 200 m
- Exponierte Stellen

Tabelle 4.1 : Umfassende Bewertungstabelle des Strassenzustandes (Teil I)

B6:\BEWERT28, A. Rafi

MSE-Hauptziel	Nr.	Zustandsmerkmale	Zustandsindikatoren		Zielerreichungsgrad einzelner Merkmale				
					sehr gut (Abnahmewert) 100 %	gut 80 %	mittel 60 %	schlecht (Warngrenze) 40 %	sehr schlecht (Eingreifsgrenze) 20 % 0 %
Benützerfreundlichkeit (BF)	7	Ebenheit längs (SNV-640521a)	W (Winkelwert) ‰	$V_A \geq 80$ km/h	0 - 4	4 - 7	7 - 10	10 - 20	≥ 20
				$V_A < 80$	0 - 5	5 - 9	9 - 14	14 - 28	≥ 28
			SW (Standardabweichung) ‰	$V_A \geq 80$	0 - 0.6	0.6 - 1.2	1.2 - 1.8	1.8 - 5.5	≥ 5.5
				$V_A < 80$	0 - 0.7	0.7 - 1.5	1.5 - 2.2	2.2 - 6.0	≥ 6.0
	8	Ebenheit quer (Spurrinnen) (SNV-640521a)	T, t (mm)	$V_A \geq 80$	$T \leq 2$	$2 < T \leq 4$	$T > 4$ $t < 3$	$3 \leq t < 4$	$t \geq 4$
				$V_A < 80$	$T \leq 3$	$3 < T \leq 6$	$T > 6$ $t < 5$	$5 \leq t < 8$	$t \geq 8$
	9	Schlaglöcher, Flickstellen	Flächenanteil der geschädigten Fahrbahn (%)	$V_A \geq 80$	-	≤ 5	5 - 10	10 - 15	$15 \leq$
				$V_A < 80$	-	≤ 7	7 - 15	15 - 25	$25 \leq$
Substanzerhaltung (SE)	10	Oberflächenzustand: Porosität, Ausmagerungen, Schwitzen, Absanden Verschleiss, Andere Oberflächenschäden	Flächenanteil der geschädigten Fahrbahn (%)	$V_A \geq 80$	-	≤ 5	5 - 10	10 - 15	$15 \leq$
				$V_A < 80$	-	≤ 7	7 - 15	15 - 25	$25 \leq$
	11	Rissbildung (Netz- und Einzelrisse)	Flächenanteil der gerissenen Fahrbahn (%)	$V_A \geq 80$	-	vereinzelte Stellen	≤ 5	5 - 10	$10 \leq$
				$V_A < 80$	-	vereinzelte Stellen	≤ 10	10 - 15	$15 \leq$
	12	Tragfähigkeit/ Deflektion (nur für flexiblen Oberbau)	CV (Variantenkoeffizient), (%) SNV - 640738 SNV - 670362		≤ 20	$20 < CV \leq 30$	$30 < CV \leq 40$	$40 < CV \leq 50$	$50 <$

Tabelle 4.1 : Umfassende Bewertungstabelle des Strassenzustandes (Teil II)

B6:\BEWERT29, A. Rafi

MSE-Hauptziel	Nr.	Zustandsmerkmale	Zustandsindikatoren		Zielerreichungsgrad einzelner Merkmale: sehr gut (Abnahmewert) 100 %	gut 80 %	mittel 60 %	schlecht (Warngrenze) 40 %	sehr schlecht (Eingreifsgrenze) 20 % / 0 %
Umweltverträglichkeit (UV)	13	Lärm	Dezibel (gemessen im bestimmten Abstand zur Strassenachse)		50 >	51 - 60	61 - 70	71 - 80	> 80
	14	Abgase	Anteil verschiedener Gase in der Luft (gemessen im bestimmten Abstand zur Strassenachse)	CO Carbon Monoxide					
				SO2 Schwefel Dioxide					
				NOx Nitrogen Oxides					
				HC Hydrocarbones					
				Pb Blei					
				Staub und andere Partikeln (Asbest)					
	15	Erschütterungen	noch festzulegen (Schwingungen ?)		keine	selten	teilweise	häufig	ständig
Leistungsfähigkeit (LF)	16	Geometrie	Stau - Häufigkeit pro Woche (Wartezeit > 1 h)		keine	1 - 2	3 - 6	7 - 10	> 10
	17	Baulicher Zustand	Stau - Häufigkeit pro Woche (Wartezeit > 1 h)		keine	1 - 3	4 - 8	8 - 14	> 14
	18	Sichtweite	Anhaltesichtweite "s" (m)		$s \geq s_{Proj.}$	s = 90-100 % von $s_{Proj.}$	s = 75-90 % von $s_{Proj.}$	s = 50-75 % von $s_{Proj.}$	$s < 50\% \, s_{Proj.}$

Tabelle 4.1 : Umfassende Bewertungstabelle des Strassenzustandes (Teil III)

B6:\BEWERT30, A. Rafi

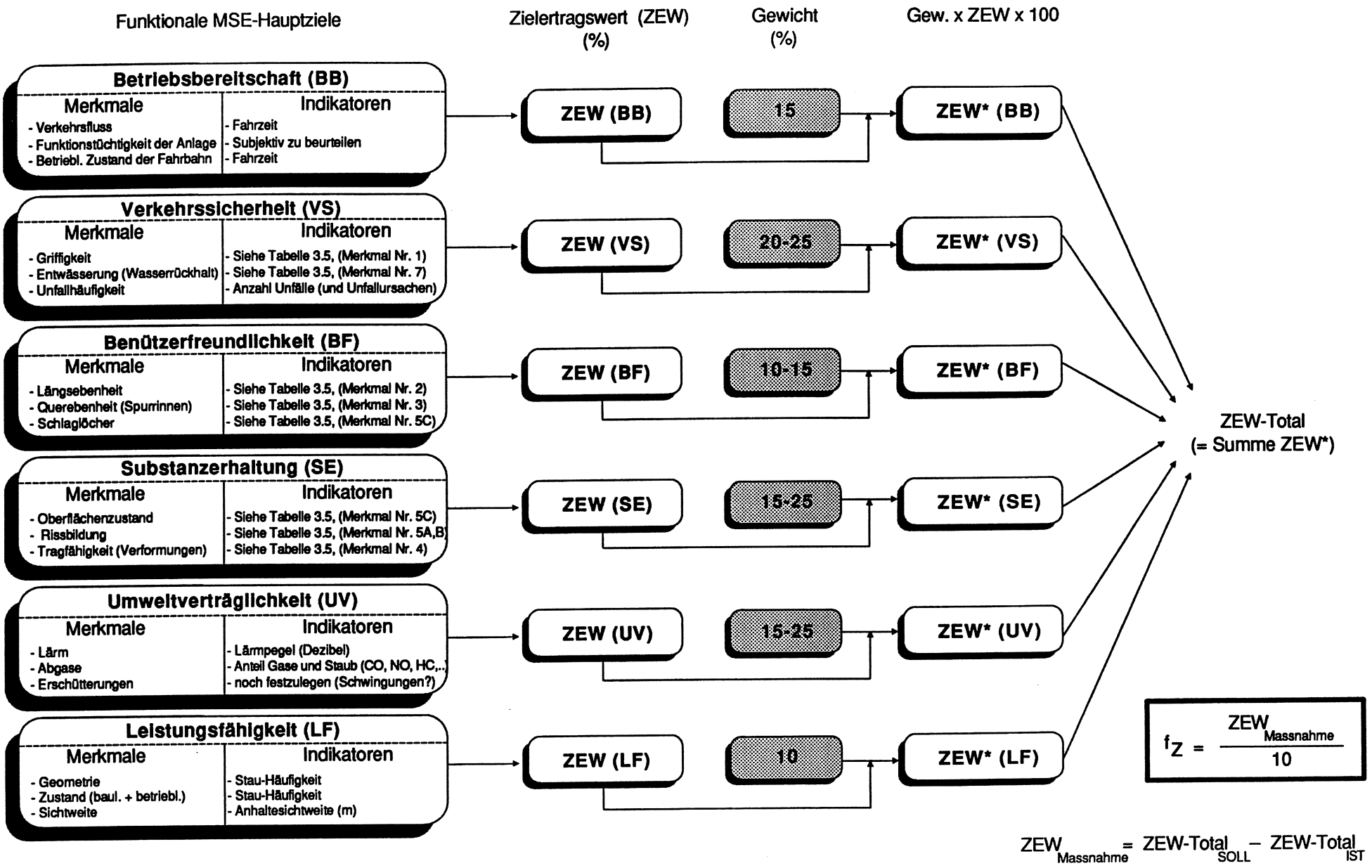


Abb. 4.3 : Berechnungsverfahren des momentanen Zielerreichungsgrades des Strassenabschnittes

Rechengang zur Bestimmung von f_Z

1. Wahl des Gewichtsverteilungsmodelles (A, B, C oder D)

2. Ermittlung des ZEW des Strassenabschnittes im IST-Zustand (vor der Durchführung der Erhaltungsmassnahme), als Summe aller ZEW der sechs funktionalen MSE-Hauptziele gemäss der Bewertungstabelle und der Gewichtsverteilung

$$ZEW_{IST\text{-}Total} = ZEW_{BB} + ZEW_{VS} + ZEW_{BF} + ZEW_{SE} + ZEW_{UV} + ZEW_{LF}$$

$$ZEW_{BB} = ZEW_{krit.\ Merkmal\ BB} \times Gew._{BB}$$

$$ZEW_{VS} = ZEW_{krit.\ Merkmal\ VS} \times Gew._{VS}$$

$$ZEW_{BF} = ZEW_{krit.\ Merkmal\ BF} \times Gew._{BF}$$

$$ZEW_{SE} = ZEW_{krit.\ Merkmal\ SE} \times Gew._{SE}$$

$$ZEW_{UV} = ZEW_{krit.\ Merkmal\ UV} \times Gew._{UV}$$

$$ZEW_{LF} = ZEW_{krit.\ Merkmal\ LF} \times Gew._{LF}$$

3. Ermittlung des ZEW des Strassenabschnittes im SOLL-Zustand (nach der Durchführung der Erhaltungsmassnahme und zwar durch Einschätzung des zu erwarteten Zustandes), analog zum Punkt 2 !

4. Berechnung des $ZEW_{Massnahme}$ als Differenz zwischen ZEW_{SOLL} und ZEW_{IST} :

$$ZEW_{Massnahme} = ZEW_{SOLL} - ZEW_{IST}$$

5. Ermittlung von f_Z durch die Formel :

$$f_Z = \frac{ZEW_{Massnahme}}{10}$$

(10 = Minimum der Gewichte der sechs funktionalen MSE-Hauptziele)

4.3.2 Funktionelle Bewertung der Strassenabschnitte

Die Erprobung des ursprünglich unterbreiteten Vorschlages in den sechs ausgewählten Strassenverwaltungen zeigte, dass die darin enthaltenen Kriterien (und Sub-Kriterien) zur funktionellen Bewertung der Strassenabschnitte die gesetzten Anforderungen erfüllen und deshalb beizubehalten sind.

Ihre Gewichtung sowie die Noten ihrer Ausprägungen (verantwortlich für die Bestimmung des Zielertragswertes) können hingegen nicht als fixe Parameter gelten und sollen von Fall zu Fall variiert werden.

Es soll vor allem den weniger stark befahrenen Strassen und generell den Innerorts-Strassen grössere Bedeutung (für den Vergleich mit den Hochleistungsstrassen) beigemessen werden. Somit soll die Dringlichkeit einer Massnahme weniger stark von der Verkehrsbelastung (DTV) abhängig werden.

4.3.2.1 Neue Vorschläge zur Gewichtung der Kriterien

Die oben erwähnten Feststellungen führten zum Ausarbeiten neuer Vorschläge zur funktionellen Bewertung der Strassenabschnitte. Diese Vorschläge sind in den Tabellen 4.2 bis 4.5 aufgezeigt. Es bleibt wiederum dem Entscheidungsträger vorbehalten sich für eine dieser Möglichkeiten (oder auch andere) zu entscheiden.

In der Tabelle 4.6 ist der ursprüngliche Vorschlag zum Vergleich nochmals dargestellt.

Die Abb. 4.3a stellt die vorgenommene Variation der Gewichtung der Kriterien zur funktionellen Bewertung der Strassenabschnitte anschaulich dar.

Kriterien Nr.		Gew. %	Sub-Kriterien Nr.		Ausprägungen				
1	Verkehrs-funktion	25	1a	Regionaler Charakter	Ueberregionale Strassen	Regionale Hauptverkehrs-strassen	Regionale Verkehrsstrassen	Lokale Strassen	
				Note	10	9	7	5	
		30	1b	Netz-funktion	Hochleistungs-strassen	Hauptverkehrs-strassen	Sammel-strassen	Erschliessungs-strassen	
	Gew. = 55%			Note	10	9	7	5	
2	Verkehrs-belastung	15	2a	DTV (Total, in beiden Richtungen)	≥ 30000	< 30000, ≥ 20000	< 20000, ≥ 10000	< 10000, ≥ 5000	< 5000
				Note	10	9	8	7	6
		10	2b	Schwer-verkehr (LKW über 5 t und Busse)	≥ 1500	< 1500, ≥ 1000	< 1000, ≥ 500	< 500, ≥ 250	< 250
	Gew. = 25%			Note	10	8	6	4	2
3	Geschwin-digkeit (km/h)	10	3a	V_A (Ausbau-geschwindig-keit)	≥ 120	< 120, ≥ 90	< 90, ≥ 60	< 60	
				Note	10	9	7	5	
		10	3b	V_Z (Zulässige Höchstgesch-windigkeit)	≥ 100	< 100, ≥ 80	< 80, ≥ 60	< 60	
	Gew. = 20%			Note	10	9	8	7	
Summe Gew. = 100									

S = Σ (Gew. X Note)	880 < S ≤ 1000	750 < S ≤ 880	630 < S ≤ 750	505 ≤ S ≤ 630
Strassenkategorie	I	II	III	IV

Tabelle 4.2 : Funktionelle Bewertung der Strassenabschnitte (Vorschlag A)

Kriterien Nr.		Gew. %	Sub-Kriterien Nr.		Ausprägungen				
1	Verkehrs-funktion	20	1a	Regionaler Charakter	Ueberregionale Strassen	Regionale Hauptverkehrs-strassen	Regionale Verkehrsstrassen	Lokale Strassen	
				Note	10	9	7	5	
		20	1b	Netz-funktion	Hochleistungs-strassen	Hauptverkehrs-strassen	Sammel-strassen	Erschliessungs-strassen	
	Gew. = 40%			Note	10	9	7	5	
2	Verkehrs-belastung	15	2a	DTV (Total, in beiden Richtungen)	≥ 30000	< 30000, ≥ 20000	< 20000, ≥ 10000	< 10000, ≥ 5000	< 5000
				Note	10	9	8	7	6
		15	2b	Schwer-verkehr (LKW über 5 t und Busse)	≥ 1500	< 1500, ≥ 1000	< 1000, ≥ 500	< 500, ≥ 250	< 250
	Gew. = 30%			Note	10	8	6	4	2
3	Geschwin-digkeit (km/h)	15	3a	V_A (Ausbau-geschwindig-keit)	≥ 120	< 120, ≥ 90	< 90, ≥ 60	< 60	
				Note	10	9	7	5	
		15	3b	V_Z (Zulässige Höchstgesch-windigkeit)	≥ 100	< 100, ≥ 80	< 80, ≥ 60	< 60	
	Gew. = 30%			Note	10	9	8	7	
Summe Gew. = 100									

$S = \Sigma$ (Gew. X Note)	$875 \leq S \leq 1000$	$750 \leq S \leq 875$	$625 \leq S \leq 750$	$500 \leq S \leq 625$
Strassenkategorie	I	II	III	IV

Tabelle 4.3 : Funktionelle Bewertung der Strassenabschnitte (Vorschlag B)

Kriterien Nr.		Gew. %	Sub-Kriterien Nr.		Ausprägungen				
1	Verkehrs-funktion	30	1a	Regionaler Charakter	Ueberregionale Strassen	Regionale Hauptverkehrs-strassen	Regionale Verkehrsstrassen	Lokale Strassen	
				Note	10	9	7	5	
		25	1b	Netz-funktion	Hochleistungs-strassen	Hauptverkehrs-strassen	Sammel-strassen	Erschliessungs-strassen	
	Gew. = 55%			Note	10	9	7	5	
2	Verkehrs-belastung	10	2a	DTV (Total, in beiden Richtungen)	≥ 30000	< 30000, ≥ 20000	< 20000, ≥ 10000	< 10000, ≥ 5000	< 5000
				Note	10	9	8	7	6
		10	2b	Schwer-verkehr (LKW über 5 t und Busse)	≥ 1500	< 1500, ≥ 1000	< 1000, ≥ 500	< 500, ≥ 250	< 250
	Gew. = 20%			Note	10	8	6	4	2
3	Geschwin-digkeit (km/h)	15	3a	V_A (Ausbau-geschwindig-keit)	≥ 120	< 120, ≥ 90	< 90, ≥ 60	< 60	
				Note	10	9	7	5	
		10	3b	V_Z (Zulässige Höchstgesch-windigkeit)	≥ 100	< 100, ≥ 80	< 80, ≥ 60	< 60	
	Gew. = 25%			Note	10	9	8	7	
Summe Gew. = 100									

$S = \Sigma$ (Gew. X Note)	$890 < S \leq 1000$	$770 < S \leq 890$	$650 < S \leq 770$	$530 \leq S \leq 650$
Strassenkategorie	I	II	III	IV

Tabelle 4.4 : Funktionelle Bewertung der Strassenabschnitte (Vorschlag C)

Kriterien Nr.		Gew. %	Sub-Kriterien Nr.		Ausprägungen				
1	Verkehrs-funktion	25	1a	Regionaler Charakter	Ueberregionale Strassen	Regionale Hauptverkehrs-strassen	Regionale Verkehrsstrassen	Lokale Strassen	
				Note	10	9	7	5	
		25	1b	Netz-funktion	Hochleistungs-strassen	Hauptverkehrs-strassen	Sammel-strassen	Erschliessungs-strassen	
	Gew. = 50%			Note	10	9	7	5	
2	Verkehrs-belastung	15	2a	DTV (Total, in beiden Richtungen)	≥ 30000	< 30000, ≥ 20000	< 20000, ≥ 10000	< 10000, ≥ 5000	< 5000
				Note	10	9	8	7	6
		10	2b	Schwer-verkehr (LKW über 5 t und Busse)	≥ 1500	< 1500, ≥ 1000	< 1000, ≥ 500	< 500, ≥ 250	< 250
	Gew. = 25%			Note	10	8	6	4	2
3	Geschwin-digkeit (km/h)	15	3a	V_A (Ausbau-geschwindig-keit)	≥ 120	< 120, ≥ 90	< 90, ≥ 60	< 60	
				Note	10	9	7	5	
		10	3b	V_Z (Zulässige Höchstgesch-windigkeit)	≥ 100	< 100, ≥ 80	< 80, ≥ 60	< 60	
	Gew. = 25%			Note	10	9	8	7	
Summe Gew. = 100									

S = Σ (Gew. X Note)	880 ≤ S ≤ 1000	750 ≤ S ≤ 880	630 ≤ S ≤ 750	505 ≤ S ≤ 630
Strassenkategorie	I	II	III	IV

Tabelle 4.5 : Funktionelle Bewertung der Strassenabschnitte (Vorschlag D)

Kriterien Nr.		Gew. %	Sub-Kriterien Nr.		Ausprägungen				
1	Verkehrs-funktion	25	1a	Regionaler Charakter	Ueberregionale Strassen	Regionale Hauptverkehrs-strassen	Regionale Verkehrsstrassen	Lokale Strassen	
				Note	10	8	5	2	
		15	1b	Netz-funktion	Hochleistungs-strassen	Hauptverkehrs-strassen	Sammel-strassen	Erschliessungs-strassen	
	Gew. = 40%			Note	8	6	5	3	
2	Verkehrs-belastung	20	2a	DTV (Total, in beiden Richtungen)	≥ 30000	< 30000, ≥ 20000	< 20000, ≥ 10000	< 10000, ≥ 5000	< 5000
				Note	10	8	6	4	2
		15	2b	Schwer-verkehr (LKW über 5 t und Busse)	≥ 1500	< 1500, ≥ 1000	< 1000, ≥ 500	< 500, ≥ 250	< 250
	Gew. = 35%			Note	10	8	6	4	2
3	Geschwin-digkeit (km/h)	15	3a	V_A (Ausbau-geschwindig-keit)	≥ 120	< 120, ≥ 90	< 90, ≥ 60	< 60	
				Note	10	8	7	5	
		10	3b	V_Z (Zulässige Höchstgesch-windigkeit)	≥ 100	< 100, ≥ 80	< 80, ≥ 60	< 60	
	Gew. = 25%			Note	10	8	7	5	
Summe Gew. = 100									

S = Σ (Gew. X Note)	800 ≤ S ≤ 970	630 ≤ S ≤ 800	460 ≤ S ≤ 630	290 ≤ S ≤ 460
Strassenkategorie	I	II	III	IV

Tabelle 4.6 : Funktionelle Bewertung der Strassenabschnitte (ursprünglicher Vorschlag)

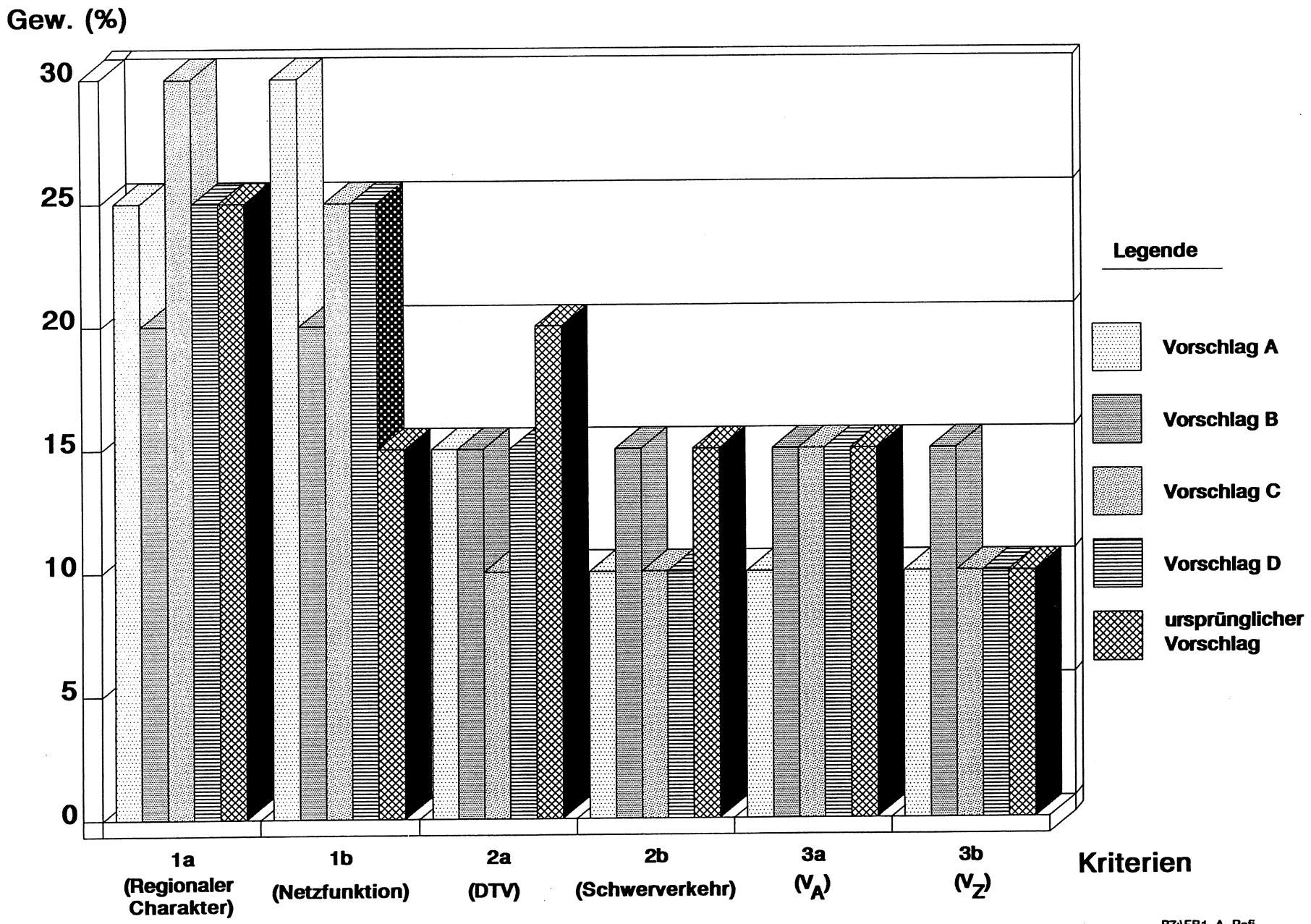


Abb. 4.3 a : Variation der Gewichtung der Kriterien zur funktionellen Bewertung der Strassenabschnitte

B7:\FB1, A. Rafi

4.3.2.2 Berechnung des "Kategorien"-Faktors f_k

Die Ermittlung des Dringlichkeitswertes einer Erhaltungsmassnahme setzt die Bestimmung des (bereits behandelten) Zielfaktors f_z und des Kategorien-Faktors f_k voraus.

Der Faktor f_k bezieht sich auf die Kategorie des Strassenabschnittes, für welchen die Erhaltungsmassnahme vorgesehen ist. Der f_k hängt direkt vom Wert der funktionellen Bewertung des Strassenabschnittes ab und lässt sich durch die nachfolgende Formel berechnen:

$$f_k = \frac{s}{s_{min}}$$

s = Wert der funktionellen Bewertung des Strassenabschnittes
= Σ (Gew. x Note), siehe Tabelle 4.2 bis 4.6

s = theoretischer Minimalwert von s (z.B. für den Vorschlag A, Tabelle 4.2, beträgt s_{min} = 505).

4.3.3 Berechnung des Dringlichkeitswertes ρ

Der Dringlichkeitswert der Erhaltungsmassnahme lässt sich durch die Formel

$$\rho = (f_z).(f_k)^2$$

berechnen.

Die Gültigkeit dieser Formel bleibt auch nach deren Erprobung in der Praxis bestehen. Durch die vorgeschlagenen neuen Kriterien-Gewichtung bei der funktionellen Bewertung der Strassenabschnitte wird die ursprüngliche Dominanz von höher klassierten Abschnitten dezimiert. Weiter konnte festgestellt werden, dass die Einfachheit dieser Formel und damit ihre "Benutzerfreundlichkeit" ihre Anwendung in der Praxis fördern können.

Des weiteren kann, wegen der Unabhängigkeit des Faktors f_k vom aktuellen Zustand der Strasse, die funktionelle Bewertung aller Abschnitte im Strassennetz im voraus durchgeführt werden. Domit kann das Strassennetz nach den Kategorien seiner Abschnitte definiert werden. Dieses Netz bildet sowohl die Grundlage für die Dringlichkeitsreihung, als auch für das Ausarbeiten von Erhaltungsstrategien (differenziert nach Kategorien).

Die so erfolgte funktionelle Bewertung gilt als ein "fixer" Parameter, der nach allen 3 bis 5 Jahren neu zu ermitteln ist (wegen der anzunehmenden Veränderung der Verkehrsbelastung).

4.4 Anwendung der Methode der Zustandserfassung und -bewertung

Die, in den Abschnitten 3.6.2.3 und 3.6.2.4 dieses Berichtes präsentierte Methode zur systemorientierten Erfassung und Bewertung des Strassenzustandes beruht auf den heute gültigen SNV-Normen. Die Einführung von 5 Bewertungsbereichen (sehr gut bis sehr schlecht) ermöglicht den Strassenverwaltern eine differenziertere Beurteilung des Strassenoberbaus. Dieser Vorschlag zur Bewertung des Strassenzustandes wurde durch die ausgewählten Strassenverwaltungen nach dessen Ueberprüfung als praxisgerecht und einfach beurteilt. Mit dieser Methode (Tabelle 3.5) ist jedoch nur die Bewertung des baulichen Zustandes des Strassenabschnittes möglich, also nur die Ermittlung des Erreichungsgrades der Ziele "Substanzerhaltung", "Benutzerfreundlichkeit" und teilweise auch "Verkehrssicherheit". Da aber die Erhaltungsmassnahmen noch andere Auslöser (neben der Sanierung ihrer Substanz) haben können, empfiehlt es sich die Bewertung des Zustandes nach allen dieser Kriterien zu erweitern.

Im Abschnitt 4.3.1 dieses Berichtes zeigt die Tabelle 4.1 eine Möglichkeit zur "umfassenden" Bewertung des Zustandes des Strassenoberbaues (mit bituminösem Belag) auf. Darin sind die Grenzwerte der verschiedenen Zustandsbereiche aufgeführt.

Diese Tabelle stützt sich weitgehend auf die ursprüngliche Methode (Tabelle 3.5) sowie auf die Ergebnisse der Zusammenarbeit mit den ausgewählten Strassenverwaltungen und nicht zuletzt auf die neuen Erkenntnisse aus der Forschung und Praxis.

Die Tabelle 4.1 ermöglicht sowohl eine integrale (nach Erfüllung aller aufgeführten Ziele), als auch eine partielle Zustandsbewertung (nach Erfüllung ausgewählter Ziele) des Strassenoberbaues und soll nach genügender Erprobung in der Praxis als Grundlage für ähnliche Tabellen dienen, welche für die Bewertung anderer Belagssorten und anderer Anlagenteile der Strasse zu erarbeiten sind.

4.5 Spezifische Anforderungen der Strassenverwaltungen an das MSE-System

Im Abschnitt 3.4 dieses Berichtes wurden die generellen Anforderungen, welche u.a. durch die Strassenverwaltungen an das MSE-System gestellt werden können, erwähnt. In diesem Abschnitt stellen wir die spezifischen Anforderungen der sechs ausgewählten Strassenverwaltungen an das MSE-System und an bestimmte Elemente davon dar.

spezifischen Anforderungen der sechs ausgewählten Strassenverwaltungen an das MSE-System und an bestimmte Elemente davon dar.

Einleitend wird bemerkt, dass diese Anforderungen seitens der kantonalen und städtischen Strassenverwaltungen aufgrund ihrer unterschiedlichen Bedürfnisse nicht überall ganz identisch sind, so dass die einzuführenden MSE-Systeme dieser Verwaltungen dementsprechend unterschiedliche Merkmale aufweisen werden.

4.5.1 Anforderungen der kantonalen Strassenverwaltungen

Diese lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Möglichkeit zur sukzessiven Integration aller Teile der Strassenverkehrsanlagen

- Möglichkeit zur Integration weiterer Netze (Radwege)

- Aufbau-Organisation soll möglichst wenige Aenderungen erfahren

- Das MSE-Element Strassendatenbank soll benutzerfreundlich (einfach bedienbar und wenig aufwendig) sein

- Den "kleineren" Strassen (lokale Strassen mit wenig DTV) soll im Verfahren der Dringlichkeitsreihung grösseres Gewicht als bisher eingeräumt werden.

Zu bemerken ist, dass diese Anforderungen weitgehend in unsere System-Entwicklung eingeflossen sind und dass das erarbeitete Zielsystem alle gewünschten "Erweiterungsmöglichkeiten" zulässt. Die Beständigkeit der Aufbau-Organisation nach der Einführung des MSE-Systems hängt aber auch von ihrer Eignung bzgl. Erreichung der gesetzten Ziele ab. Wenn die Ueberprüfungen, welche vor der Einführung des MSE bei jeder Strassenverwaltung erforderlich sind, eine begrenzte Reorganisation als vorteilhaft erachten, dann sollen die entsprechenden Massnahmen angeordnet oder eingeleitet werden.

4.5.2 Anforderungen der städtischen Strassenverwaltungen

Die städtischen Strassenverwaltungen haben ähnliche Anforderungen wie die kantonalen Verwaltungen an das MSE-System gesetzt. Zudem sind folgende zusätzlichen Anforderungen der städtischen Verwaltungen gemeldet worden:

- Das Zielsystem soll dem Aspekt "Koordination" zwischen verschiedenen städtischen Verwaltungseinheiten Rechnung tragen.

- Ins MSE-System sollen die Werkleitungen integriert werden.

- Strassen mit Pflasterungen sowie andere "städtische" Beläge sollen durch das System berücksichtigt werden.

- Das Zielsystem sollte (später) auf weitere Tätigkeiten der städtischen Tiefbauämter ausgedehnt werden.

4.6 Probleme der MSE-Einführung

Die Bekanntschaft mit dem MSE-Konzept (Ziele, Abläufe, Instrumente, Tragweite, Vorteile, ...) zusammen mit der Erprobung einiger seiner Ansätze (Dringlichkeitsreihung, ...) haben die sechs ausgewählten Strassenverwaltungen zu folgenden (noch relativ hypothetischen) Aussagen bezüglich Probleme seiner vollständigen Einführung veranlasst.

Kanton Basel-Landschaft:

Der Kanton BL sieht das Hauptproblem in noch fehlenden einfachen Datenbank-Anwenderprogrammen. Für den Kanton BL sind die flächendeckenden Datenbanksysteme nicht die richtige Lösung für das MSE, und die allzulange Entwicklungszeit (bis 10 Jahre) dieser DB-Systeme bildet ein zu grosses Hindernis, um das Personal zu motivieren. Ansonsten wurden seitens des Kantons BL keine Probleme bei der Einführung des MSE gemeldet.

Kanton Genf

Der Kanton Genf sieht die Einführungsprobleme vom MSE in folgenden Bereichen:

- Budget (Genehmigung der notwendigen Mittel durch die Politiker)
- Motivation des Personals (vor allem bei den älternen Mitarbeitern)
- noch fehlende Strategien zur Strassenerhaltung (auf politischer Ebene)
- Disposition des Personals (Mitarbeiter sind zu wenig flexibel, um für neue Aufgaben eingesetzt zu werden).

"Damit wird hervorgerufen, dass die vom Kanton GE aufgezählten Probleme sich auf politischer bzw. organisatorischer Ebene abspielen. Für die politische Ebene soll die gezielte Informationspolitik der Strassenverwaltungen sorgen. Die Probleme der organisatorischen Ebene lassen sich durch Massnahmen zur Aus- und Weiterbildung des Personals (Erhöhung ihrer Einsatz-Flexibilität und auch Motivation) lösen."

Kanton Graubünden

Der Kanton GR sieht generell keine Probleme bei der Einführung des MSE. Er möchte jedoch, dass das Konzept wegen unterschiedlicher Sprachgebiete "regionalisiert" und zudem für den Kanton GR auf Be-

zirksebene eingeführt wird. Dabei soll auch keine Personalaufstockung erforderlich werden.

"Zu bemerken ist, dass der Kanton GR bei der Erprobung der Konzept-Ansätze sehr intensiv mitgewirkt hat und dadurch ziemlich viele Informationen für die verschiedenen MSE-Komponenten gewinnen konnte. Als Beispiel sei hier die Dringlichkeitsreihung der Massnahmen an der Julierstrasse zu erwähnen, welche nach mehreren Gewichtsverteilungen der Hauptziele erfolgte, die gleichzeitig auch die Probleme der Mitarbeiter im Umgang mit der neuen Methode aufzeigte."

Kanton St. Gallen

Für den Kanton SG wird die Einführung des MSE mit folgenden Problemen behaftet sein:

- Es fehlen noch konkrete Datenbank-Programme.
- Die Bewertung des Strassenzustandes soll den unterschiedlichen Typen der Strasse gerecht werden.
- Es können ev. Budget-Probleme auftauchen.

Diese Probleme würden jedoch den Kanton SG nicht hindern, das MSE-System einzuführen und zwar in erster Linie für sein Nationalstrassennetz.

Stadt Fribourg

Die Stadt Fribourg sieht zwei Probleme bei der Einführung von MSE. Diese sind:

- Motivation der Mitarbeiter (vor allem der höheren Angestellten)
- Fehlen eines Datenbank-Konzeptes.

Zudem möchten sie das Zielsystem auf verkehrsberuhigende Massnahmen auf Innerortsstrassen erweitern.

"Zur Motivation der Mitarbeiter können die gezielte Information sowie ihre Aus- und Weiterbildung dienen.
Dem Aspekt "Verkehrsberuhigung" kann bei der Formulierung der operativen Ziele (für das Hauptziel "Betriebsbereitschaft") Rechnung getragen werden."

Stadt Lugano

Für die Stadt Lugano könnte die Einführung des MSE ebenfalls wie bei der Stadt Fribourg bzgl. Motivation des Personals sowie des Fehlens eines Datenbank-Konzeptes problematisch werden. Zusätzlich sieht die Stadt Lugano noch gewisse Schwierigkeiten bei der Aus- und Weiterbildung ihrer Mitarbeiter sowie bei der Frage der Zustandserfassung (wo soll was visuell und wo bzw. wie sollen messtechnisch Daten erhoben werden?).

Zusammenfassung

Die von den sechs ausgewählten Strassenverwaltungen aufgezählten Probleme, welche bei der Einführung des MSE zu erwarten wären, sind in erster Linie auf Führungsebene zu lösen. Es muss v.a. durch transparente Informationspolitik, flankiert mit gezielter Aus- und Weiterbildung des Personals dafür gesorgt werden, sowohl die Motivation als auch das Vertrauen der Mitarbeiter zu fördern bzw. zu gewinnen.

Die anderen Probleme, wie Sicherung der Mittel oder Einführung von benutzerfreundlichen Datenbanken, lassen sich viel einfacher lösen. Die erfolgte Beurteilung ist aber u.E. eine positive Begutachtung bzgl. Einführung des MSE und es liegt an den Verwaltungen (und ebenfalls an uns als Systementwickler und -berater) die ersten Schritte in Richtung Einführung des MSE zu unternehmen. Wir sehen unsere Aufgabe v.a. in der Uebermittlung des MSE-Know-how an die Mitarbeiter der Strassenverwaltungen im Rahmen ihrer verwaltungsspezifischen Aus- und Weiterbildung.

Management der Strassenerhaltung (MSE)

Kapitel 5

Schritte zur Einführung des MSE in die Praxis

5. Schritte zur Einführung des MSE-Systems in die Praxis

5.1 Einleitung

Das MSE-System beinhaltet neben den technisch-funktionalen Optimierungseigenschaften zur Problemlösung auch Instrumente (Konzepte) zur Unterstützung der Führung und Organisation der Strassenverwaltung. Die letzteren lassen sich am deutlichsten in den Begriffen der MSE-Hauptziele Informationspolitik, Wissensstand und Mittelbewirtschaftung ausdrücken.

Diese Tatsache führt dazu, dass die Schritte, welche die Verwaltungen zur Einführung des MSE-Systems unternehmen müssen, auf verschiedenen "Ebenen" zu erfolgen haben. Diese "Ebenen" sind: Führung, Organisation und Technik.

Die Abb. 5.1 zeigt diese Schritte auf. Dabei wird ersichtlich, dass zuerst gewisse Vorbereitungen zu treffen sind, welche durch die Verantwortlichen der Verwaltung vorgenommen werden müssen. Diese Aufgaben umfassen die Sicherstellung der politisch-rechtlichen und finanziellen Mittel sowie Ernennung eines Projektleiters, Bildung eines Projektteams (mit dazugehöriger Aufgaben- und Kompetenzverteilung) und die eigentliche Projektplanung. Diese Projektplanung (Projekt: Einführung des MSE-Systems) geschieht im Rahmen des Projektmanagements, welche hauptsächlich Projektplanung und -steuerung umfasst. Die Abb. 5.2 zeigt die allgemeinen Funktionen des Projektmanagements auf. Diese gelten auch für die Einführung des MSE als ein Projekt.

In der Abb. 5.1 wird das Projektmanagement durch die "Bildung des Projektteams", die "Projektplanung" und Schritte der "Ablauf-Organisation" repräsentiert. Dabei gilt die "Bildung des Projektteams" als **Projektorganisation** und dieses Team kann entweder unmittelbar nach der Einführung des MSE oder (bei Bedarf) erst nach richtiger Verankerung des Systems in der Organisation (1 bis 2 Jahre nach der Einführung) aufgelöst werden.

Nachfolgend werden die Schritte näher beschrieben.

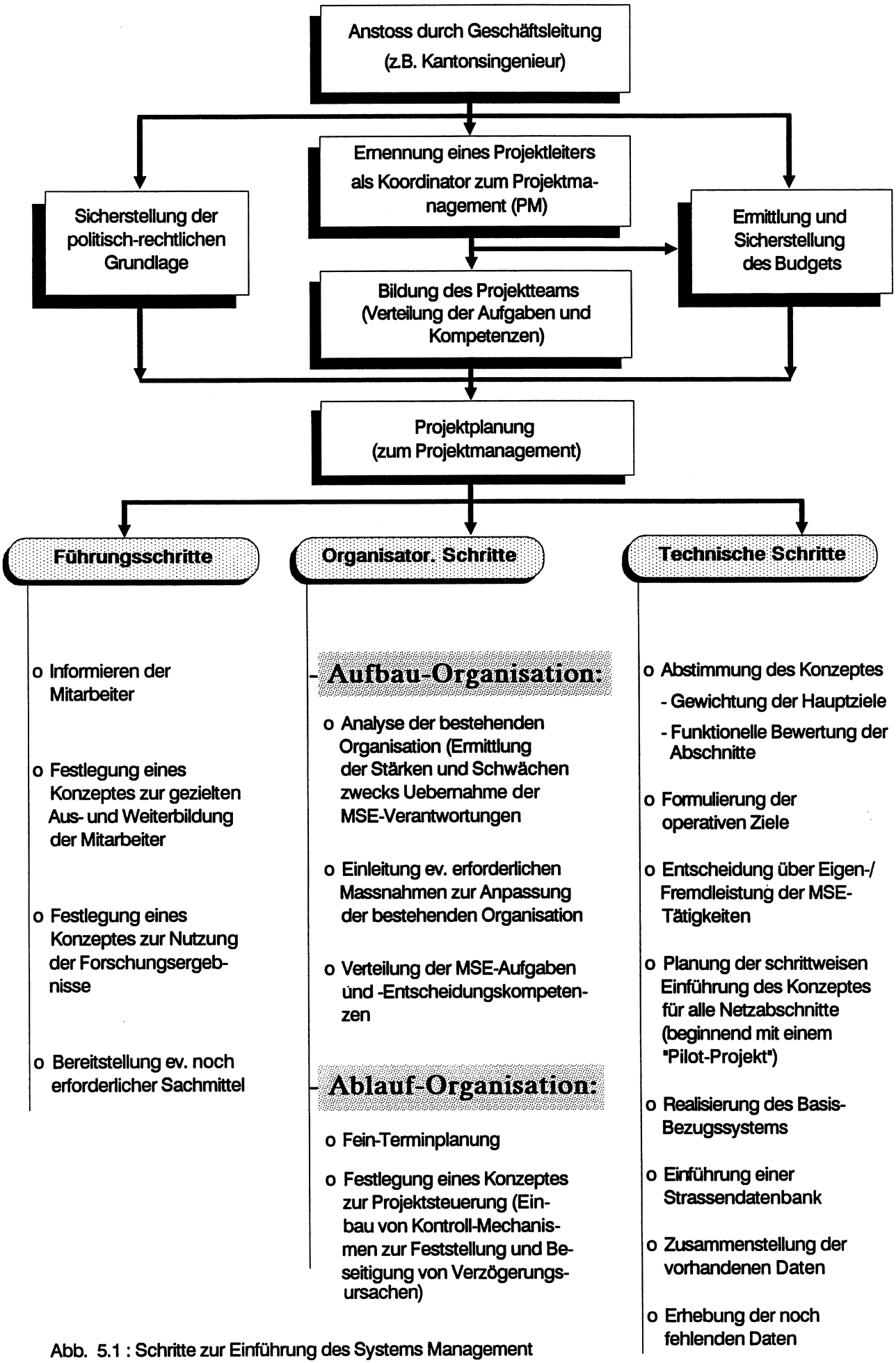


Abb. 5.1 : Schritte zur Einführung des Systems Management der Strassenerhaltung (MSE) in die Verwaltungen

B3:\SCHRITT4, A. Rafi

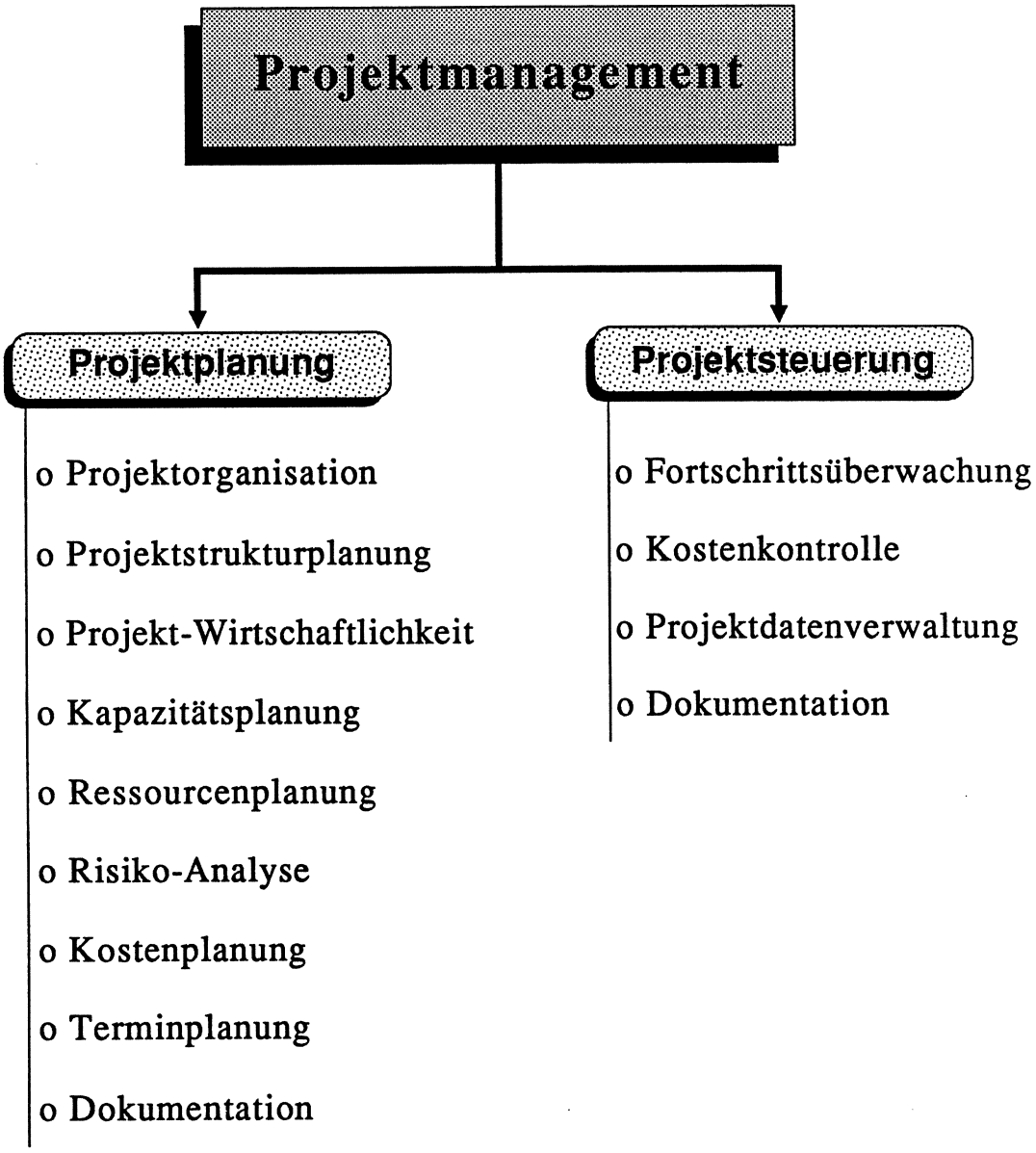


Abb. 5.2 : Aufbau und Gliederung des Projektmanagements (PM) B6:\PM-1, A. Rafi

5.2 Führungsschritte

Die Schritte, welche durch die "Führung" (oder auf der Führungsebene) zu unternehmen sind, bezeichnen wir als Führungsschritte. Diese müssen nicht unbedingt vor den anderen Schritten (organisatorische und technische Schritte) vollzogen werden, sondern können (je nach Verwaltung) auch gleichzeitig erfolgen. Wir wollen sie im einzelnen beschreiben.

5.2.1 Informieren der Mitarbeiter

Die Mitarbeiter der Strassenverwaltung müssen über das MSE-System und dessen bevorstehende Einführung gründlich informiert werden. Diese Aufgabe ist besonders wichtig und sollte sorgfältig durchgeführt werden.

Zunächst sollen alle Mitarbeiter über die Einführung des Systems als ein internes Projekt mit Angaben über die Verantwortlichkeiten des Projektes (Projektleiter und Projektteam) durch die Geschäftsleitung informiert werden.

Diese Mitteilung soll mit allgemeinen Informationen über das System und dessen Vorteile für die Strassenverwaltung und andere Betroffenen (Verkehrsteilnehmer, Anwohner, Umwelt etc.) begleitet sein.

Diese Informationen sollen zudem bewirken, dass die Mitarbeiter das Gefühl bekommen, durch die Einführung und Nutzung des MSE-Systems ihr bisheriger Handlungs- und Entscheidungsspielraum nicht dezimiert, sondern die Qualität ihrer Entscheidungen erhöht wird.

Aus der Mitteilung soll auch hervorgehen, dass mit dem MSE-System die Entscheidungsprozesse vermehrt objektiv, transparent, nachvollziehbar und rationell durchgeführt werden können.

Weitere Angaben über das Projekt, wie der Zeitplan zur Durchführung, Kosten etc. können im Rahmen dieser Massnahme dem Erhaltungspersonal mitgeteilt werden.

5.2.2 Konzept zur Aus- und Weiterbildung des Personals

Die Erprobung der Konzept-Ansätze in der Praxis hat gezeigt, dass für die Einführung und Nutzung des MSE die Aus- und Weiterbildung des Personals ein besonders wichtiger Faktor ist, dem die Verwaltungen rechtzeitig die notwendige Aufmerksamkeit schenken müssen.

Es ist unbedingt erforderlich, dass jede Strassenverwaltung ein eigenes, langfristig wirkendes Konzept zur systematischen, fortlaufenden und gezielten Aus- und Weiterbildung ihres Personals ausarbeitet und es durchführt, damit das Personal einerseits die notwendigen und aktuellen System-Kenntnisse über Planung, Entscheidung und Realisierung von Tätigkeiten erlangt und andererseits in die Lage versetzt wird, die eigene Kreativität system- und zielkonform zu fördern.

Das zu erarbeitende Konzept besteht aus zwei Schwerpunkten, nämlich aus einem Vorgehensplan für die Strassenverwaltungen (gemäss dem Vorschlag aus der Abb. 5.3) und aus der Bestimmung des Inhaltes des Lehrstoffes für das Personal (siehe den Vorschlag aus der Abb. 5.4).

Wie aus den beiden Abbildungen zu erkennen ist, muss jede Strassenverwaltung zunächst eine Organisationsanalyse, bestehend aus Funktionsbewertung, Mitarbeiterbeurteilung und Stärken-/Schwächenanalyse vornehmen. Diese Arbeit ist besonders wichtig und sollte durch geeignete Fachleute durchgeführt werden. Sie bezweckt eine Ist-Zustandsanalyse in der Verwaltung vorzunehmen, um daraus das fällige "Lernpotential" zu eruieren.

Erst nach Abschluss dieser Phase kann die Aus- und Weiterbildung (als eine Führungsaufgabe der Verwaltungen) geplant werden. Diese Planungstätigkeit beginnt mit Bildung von Gruppen, welche bzgl. ihrer Anforderungen möglichst homogen zusammengesetzt sein sollten.

Die Planung umfasst aber auch die Festlegung des ganzen Lehrprozesses, bestehend aus der gesamten Infrastruktur wie Lokalität, Lehrmittel sowie dem Lehrstoff und den Lehrkräften (ev. sogar Lehrmethode) und der Aufstellung eines Budget- und Kostenplanes und nicht zuletzt der Terminplanung.

Der Inhalt des Lehrstoffes (als zweiter Schwerpunkt des Aus- und Weiterbildungskonzeptes) sollte aus zwei Teilen bestehen. Im ersten Teil können die generell-gültigen Informationen über MSE (verwaltungsunabhängige Informationen) an das Personal übermittelt werden. Inner-

halb dieses Informationspakets nimmt die System-Theorie einen bedeutenden Teil ein. Damit soll das ganzheitliche Denken, die Betrachtung der Zusammenhänge (zwischen Elementen eines Systems), die Nutzung von Modellen und viele weitere Themen durch das Personal gründlich geübt werden. Dazu kommen die MSE-Informationen (siehe die Abb. 5.4), welche bezwecken, dass das Personal sein zukünftiges Arbeitsverhalten (ziel- und systemorientiert) fundiert kennenlernt.

Der zweite Teil des Lehrstoffes besteht aus verwaltungsspezifischen MSE-Kenntnissen, welche möglichst differenziert für die Personal-Gruppen vorbereitet und ihnen übermittelt werden müssen.

Die Differenzierung dieser Informationen erfolgt, je nach Strassenverwaltung nach folgenden Kriterien:

- Verantwortung in der Organisation zur Erreichung der MSE-Ziele
- Verantwortung in der Organisation zur Durchführung bestimmter MSE-Tätigkeiten
- Führungsaufgaben
- Verantwortung zur Erhaltung von Anlagenteilen (Strasse, Kunstbauten, ...).

Die Selektion dieser Kriterien kann erst nach erfolgter Organisationsanalyse vorgenommen werden.

Zu diesem Teil des Lehrstoffes gehören auch die tätigkeitsspezifischen Informationen, wie jene über Erfassung und Bewertung der Zustandsdaten, Nutzung der Strassendatenbank, Durchführung eines MSE-Planungsprozesses oder Dringlichkeitsreihung der Erhaltungsmassnahmen.

Die Bildungsdauer des Personals hängt u.a. von seinen Vorkenntnissen und seiner Lernfähigkeit ab. Das ist wiederum ein Grund, dass die Gruppen möglichst "homogen" gebildet werden sollten.

Als weiteres Informationspaket dieses Teiles gelten diejenigen, welche zur System-Erweiterung benötigt werden. Je nach Strassenverwaltung kann das MSE in verschiedene Dimensionen ausgebaut und erweitert werden (Aufgabenbereiche, Regionen, Objekte, Ziele etc.).

Dieser Vorgang muss nach sorgfältiger Analyse geplant werden. Dazu benötigt das verantwortliche Personal bestimmte Informationsgrundlagen und auch die entsprechende Einschulung.

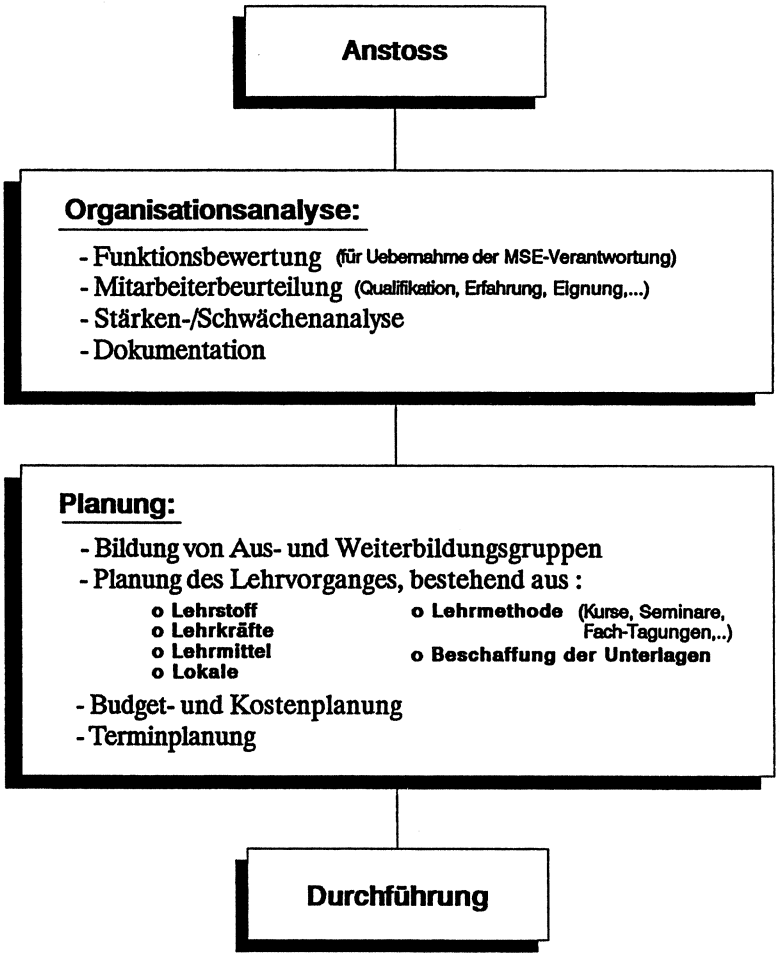


Abb. 5.3 : Vorgehensschema zur Aus- und Weiterbildung des Personals

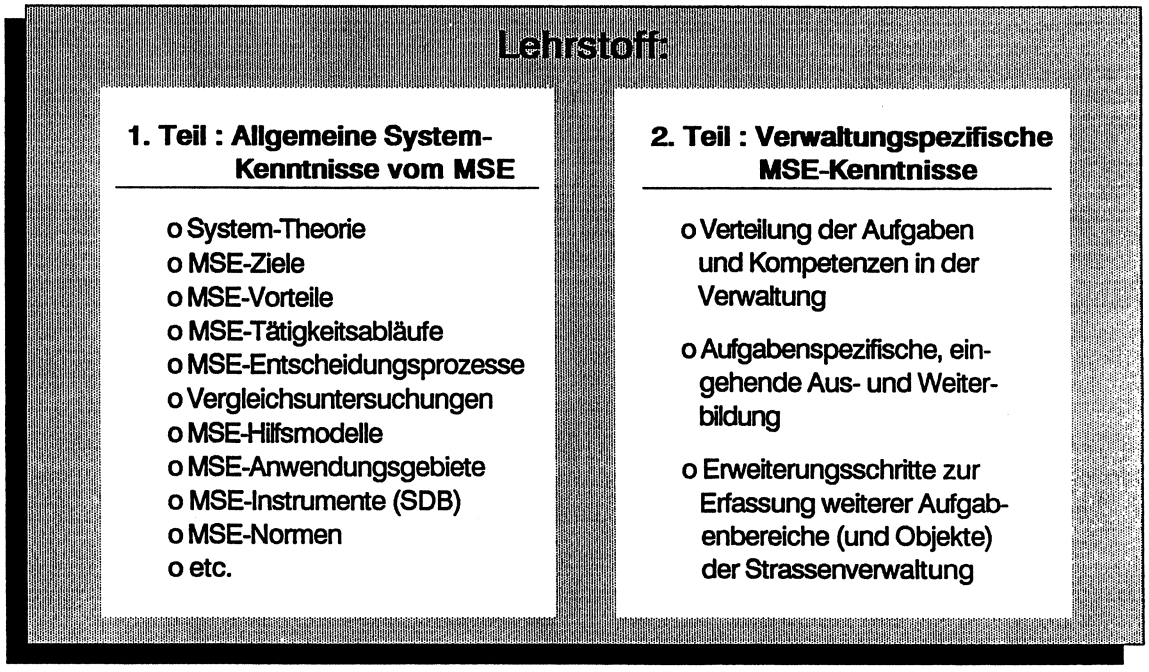


Abb. 5.4 : Inhalt des Lehrstoffes zur Aus- und Weiterbildung des Personals

B5:\AUSBILD1, A. Rafi

Zum Schluss muss auf den fortlaufenden Charakter der Aus- und Weiterbildung des Personal hingewiesen werden, da einerseits die Forschungstätigkeit im Bereiche MSE weiterlaufen wird und andererseits die Nachwuchs-Schulung des Erhaltungspersonals die Strassenverwaltungen vor eine (positive) Daueraufgabe stellt.

5.2.3 Festlegung eines Konzeptes zur Nutzung der Forschungsergebnisse

Dieser wichtige Führungsschritt ist als Massnahme zur Gewährleistung der MSE-Tätigkeit "Forschung" zu verstehen. Die enorme Bedeutung dieser Tätigkeit wird erst bei der Nutzung des MSE bemerkbar. Gemäss Definition ist das MSE-Element "Forschung" für die Auswertung und gezielte Nutzung der Forschungsergebnisse über das MSE in der Strassenverwaltung zuständig (im Einklang mit dem Hauptziel "Wissensstand" des MSE-Zielsystems).

Um den "Informationsfluss" von den externen Forschungsstellen in die eigene Strassenverwaltung sicherzustellen, soll jede Verwaltung dazu ein Vorgehenskonzept besitzen.

In einem solchen Konzept muss zuerst die Verantwortung dieser Aufgabe an eine bestimmte Stelle verwiesen werden. Diese Stelle könnte z.B. die Geschäftsleitung oder eine entsprechende qualifizierte Stabstelle sein.

Zudem müssen durch das Konzept die internen und externen Kommunikationswege (zu anderen MSE-Elementen und zu den externen Forschungsstellen) ermittelt und festgelegt werden.

Des weiteren sollen Fragen bezüglich potentieller Forschungsstellen, relevanter Forschungsthemen, zeitlicher Aktivierung der Tätigkeit "Forschung" im MSE, d.h. Auswertungen und Uebermittlung an weitere Elemente sowie potentielle Anwender dieser Informationen in der eigenen Organisation und nicht zuletzt Erfahrungsaustausch mit anderen Strassenverwaltungen in diesem Konzept behandelt werden. Vom letzteren darf ein "Synergie-Effekt" erwartet werden, d.h. die anderen Verwaltungen könnten auch zur Nutzung der Forschungsergebnisse animiert werden.
Die Abb. 5.5 zeigt die Schwerpunkte dieses Konzeptes auf.

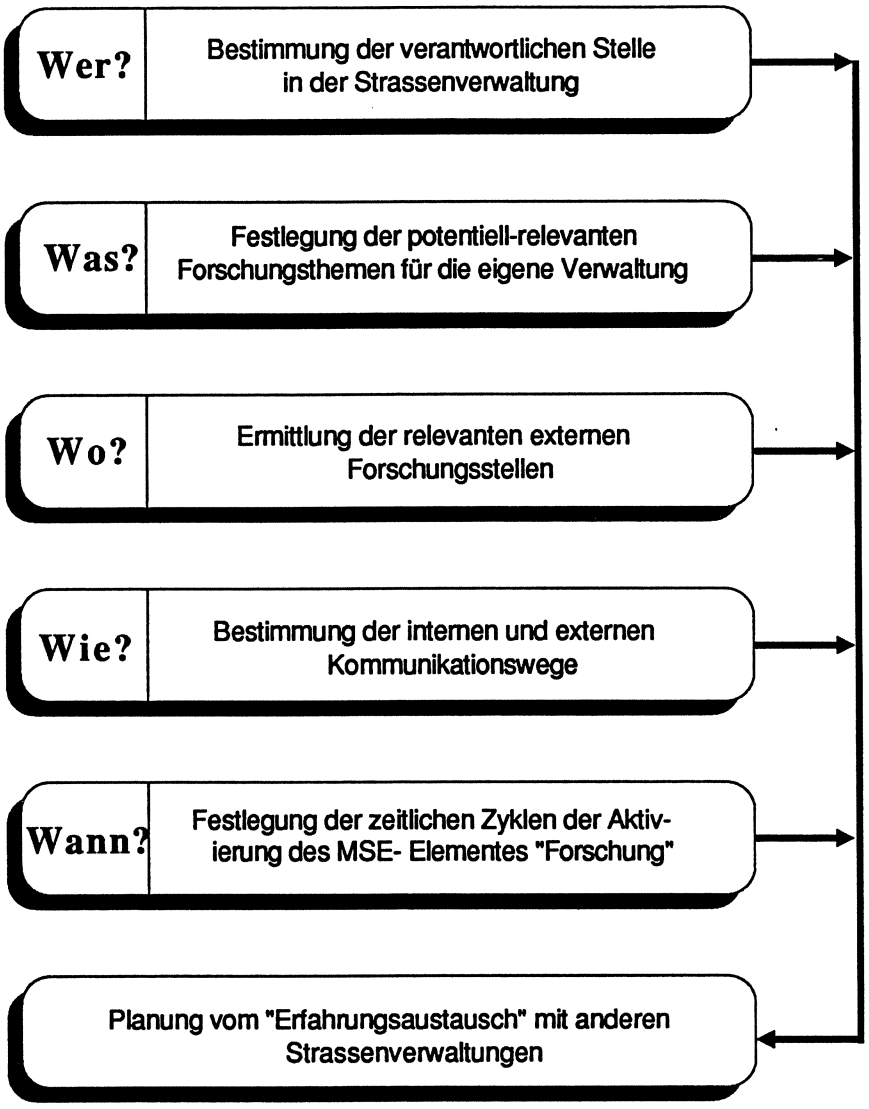


Abb. 5.5 : Schwerpunkte des Konzeptes zur Nutzung der MSE-Forschungsergebnisse in eigener Verwaltung

B6:\FO-KO12, A. Rafi

5.2.4 Bereitstellung evtl. noch erforderlicher Sachmittel

Diese Massnahme soll das reibungslose Funktionieren des Systems MSE ab seiner Einführung gewährleisten. Zu den Sachmitteln, welche bereitgestellt werden sollen, gehören:

- Arbeitsplatz-Infrastruktur (Büro/Werkhof)

- Maschinen und Geräte für Zustandserfassung sowie zur Realisierung der baulichen und betrieblichen Erhaltungsmassnahmen

- Informationszubereitungs- und Kommunikationsmittel (auch für Aus- und Weiterbildung des Personals). Diese Mittel schliessen die Strassendatenbank nicht ein. Sie wird im Rahmen der technischen Schritte eingeführt.

5.3 Organisatorische Schritte

Hier muss zwischen den aufbau- und ablauforganisatorischen Schritten unterschieden werden. Während die aufbauorganisatorischen Schritte das Personal der Strassenverwaltung betreffen, legen die ablauforganisatorischen Schritte die "sachlichen" Massnahmen des Projektmanagements fest.

Nachfolgend werden diese Schritte näher erläutert:

5.3.1 Analyse der bestehenden Organisation

Dieser Schritt entspricht einer Situationsanalyse aufgrund der Ist-Zustandsaufnahme der Organisation. Damit soll abgeklärt werden, wer in der Verwaltung für die Uebernahme welcher MSE-Funktion geeignet ist (Mitarbeiterbeurteilung), und wer aus- oder weitergebildet werden soll. Die Durchführung dieser Massnahme setzt spezifische Fachkenntnisse voraus, welche nebst Kenntnissen über Personal und Organisation auch jene über MSE erfordern. Aus diesem Grund sollte dieser Schritt durch ausgewiesene Fachspezialisten unternommen werden. Die Ergebnisse dieser Analyse sind für die Einführung und Gestaltung des MSE in der Strassenverwaltung von zentraler Bedeutung. Sie dienen zudem als Grundlage für die Ausarbeitung des Konzeptes zur Aus- und Weiterbildung des Personals. Aus den Ergebnissen dieser Analyse könnten auch Vorschläge zur allfälligen Reorganisation der Verwaltung erwartet werden.

5.3.2 Massnahmen zur Anpassung der bestehenden Organisation

Wenn es sich aufgrund der Organisationsanalyse ergibt, dass gewisse Anpassungen der bestehenden Organisation zur Erreichung gesetzter Ziele sehr vorteilhaft wären, müssen Massnahmen zu deren Verwirklichung eingeleitet werden. Die Organisationsanpassung kann Umstrukturierung, Verschmelzung, Ausdehnung oder Reduzierung der bestehenden Organisationseinheiten bedeuten. Die Einleitung dieser Massnahmen muss deshalb politisch-rechtlich abgesichert und einwandfrei durchführbar sein.

5.3.3 Verteilung der MSE-Aufgaben und -Entscheidungskompetenzen

Nach Vorliegen der Ergebnisse der Organisationsanalyse und der daraus evtl. folgenden Organisationsanpassung, können die ermittelten MSE-Aufgaben in die Verwaltung verteilt werden. Sehr wichtig ist eine grobe Verteilung der "Front"- oder Werkhof-Tätigkeit und der "Büro"- oder Verwaltungstätigkeit. Gleichzeitig soll mit der Aufgabenverteilung auch die Kompetenzverteilung bezüglich Entscheidungen vorgenommen werden. Hier ist zu bemerken, dass, je "flacher" die Organisationsstruktur ist, umso einfacher sich eine Aufgaben- und Kompetenzverteilung gestalten lässt, da diese nicht mehr beliebig "delegierbar" wird.

5.3.4 Fein-Terminplanung

Dieser Schritt ist ablauforganisatorischer Natur und als eine Planungsfunktion des Projektmanagement gedacht. Nachdem in der Vorbereitungsphase die Grob-Terminplanung (Projektplanung) durchgeführt worden ist, und auch die Organisationseinheiten zur Uebernahme der MSE-Funktionen bestimmt sind, kann die Fein-Terminplanung in Koordination mit den "technischen" Schritten vorgenommen werden. Die Fein-Terminplanung kann mit Hilfe von Balkendiagrammen, Netzplänen oder anderen Techniken erfolgen. Die Durchführung dieser Massnahmen ist die Aufgabe des Projektteams und dieses ist auch für die Verwirklichung zuständig.

Mit der Fein-Terminplanung wird eine Projekt-Strukturierung durchgeführt, die aus der Bildung von mehreren Teil-Projekten und aus der Festlegung der Termine ihrer Realisierung besteht.

5.3.5 Festlegung eines Konzeptes zur Projektsteuerung

Diese Massnahme ist ebenfalls eine Projektmanagement-Massnahme und gehört zum aufbauorganisatorischen Schritt bei der Einführung des Systems MSE. Damit sollen Kontroll-Mechanismen eingeplant werden, sodass jede übermässige terminliche Verzögerung und jede grobe Kostenüberschreitung des Einführungsprozesses erfasst und gemeldet werden kann, damit die entsprechenden Ursachen beseitigt oder gemindert werden können. Diese "Mechanismen" können z.B. die Kontroll-Funktionen für bestimmte Mitglieder des Projektteams sein, welche den Prozessverlauf ständig überwachen müssen.

5.4 Technische Schritte

Die technischen Schritte sind die komplementären und sachlichen Massnahmen zur Einführung des Systems MSE in die Strassenverwaltung. Einige dieser Massnahmen können unabhängig von anderen Schritten bereits nach dem Beschluss der Verwaltung zur Einführung des Systems MSE eingeleitet werden. Zu diesen Massnahmen zählen u.a. die funktionelle Bewertung der Abschnitte, die Realisierung des Basisbezugssystems sowie die Zusammenstellung der vorhanden Daten.

Nachstehend werden die einzelnen Massnahmen näher beschrieben.

5.4.1 Abstimmung des Konzeptes

Das Gesamtkonzept des MSE beinhaltet zahlreiche generell gültige Ansätze, die durch jede Strassenverwaltung aufgrund eigener Gegebenheiten interpretiert, angepasst und benutzt werden können. Die wichtigsten unter ihnen sind die Gewichtung der Ziele im Zielsystem sowie die funktionelle Bewertung der Strassenabschnitte. Beide dieser Ansätze bilden die Grundlage zur Dringlichkeitsreihung der Erhaltungsmassnahmen im Strassennetz. In Abb. 5.6 ist eine mögliche Gewichtsverteilung der Hauptziele dargestellt. Diese Gewichtung stammt aus den Untersuchungen im Rahmen der VSS-Forschungsstudie 17/87: "Entwicklung einer Methodik zur Dringlichkeitsreihung von Erhaltungsmassnahmen der Strassen."

Tabelle 4.6 enthält einen Vorschlag zur funktionellen Bewertung der Abschnitte (ebenfalls aus der VSS-Forschungsstudie 17/87), worin die Gewichtung der Kriterien sowie die "Noten" der verschiedenen Ausprägungen als variable Grössen dargestellt sind, die durch die Strassenverwaltungen nach eigenem Bemessen bestimmt werden müssen.

Weitere Konzeptansätze, wie die Arbeitsverteilung Werkhof/Verwaltung, die Festlegung der Tätigkeitszyklen bestimmter MSE-Elemente sowie die Forschung und Zustandserfassung sollen im Rahmen dieses "Schrittes" vorgenommen werden.

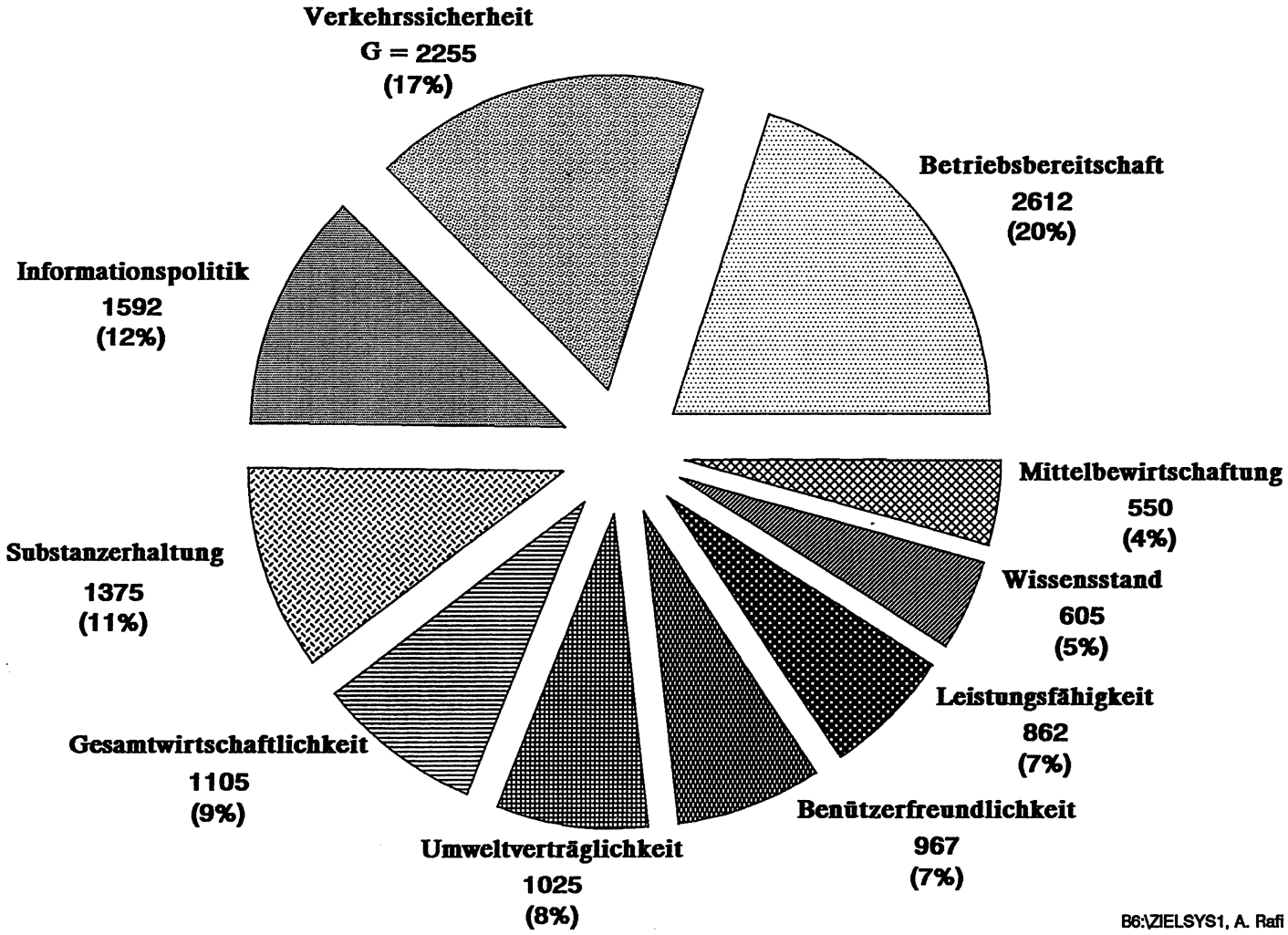


Abb. 5.6 : Beispiel zur Gewichtung der MSE-Hauptziele (Vorschlag zur Dringlichkeitsreihung der Erhaltungsmassnahmen)

5.4.2 Formulierung der operativen Ziele

Wie in Abschnitt 3.4.2.1 "Operative Ziele" erwähnt, ist die Formulierung dieser Ziele die Aufgabe jeder Strassenverwaltung. Dabei handelt es sich bei den operativen Zielen um kurzfristig zu erreichende Ziele der Strassenverwaltung (bis 1 Jahr, siehe Beispiele in Tabelle 3.3).

Zur Formulierung dieser Ziele sind, wie aus der Abb. 3.6 hervorgeht, Angaben des Zielsystems sowie der Zustandserfassung und Kontrolle notwendig. Diese Massnahmen sind nur das erste Mal (Einführung) relativ umfangreich und sollten deshalb sorgfältig durchgeführt werden.

Bei der Formulierung dieser Ziele sollten die Verwaltungen darauf achten, dass einerseits eine ganzheitliche Problembetrachtung angestrebt werden muss, d.h. möglichst alle wichtigen operativen Ziele zu berücksichtigen sind und andererseits durch Wahl geeigneter Indikatoren der Zielerreichungsgrad möglichst quantitativ und ohne grossen Aufwand ermittelt werden kann.

5.4.3 Eigen-/Fremdleistung der MSE-Tätigkeiten?

Die Entscheidung über Fremdvergabe gewisser MSE-Tätigkeiten soll im Rahmen der technischen Schritte zur Einführung des Systems gefällt werden. Dabei müssen die Kriterien des Zielsystems - ausgedrückt in Hauptzielen - berücksichtigt werden. Die wichtigsten dieser Kriterien sind:

- Betriebsbereitschaft
- Verkehrssicherheit
- Gesamtwirtschaftlichkeit.

Fallweise (z.B. für den Winterdienst) können weitere Kriterien wie Umweltverträglichkeit etc. beigezogen werden.

Abb. 5.7 zeigt das Beispiel einer solchen Entscheidung, welche drei Sorten von Tätigkeiten unterscheidet:

- Tätigkeiten, deren Durchführung durch die Strassenverwaltung absolut notwendig ist, wie Zielformulierung, Planung, Organisieren und Realisierung von betrieblichen Unterhaltsmassnahmen (A-Tätigkeiten).

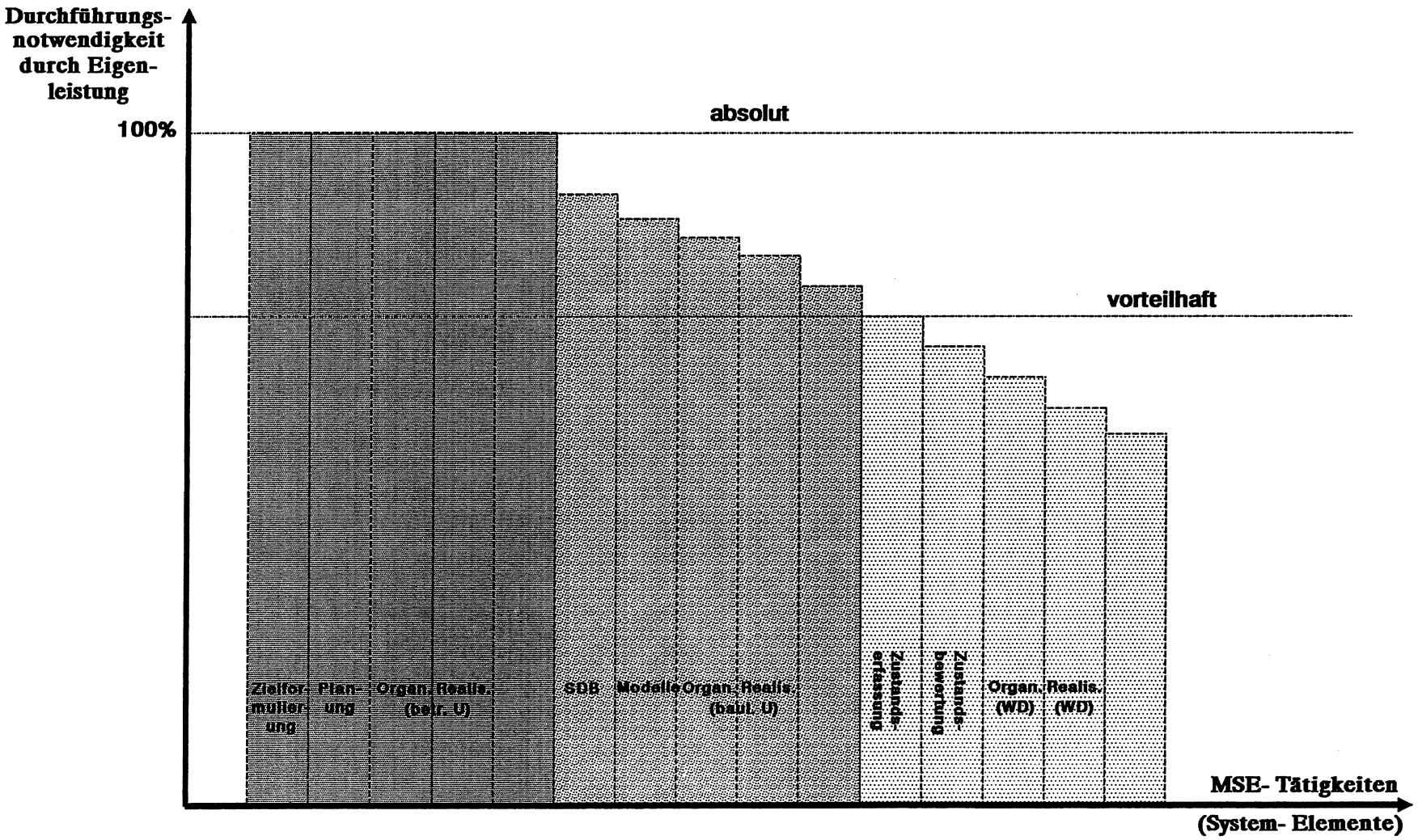


Abb. 5.7 : Differenzierung der Notwendigkeit der Durchführung einzelner MSE-Tätigkeiten durch Eigenleistung (ABC-Analyse) B2:\MSE-L-10, A. Rafi

- Tätigkeiten, deren Durchführung durch die Strassenverwaltung zwar nicht absolut notwendig ist, aber vorteilhaft sein kann, wie Betreuung der Strassendatenbank (SDB) und Modelle oder Organisieren und Realisierung der baulichen Unterhaltsmassnahmen (B-Tätigkeiten).

- Tätigkeiten, deren Durchführung durch das eigene Personal nicht unbedingt erforderlich ist, können durch Fremdleistung (Privatunternehmungen) erbracht werden. Beispiele zu dieser Kategorie von Tätigkeiten sind Zustandserfassung und -bewertung sowie Organisieren und Realisierung des Winterdienstes (WD) (C-Tätigkeiten.

Die Abbildung zeigt, dass die "A"-Tätigkeiten unbedingt durch das eigene Personal ausgeführt werden müssen. Ist die Art der Tätigkeiten durch die Verwaltung einmal bestimmt, kann sie sich auf diese Aufgaben konzentrieren und sich dort durch gezielte Massnahmen verstärken ohne die anderen zu vernachlässigen.

Die Entscheidung über Eigen- oder Fremdleistung muss alle 2-3 Jahre neu überprüft werden (u.a. aufgrund der Leistungen von Privatunternehmungen).

Dieser Schritt ist für die allfällige Reorganisation der Strassenverwaltung besonders wichtig und soll - im Hinblick auf Entscheidungsrevisionen nach 2-3 Jahren - sorgfältig vorgenommen werden und einen erforderlichen Spielraum zur Gewährleistung der Flexibilität der Organisations-Umstrukturierung vorsehen.

5.4.4 Planung der schrittweisen Einführung

Dieser Schritt ist in enger Koordination mit dem "organisatorischen" Schritt Fein-Terminplanung vorzunehmen. Dabei müssen "Meilensteine" für die Einführungsphase, die mit einem Pilot-Projekt beginnt, definiert werden.

Das Pilot-Projekt soll so ausgewählt werden, dass die daraus gewonnenen Erfahrungen für den Rest des Strassennetzes von Nutzen und Bedeutung sind. Im Rahmen dieser "technischen" Planung müssen (wenn möglich) Fragen bezüglich späterer Erweiterung und Ausbau des Systems MSE behandelt werden.

Die Schwerpunkte dieser Planung können wie folgt sein:

- Bestimmung des Pilot-Projektes
- Termin- und Kostenplanung zur sukzessiven Erweiterung des Systems MSE auf das gesamte von der Verwaltung zu betreuende Strassennetz
- Terminplan zur stufenweisen Erhöhung der Anforderungen an das System MSE (höhere Entscheidungsqualität und Zielsetzung)
- Allfällige Berücksichtigung weiterer Ziele
- Integration weiterer Aufgabenbereiche der Strassenverwaltung wie Gewässerschutz, Baupolizei etc.

5.4.5 Realisierung des Basis-Bezugssystems

Dieser Schritt dient zur eindeutigen Identifikation des Strassenraumes im System MSE bzw. in der Strassendatenbank.

Die Anweisungen zur Realisierung und Gestaltung der Bezugspunkte sollen den beiden Normen 640910 und 640920 entnommen werden.

Dieser Schritt kann unabhängig von Führungs- und organisatorischen Massnahmen eingeleitet werden.

Die Realisierung des Basis-Bezugssystems für das gesamte Strassennetz einer Verwaltung ist relativ aufwendig und muss deshalb nach der Ermittlung und Sicherstellung des erforderlichen Budgets vorgenommen werden. Diese Massnahme könnte auch etappenweise - beginnend mit dem Pilot-Projekt - durchgeführt werden.

5.4.6 Einführung der Strassendatenbank

Die Strassendatenbank (SDB) gilt als Rückgrat des Management-Informationssystems im MSE. Die wichtigen Aufgaben der SDB sind im Abschnitt 3.6.1.2 beschrieben worden.

Für die Strassenverwaltungen, wo aufgrund grosser Mengen von anfallenden Daten die Einführung einer elektronischen Datenbank von besonderem Vorteil ist, sollen folgende Abklärungen vor deren Ein- führung erfolgen:

- Vorabklärungen bzgl. Infrastruktur
- Anforderungskatalog an die SDB
- Anzahl von Terminals
- Gewünschte Informationen
- Berücksichtigung evtl. vorhandener Informationssysteme der Verwaltung
- Kompatibilität mit dem ASB-System STRADA
- etc.

Die erwähnten Schritte lassen sich aufgrund der Anforderungen bzgl. speziellen Fachkenntnissen nur in Zusammenarbeit zwischen der Verwaltung und den ausgewiesenen Fach-Experten vollziehen.

Zu erwähnen ist, dass das vom Bundesamt für Strassenbau (ASB) vertretene Konzept STRADA ein Teil der generell-gültigen Vorabklärungen durchgeführt hat und es wäre von Vorteil, wenn die Kantone ihr Konzept für eine Strassendatenbank so erarbeiten lassen, dass sie mit dem ASB Datenaustausch vornehmen könnten (Daten über National- und Hauptstrassen).

5.4.7 Zusammenstellung der vorhandenen Daten

Die beiden Abb. 3.6 und 3.15 zeigen die vorläufige Gesamtmenge der Daten auf, welche für die verschiedenen Entscheidungsfälle im MSE benötigt werden.

Ein beträchtlicher Teil dieser Daten dürfte in jeder Strassenverwaltung einmal erhoben worden und somit (verstreut) vorhanden sein.

Es gilt nun, alle diese Daten zu finden und sie geordnet zusammenzustellen. Die Verwaltungen sollen hierfür auch die Unterstützung ihrer ehemaligen langjährigen Mitarbeiter ins Auge fassen.

Je grösser die Menge der so zusammengestellten Daten wird, desto geringer wird der Aufwand für ihre neue Erhebung sein.

5.4.8 Erhebung der noch fehlenden Daten

Dieser Schritt ergänzt den vorherigen. Sobald feststeht, welche Daten neu oder wieder zu erheben sind, muss ein Termin- und Kostenplan für ihre Erhebung aufgestellt und die entsprechenden Massnahmen eingeleitet werden.

Management der Strassenerhaltung (MSE)

Kapitel 6

Empfehlungen für das weitere Vorgehen

6 Empfehlungen zum weiteren Vorgehen

6.1 Einleitung

Die Ergebnisse dieser Forschungsstudie (sowohl bezogen auf die Entwicklung des Systems MSE als auch auf dessen Erprobung in der Praxis) bilden die konzeptionelle Grundlage und gleichzeitig den Leitfaden für die Strassenverwaltungen, welche die Einführung eines system- und zielorientierten Managementkonzeptes zur Erhaltung der Strassenverkehrsanlagen beabsichtigen.

Der Verlauf dieser Studie war gekennzeichnet durch Klärung vieler Probleme auf technischer, organisatorischer und Führungsebene in den Strassenverwaltungen. Dabei wurden auch neue Wissenslücken aufgedeckt, die - soweit im Rahmen dieser Studie möglich - geschlossen werden konnten. Es blieben jedoch noch einige offene Fragen, welche mittelfristig zu klären sind. Diese beziehen sich sowohl auf die Abläufe im System MSE, als auch auf die "Bewältigung seiner Einführung" in die Praxis. Das Schliessen dieser Wissenslücken ist zwar notwendig, ihre Bedeutung für die Einführung des Systems MSE ist aber nicht so erheblich, dass die Strassenverwaltungen die Einführung ihres MSE-Systems davon abhängig machen müssten.
Nachfolgend werden sie näher erläutert.

6.2 Empfehlung bezüglich Weiterentwicklung des Systems MSE

- Die Hilfsmodelle im System MSE sollen baldmöglichst entwickelt werden. Sie dienen hauptsächlich zur Vereinfachung der Entscheidungsprozesse und gelten als Instrumentarien des Systems MSE. Abb. 3.24 zeigt alle zu entwickelnden Hilfsmodelle auf. Der VSS sind Gesuche eingereicht worden, um das Massnahmen-Modell und auch ein Modell zur Berechnung der Strassennutzerkosten (Element des Kosten-Modelles) als Forschungsstudie aufzunehmen.

- Des weiteren wird empfohlen, die Zustandserfassung der Strasse umfassender als bisher, und zwar nach den funktionalen Kriterien des MSE-Zielsystems (Betriebsbereitschaft, Verkehrssicherheit, Benützerfreundlichkeit, Substanzerhaltung, Umweltverträglichkeit und Leistungsfähigkeit), durchzuführen. Dazu müssen neue Untersuchungen durchgeführt werden, welche den momentanen Zustand des "Strassenraumes" inkl. den Zustand des Verkehrsbetriebes erfassen und bewerten können (siehe Tabelle 4.1, welche als Vorschlag dienen soll, Teile 1 bis 3).

- Es soll abgeklärt werden, wie lange die maximal mögliche Zeitspanne zwischen MSE-Tätigkeiten Zustandserfassung und Planung einerseits sowie Planung und Realisierung andererseits sein darf, damit die Ergebnisse der Bewertung bezgl. Zeitpunkt der Realisierung der Erhaltungsmassnahme noch als aktuell gelten.

  Abb. 6.1 soll diese Problematik erläutern. Demnach müssen sowohl die Verhaltenskurven von kritischen Zustandsmerkmalen (z.B. für Strassenbelag: Griffigkeit, Ebenheit quer etc.) entwickelt werden, als auch die Entscheidungs-Durchlaufzeiten im MSE festgelegt sein. Darüberhinaus soll die Realisierungszeit der Erhaltungsmassnahmen standardisiert werden (Bestandteil der Studie zur Entwicklung des Massnahmen-Modells!).

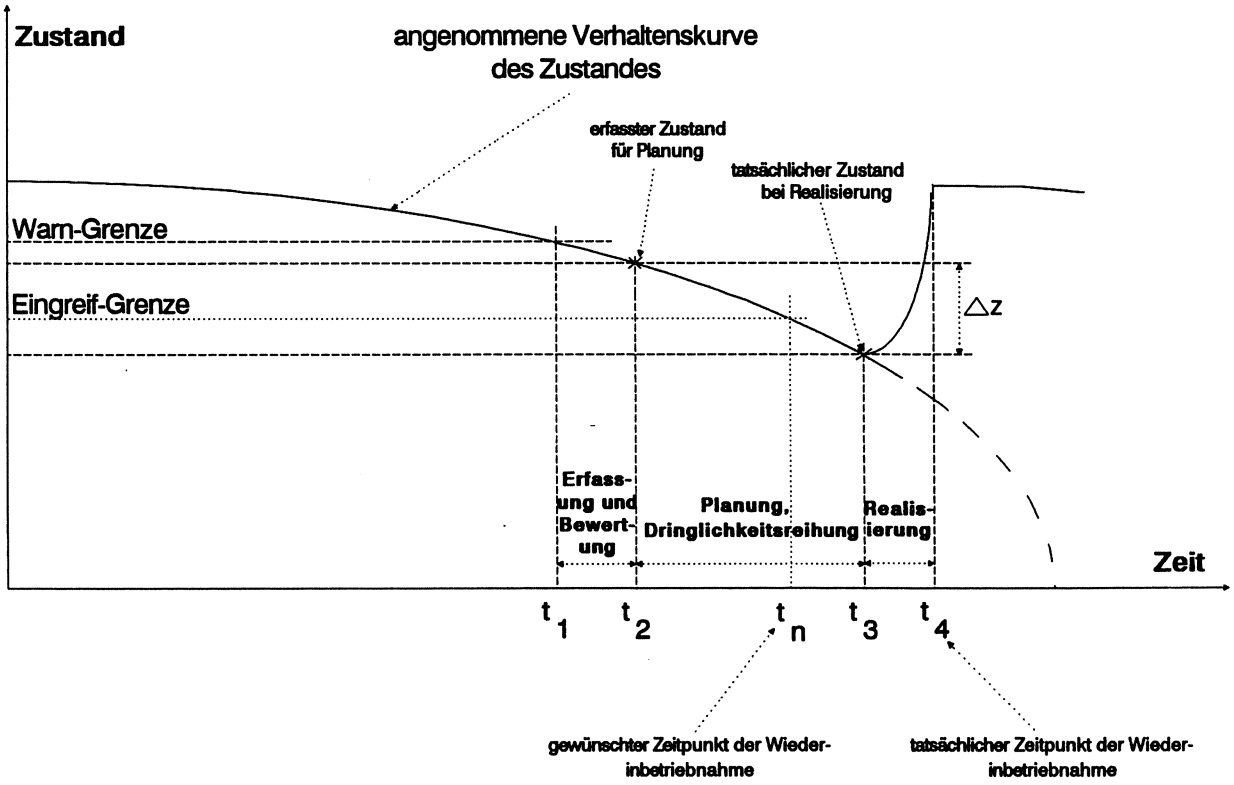


Abb. 6.1 : Schematischer Wert von" △z ", als Ausdruck der Differenz zwischen dem erfassten und dem tatsächlichen Zustand zur Realisierung einer Erhaltungsmassnahme B7:\Zustand1, A. Rafi

- Eine weitere Wissenslücke im Bereich des MSE ist die Frage nach der optimalen Einteilung der Tätigkeiten in der Organisation, im Einklang mit der Aufteilung des gesamten zu erhaltenden Strassennetzes.

  In diesem Zusammenhang mag der Begriff **"Simultaneous"-MSE** dienlich sein. Damit wird auf die Möglichkeit der gleichzeitigen Durchführung mehrerer MSE-Tätigkeiten für verschiedene Teile des Netzes hingewiesen. Bei einer solchen Ablauforganisation wird die Information eine erhebliche Rolle spielen, so dass das MSE-Datenbanksystem zu einem eigentlichen Management-Informationssystem ausgebaut werden muss. Die Optimierung der Informations- und Tätigkeitsabläufe und die Ermittlung der vorteilhaftesten Zeitspannen für die Durchführung der einzelnen Tätigkeiten bilden neu aufgedeckte Wissenslücken, die zu schliessen sind.

  Die zu erwartenden Vorteile dieses Konzeptes sind v.a. die Gewährleistung der Kontinuität der Auslastung von MSE-Fachspezialisten sowie die Verringerung der Entscheidungs-Durchlaufzeiten.

  Die Tabelle 6.1 und die nachfolgenden Abb. 6.2 und 6.3 zeigen beispielhaft den Ablauf von Simultaneous-MSE für ein Strassennetz mit 6 bzw. 5 Teilnetzen.

  Weitere offene Fragen im Bereich MSE sind aus der Abb. 6.4 zu entnehmen. Diese Abb. zeigt eine Fülle von Empfehlungen, welche sich an den Bund (vor allem ASB), die Kantone (und ev. Gemeinden) sowie an die VSS-Forschungsorgane richten.

  Die wichigste Empfehlung richtet sich jedoch an die Kantone, nämlich sie sollten bald die MSE-Einführung im Rahmen eines Pilot-Projektes einleiten. Zu diesem Zweck sollen sie auf gewisse finanzielle Unterstützung seitens Bund zählen können.

Teil-Projekte / MSE-Tätigkeiten	Netz 1	Netz 2	Netz 3	Netz 4	Netz 5	Netz 6	Summe = Totaler MSE-Tätigkeitspflicht der Verwaltung
Formulierung operativer Ziele	t_0	t_0	t_0	t_0	t_0	t_0	
Planung der Routine-Massnahmen	t_0	t_0	t_0	t_0	t_0	t_0	
Beobachten/Erfassung, Kontrolle	t_1	t_1	t_2	t_2	t_3	t_3	
Bewertung	t_1	t_1	t_2	t_2	t_3	t_3	
Planung	t_2	t_2	t_3	t_3	t_4	t_4	
Bemessung/Entwurf	t_2	t_2	t_3	t_3	t_4	t_4	
Dringlichkeitsreihung	t_4	t_4	t_4	t_4	t_4	t_4	
Organisieren	$t \geq t_4$ (t wird durch Ergebnis der Dringlichkeitsreihung bestimmt !)						
Realisierung							

Tabelle 6.1 : "Simultaneous"-MSE (an Beispeil eines, in 6 Teil-Projekten gegliederten, Strassennetzes)

B7:\SIMUL18, A. Rafi

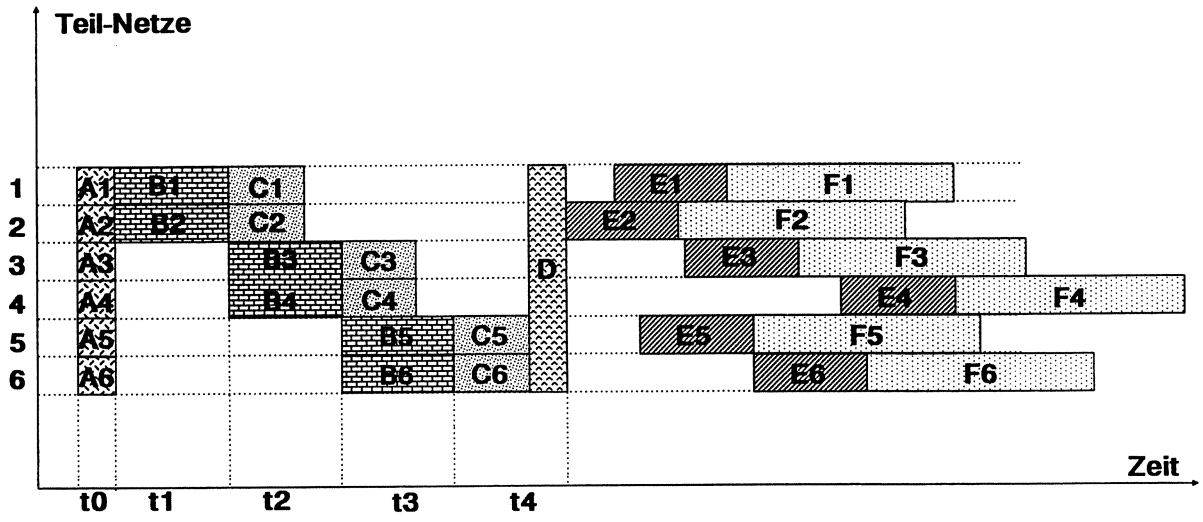
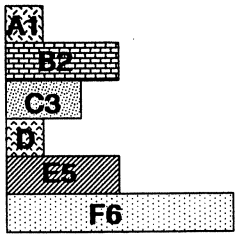


Abb. 6.2 : Ablauf-Organisation des "Simultaneous-MSE" (Beispeil 1, aus der Tabelle 6.1)

Legende :



Formulierung operativer Ziele und Planung der Routine-Massnahmen (für Teil-Netz 1)
Kontrolle, Erfassung und Bewertung des Zustandes (für Teil-Netz 2)
Planung, Bemessung
Dringlichkeitsreihung
Organisieren
Realisierung

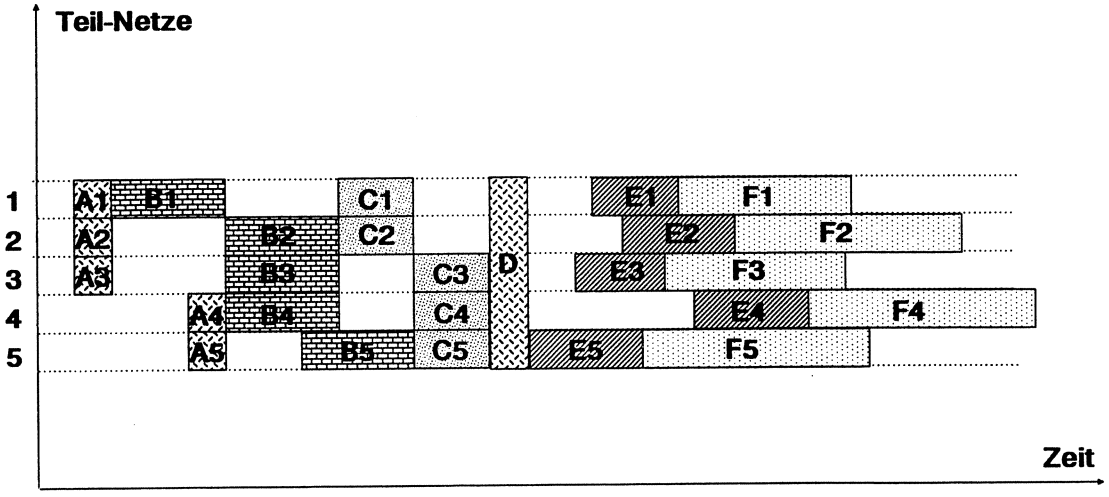


Abb. 6.3 : Ablauf-Organisation des "Simultaneous-MSE" (Beispeil 2, bestehend aus 5 Teil-Netzen)

Empfehlungen zum weiteren Vorgehen

VSS-Forschung

- o Erweiterung des Zielsystems auf weitere Aufgabengebiete der Strassenverwaltungen
- o Entwicklung der MSE- Hilfsmodelle
- o Entwicklung eines Verfahrens zur umfassenderen Erfassung und Bewertung des Zustandes des Strassenraumes
- o Untersuchung der Auswirkungen der verspäteten Durchführung von Erhaltungsmassnahmen
- o Untersuchung der Organisation des "Simultaneous-MSE"
- o Analyse der heutigen und zukünftigen Möglichkeiten der teilweisen oder vollständigen Privatisierung der MSE-Tätigkeiten
- o Untersuchen der Einsatzmöglichkeit von Verkehrs- Informationssystemen zur Steuerung der Betriebsbereitschaft und Benützerfreundlichkeit sowie Erhöhung der Verkehrssicherheit im Rahmen des MSE
- o **"Industrielle Forschung":**
  - Untersuchung neuer Erhaltungsmassnahmen, insbesondere zur Verringerung der Verkehrsemissionen
  - Verbesserung der Materialeigenschaften

Bund

- o gezielte PR-Aktionen, um die Notwendigkeit und die Dringlichkeit des MSE sowohl für das Volk, als auch für die Politiker darzulegen.
- o Erhöhung der finanziellen Beiträge für die Strassenerhaltung
- o sonderliche finanzielle Unterstützung der MSE- Pilot-Kantone
- o Schaffung einheitlicher Rahmenbedingungen zur Erhöhung der Attraktivität des Berufes "Strassenverwalter"
- o Festlegung der "zumutbaren" Emissions- (und evtl. Immissions-) grenzen des Strassenverkehrs (Lärm, Luftschadstoffe, Erschütterungen)

Kantone (und Gemeinden)

- o Beginnen mit der MSE-Einführung für ein "Pilot-Netz" und sammeln der ersten Erfahrungen (2-3 Jahre)
- o gezielte PR-Aktionen in ihrem Hoheitsgebiet
- o Beseitigung allfälliger Unterschiede der Anstellungsbedingungen zwischen dem Personal der Strassenverwaltung und dem übrigen Staats-Personal (v.a. Unterbesoldung)
- o ausarbeiten und durchführen des Konzeptes zur Aus- und Weiterbildung des Personals
- o Erhöhung des Erhaltungsbudgets

Abb. 6.4 : Empfehlungen zum weiteren Vorgehen im Bereiche MSE für die Behörde und die Forschung

B9:\EMPFEHL1, A. Rafi

Literaturverzeichnis

Bücher:

- A.A. Rafi, "Management der Strassenerhaltung - Grundlagen, Thesen, Strategien", Verlag Industrielle Organisation, Zürich, 1985.
- P. Ullidtz, Pavement Analysis, Elsevier Amsterdam, 1987.

OECD-Berichte:

- Heavy trucks, climate and pavement damage, Paris 1988
- Road strengthening, Paris 1976
- Maintenance techniques for raod surfacings, Paris 1978
- Pavement management systems, Paris 1987
- Transport and the environment, Paris 1988
- Road monitoring for maintenance management, Paris 1990
- Systems of road infrastructure cost coverage, Paris 1989

Forschungsberichte:

- "A program of study in pavement management", the center for transportation research bureau of engineering reserach, the University of Texas at Austin, 1984.
- Etude des methodés d'auscultation et d'observation des chaussées, LAVOC, ETH, Luasanne, 1988.
- A.A. Rafi, "Entwicklung einer Methodik zur Dringlichkeitsreihung von Erhaltungsmassnahmen der Strassen, VSS-Forschungsbericht 17/87, Juni 1988.
- Ch. Rosenthaler, C. Marschal, "STRADA-Datenbank/Informatik-Konzept Gesamtsystem, Muttenz, Jan. 1989.
- J.D. Zuffrey, D. Monsch, I. Scazziga: "Entwicklung von Verhaltensmodellen als Grundlage eines programmierten Erhaltungskonzeptes, Teil 1: Modelle für bleibende Verformungen", Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau (IVT), ETH Zürich, Juli 1990.

Konferenzberichte:

- Dokumentation: "Fifth international conference: structural design of asphalt pavements", University of Michigang, 1982.
- Dokumentation zur Konferenz "Strasse und Verkehr 2000", Berlin, Sep. 1988.

- Dokumentation des Symposiums: "Maintenance de l'infrastructure en Génie Civil", LAVOC, ETH Lausanne, Apr. 1990.

- Dokumentation: "Route et informatique", Kongress, Paris 1990.

Fach-Zeitschriften:

- Strassen und Autobahnen:

- 1/89: E. Brühning, S. Dreissus, "Entwicklung der Verkehrssicherheit auf europäischen Autobahnen - Vergleich einiger Länder mit hohem Motorisierungsgrad".
- 3/89: W. Heide, R. Kretz, W. Pfannkuchen, "Strassenzustandsaufnahme und -bewertung in Hessen".
- 3/89: P. Cerwenka, E.A. Marburger, V. Meewes, "Zur Frage der Bewertung von Massnahmen im Strassenverkehr".
- 5/89: A. Schmuck, "Erhaltungbedarf - Methodik und Zuverlässigkeit von Bedarfsermittlungen".
- 11/89: G. Breyer, "Langzeitverhalten von Betonstrassen in Oesterreich".
- 12/89: P. Bellin, "Strategic Highway Research Program (SHRP), 5-Jahres-Forschungsprogramm der USA".
- 2/90: J. Schönharting, "Systematisierung der Bewertungsmethoden und Wirkungsanalysen aus der Sicht der Praxis".
- 12/90: E. Guhlmann, "Die Strassendatenbank in den neuen Bundesländern".
- 1/91: K. Lohrberg, "Die Zustandserfassung und -bewertung der Bundesautobahnen.
- 1/91: W. Arand, "Die Dauerhaftigkeit von Asphaltstrassen unter Berücksichtigung des Klimas".
- 4/91: J. Dames, S. Huschek, H. Liman, G. Meyer, "Messtechnische Zustandserfassung und -bewertung von Strassen in Berlin".
- 4/91: S. Ullrich, "Annahmen zu den Fahrzeugemissionen in den Richtlinien für den Lärmschutz an Strassen (RLS-90)".
- 5/91: S. Heller, G. Schönberger, "Micro Master - das Programmsystem für die Unterstützung rationeller Strassenerhaltung".

- Strassenverkehrstechnik:

- 1/90: H.G. Zimmer, "PROMETHEUS - ein europäisches Forschungsprogramm zur Gestaltung des künftigen Strassenverkehrs".
- 3/90: J.M. Sparmann, "Verkehrsbeeinflussung innerorts".
- 4/90: W. Balz, A. Kroen, "Verkehrsdatenerfassung und Verkehrsbeeinflussung auf den Autobahnen in Bayern in der ersten Ausbaustufe.

- Strasse und Verkehr:

- 12/87: G. Petersen, Massnahmen zur verbesserten Ausnutzung von Strassen und Strassennetzen und Möglichkeiten zur Erhöhung der Verkehrssicherheit".
- 1/88: A.A. Rafi, "Management der Strassenerhaltung - von der Theorie zur Praxis".
- 6/88: A.A. Rafi, "Wirtschaftlichkeitsuntersuchung der Substanzerhaltung von Strassen".
- 11/88: M. Hussain-Khan, Aspects internationaux dans la gestion de l'entretien des chaussées".
- 11/88: M. Beck, "Stand der Arbeiten in der Dreiländerkommission XX".
- 11/88: W. Pichler, "Instandhaltungskosten als Indikator des Bauzustandes".
- 12/89: Zahlreiche Fachartikel über das MSE.
- 10/90: A.A. Rafi, "Zum Management der Strassenverwaltung".
- 1/91: A.A. Rafi, "Entwicklung und Einführung des Systems MSE - Erfahrungen aus der Praxis".
- 1/91: H. Bär, "Erste Erfahrungen bei der Anwendung des Systems MSE".
- 2/91: P. Linsi, "SN640901: Management der Strassenerhaltung - Zielsystem".

Abbildungsverzeichnis

Seite

Kapitel 2

Abb. 2.1 : Funktionale Organisation des MSE (MSE-konformes Organigramm)
Abb. 2.2 : MSE-konformes Organigramm (divisionale Gliederung mit zentraler SDB)
Abb. 2.3 : MSE-konformes Organigramm (divisionale Gliederung und dezentrale SDB)
Abb. 2.4 : Beispiele von Matrix-Organisation
Abb. 2.5 : Zuordnung der MSE-Hauptziele zu den MSE-Aufgabenbereichen
Abb. 2.6 : Beispiel von Umwandlung einer Linien-Organisation in eine Matrix-Organisation
Abb. 2.7 : Aufbau-Organisation der Strassenverwaltung des Kantons St. Gallen
Abb. 2.8 : Aufbau-Organisation der Strassenverwaltung des Kantons Graubünden
Abb. 2.9 : Aufbau-Organisation der Strassenverwaltung des Kantons Genf
Abb. 2.10 : Aufbau-Organisation der Strassenverwaltung des Kantons Basel-Landschaft
Abb. 2.11 : Aufbau-Organisation der Strassenverwaltung der Stadt Lugano
Abb. 2.12 : Aufbau-Organisation der Strassenverwaltung der Stadt Fribourg
Abb. 2.13 : Beteiligungsgrad verschiedener Verwaltungsinstanzen im MSE (symbolisch)

Kapitel 3

Abb. 3.1 : Anwendungsgebiete des MSE-Systems (Morphologischer Kasten)
Abb. 3.2 : Dimensionen der MSE-Vorteile für die Strassenverwaltungen
Abb. 3.3 : Leistungen des Systems MSE
Abb. 3.4 : System MSE mit denkbarer Struktur einer Strasseninformations- und datenbank
Abb. 3.5 : System MSE als Regelinstrument der Strassenverwaltungen
Abb. 3.6 : System MSE als Instrument der Strassenverwaltungen zur Regelung des Strassenzustandes
Abb. 3.7 : Struktur des Systems MSE
Abb. 3.7a : System MSE (eine weitere Darstellung)
Abb. 3.8 : System MSE (eine weitere mögliche Darstellung)
Abb. 3.9 : Schematisches Ablaufdiagramm eines "Pavement Management" nach OECD
Abb. 3.10 : Aufgaben und Pflichten des Systems MSE
Abb. 3.11 : Hierarchie des Zielsystems des MSE
Abb. 3.11a : Struktur des MSE-Zielsystems
Abb. 3.12 : Struktur des MSE-Zielsystems (bis zur Stufe "Teilziele")
Abb. 3.13 : STRADA-Konzept des ASB
Abb. 3.13a : Beziehung zwischen MSE-Datenbank der Strassenverwaltungen und dem STRADA-Konzept
Abb. 3.13b : Strassennetz eines Kantons, dessen Daten durch MSE-Datenbank zu verwalten sind.
Abb. 3.14 : Die relevanten Daten einzelner MSE-Tätigkeiten
Abb. 3.15 : Strassendatenbank als Element des Systems MSE
Abb. 3.16 : Tätigkeitsablauf des MSE-Elementes "Forschung"
Abb. 3.17 : Beispiel einer Kurzfrist-Planung für Personaleinsatz
Abb. 3.18 : Formular zur visuellen Erfassung des Strassenzustandes
Abb. 3.19 : MSE-Element "Planung"
Abb. 3.20 : Ergebnisse der Tätigkeit des MSE-Elementes "Bemessung/Entwurf"
Abb. 3.21 : Ablauf-Schema des Verfahrens zur Dringlichkeitsreihung der Erhaltungsmassnahmen
Abb. 3.22 : Aktivitäten des MSE-Elementes "Organisieren"
Abb. 3.23 : Aktivitäten des MSE-Elementes "Realisierung"
Abb. 3.24 : Hilfsmodelle des MSE
Abb. 3.25 : Gliederung der Gesamtkosten der Strasse
Abb. 3.26 : Liste der potentiellen Unfallursachen
Abb. 3.27 : Anwendungsmöglichkeit eines Massnahmen-Modelles für das MSE-Element "Planung"
Abb. 3.28 : Systemorientierte Struktur der Strassenverkehrsanlagen
Abb. 3.29 : Gliederung der Strassenschäden

Abbildungsverzeichnis

Seite

Kapitel 4

Abb. 4.1 : Neue Vorschläge zur Gewichtung der MSE-Hauptziele für Dringlichkeitsreihung
Abb. 4.2 : Variation der Gewichtung der MSE-Hauptziele für Dringlichkeitsreihung
Abb. 4.3 : Berechnungsverfahren des momentanen Zielerreichungsgrades des Strassenabschnittes
Abb. 4.3a : Variation der Gewichtung der Kriterien zur funktionellen Bewertung der Abschnitte

Kapitel 5

Abb. 5.1 : Schritte zur Einführung des Systems MSE in die Verwaltungen
Abb. 5.2 : Ablauf und Gliederung des Projektmanagements
Abb. 5.3 : Vorgehensschema zur Aus- und Weiterbildung des Personals
Abb. 5.4 : Inhalt des Lehrstoffes zur Aus- und Weiterbildung des Personals
Abb. 5.5 : Schwerpunkte des Konzeptes zur Nutzung der MSE-Forschungsergebnisse
Abb. 5.6 : Beispiel zur Gewichtung der MSE-Hauptziele
Abb. 5.7 : Differenzierung der Durchführung einzelner MSE-Tätigkeiten durch Eigenleistung (ABC-Analyse)

Kapitel 6

Abb. 6.1 : Schematischer Wert von "$\triangle z$", (Differenz zwischen dem erfassten und tatsächlichen Zustand)
Abb. 6.2 : Ablauf-Organisation des "Simultaneaous-MSE", (Beispiel 1)
Abb. 6.3 : Ablauf-Organisation des "Simultaneaous-MSE", (Beispiel 2)
Abb. 6.4 : Empfehlungen zum weiteren Vorgehen im Bereiche MSE für die Behörde und die Forschung

Tabellenverzeichnis

Kapitel 3

Tabelle 3.1 : Allgemeine Informationen über MSE in anderen Ländern (v.a. Europa), nach OECD
Tabelle 3.2 : Allgemeine Informationen über MSE in anderen Ländern (Nord-Amerika), nach OECD
Tabelle 3.3 : Beispiel zur Formulierung der operativen Ziele des MSE
Tabelle 3.4 : Tätigkeiten zur Zustandserfassung der Ausrüstungen der Strassenverwaltungen
Tabelle 3.5 : Bewertung des baulichen Zustandes der Strassenabschnitte aufgrund einzelner Merkmale
Tabelle 3.6 : Zusammenstellung häufigster baulicher Erhaltungsmassnahmen

Kapitel 4

Tabelle 4.1 : Umfassende Bewertungstabelle des Strassenzustandes (Teil I)
Tabelle 4.1 : Umfassende Bewertungstabelle des Strassenzustandes (Teil II)
Tabelle 4.1 : Umfassende Bewertungstabelle des Strassenzustandes (Teil III)
Tabelle 4.2 : Funktionelle Bewertung der Strassenabschnitte (Vorschlag A)
Tabelle 4.3 : Funktionelle Bewertung der Strassenabschnitte (Vorschlag B)
Tabelle 4.4 : Funktionelle Bewertung der Strassenabschnitte (Vorschlag C)
Tabelle 4.5 : Funktionelle Bewertung der Strassenabschnitte (Vorschlag D)
Tabelle 4.6 : Funktionelle Bewertung der Strassenabschnitte (ursprünglicher Vorschlag)

Kapitel 6

Tabelle 6.1 : "Simultaneous-MSE", am Beispiel eines, im 6 Teil-Projekten gegliederten, Strassennetzes

Stichwortverzeichnis

	Seite
A	
Aufbauorganisation	32
Anforderungen	132
Anlagen-Modell	107
Anwendungsgebiete	41
Aufbauorganistion	12, 25
Aufgaben	59
Ausland	43
Ausrüstungen	85, 107
Aus- und Weiterbildung	143
B	
Basis-Bezugssystem	156
Bemessung	90
Beobachten	83
Bewertung	86
Bewertungsmodell	99
Bewertungsverfahren	115
D	
Divisionale Organisation	16
Dringlichkeitsreihung	92
Dringlichkeitswert	131
E	
Eigenleistung	96, 153
Einfachheit	58
Entwurf	90
Erfassung	83
Erhaltungsstrategie	106
Evolutionsfähigkeit	57
F	
Fein-Terminplanung	150
Flexibilität	57
Flexibler Oberbau	105
Fremdleistung	96, 153
Forschung	75, 146
Führungsinstrument	48
Führungsschritte	142
Funktionale Organisaiton	14
Funktionelle Bewertung	123
G	
Gliederungskriterien	24
Globale Strategie	106
Grobplan	9

	Seite
H	
Hilfsmodelle	99, 101
I	
Immissionsminimierung	58
Integrationsfähigkeit	57
K	
Kategorien-Faktor (fk)	130
Kontrolle	83
Kostenmodell	99
L	
Leistungen	46
Lernfähigkeit	57
Logistikmassnahmen	98
Lokale Strategie	106
M	
Massnahmen-Modell	104
Matrix-Organisation	19
Mobilität	58
Modem	67
MSE-Definition	40
O	
Operative Ziele	78
Organisationsanalyse	12
Organisatorische Schritte	149
Organisieren	94
P	
Pavement Management	56
Pflasterbelag	105
Pflichten	59
Planung	88
Projektmanagement	141
Projektplanung	141
Projektsteuerung	141,150
R	
Rationalität	57
Realisierung	97
Rechengang (fz)	122
Ressourcen-Schonung	58
Routine-Massnahmen	80

Stichwortverzeichnis

S	Seite
Schritte zur Einführung	140
Selbstregulierung	57
Simultaneous MSE	163
Situationsanalyse	11
STRADA-Konzept	68
Strassendatenbank	67
Strassen- Informationsbank	74
Strassenschäden	108
T	
Technische Schrittre	151
V	
visuelle Erfassung	84
Voraussetzungen	40
Vorteile	42
W	
Wirtschaftlichkeit	58
Z	
Zementbetonbelag	105
Zielertragswet	115
Ziel-Faktor (fz)	115
Zielsystem	63