



Asset Management der Strassen aus der Sicht des Erhaltungsma- nagements: Initialprojekt

**Asset Management des routes du point de vue de la
gestion de la conservation : Projet initial**

**Road Asset Management from the point of view of
maintenance management: Initial project**

RAFI Managementberatung (RMB), Zürich
Ali-A. Rafi, Dr. sc. Techn. ETHZ, Dipl. Bauingenieur

Infrastructure Management Consultants, Zürich
Andreas Fastrich, Dr. sc. ETHZ, Dipl. Bauingenieur
Rade Hajdin, Dr. sc. Techn. ETHZ, Dipl. Bauingenieur

**Forschungsprojekt VSS 2009/708 auf Antrag des Schweizerischen
Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen unterstützten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que les auteurs ayant obtenu l'appui de l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 « Clôture du projet », qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

La responsabilità per il contenuto di questo rapporto spetta unicamente agli autori sostenuti dall'Ufficio federale delle strade. Tale indicazione non si applica al modulo 3 "conclusione del progetto", che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e di cui risponde solo quest'ultima.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) supported by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



Asset Management der Strassen aus Sicht des Erhaltungsmanagements: Initialprojekt

Asset Management des routes du point de vue de la gestion de la conservation : Projet initial

Road Asset Management from the point of view of maintenance management: Initial project

RAFI Managementberatung (RMB), Zürich
Ali-A. Rafi, Dr. sc. Techn. ETHZ, Dipl. Bauingenieur

Infrastructure Management Consultants, Zürich
Andreas Fastrich, Dr. sc. ETHZ, Dipl. Bauingenieur
Rade Hajdin, Dr. sc. Techn. ETHZ, Dipl. Bauingenieur

Forschungsprojekt VSS 2009/708 auf Antrag Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Dezember 2017

1626

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Ali-A. Rafi, Dr. sc. Techn. ETHZ, Dipl. Bauingenieur

Mitglieder

Andreas Fastrich, Dr. sc. ETHZ, Dipl. Bauingenieur

Rade Hajdin, Dr. sc. Techn. ETHZ, Dipl. Bauingenieur

Federführende Fachkommission

Fachkommission 4: Bau- & Geotechnik

Begleitkommission

Präsident

Dr. Jost Lüking

Mitglieder

Prof. Dr. Bryan Adey

Dirk Göbbels

Jean-Marc Jeanneret

Daniel Rüfenacht

Frank Schiffmann

Luzia Seiler

Dr. Philipp Stoffel

Antragsteller

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von <http://www.mobilityplatform.ch> heruntergeladen werden.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	4
Zusammenfassung	7
Résumé	9
Summary	11
 1 Ausgangssituation und Grundlagen	 13
1.1 Einleitung.....	13
1.2 Diskussion Begriff Asset Management	14
1.2.1 Problematik – Begriff „Asset Management“	14
1.2.2 Alternativvorschlag – Begriff „Integrales Infrastrukturmanagement“	15
1.3 Forschungsziel	16
1.4 Aufbau und Ablauf des Initialprojekts.....	17
1.5 Ziele und Nutzen des Integralen Infrastrukturmanagements	18
1.5.1 Ausgangslage.....	18
1.5.2 Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements	22
1.5.3 Nutzen des Integralen Infrastrukturmanagements	23
1.6 Literaturrecherche	23
1.6.1 Übersicht internationaler Stand der Praxis und Forschung	23
1.6.2 Auswertung internationaler Stand der Praxis und Forschung	25
1.6.3 Übersicht Stand der Praxis und Forschung in der Schweiz	44
1.6.4 Auswertung Stand der Praxis und Forschung in der Schweiz	45
 2 Synthese	 53
2.1 Definition und Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements	53
2.1.1 Definition „Integrales Infrastrukturmanagement“	53
2.1.2 Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements	54
2.2 Systemdefinition und Systemabgrenzung für das integrale Infrastrukturmanagement	55
2.2.1 Systemaufbau und Systemdefinition.....	55
2.2.2 Abgrenzung zum Erhaltungsmanagement.....	56
2.3 Prozesse im Integralen Infrastrukturmanagement.....	57
2.3.1 Allgemeine Geschäftsprozesse in einer Verwaltung.....	57
2.3.2 Entscheidungsprozesse im Integralen Infrastrukturmanagement.....	58
2.3.3 Generischer Prozess des Integralen Infrastrukturmanagements	59
2.3.4 Zusammenfassung und Einordnung der Prozesse des Integralen Infrastrukturmanagementsystems.....	63
2.4 Begriffsbestimmungen	64
2.5 Weiterer Forschungsbedarf im Integralen Infrastrukturmanagement	69
 3 Folgerungen und Empfehlungen.....	 73
3.1 Folgerungen	73
3.2 Vorschlag Einzelprojekte des Forschungspakets «Integrales Infrastrukturmanagement»	73
3.2.1 Einzelprojekt A – Nutzerorientierte Bewertung des Leistungsniveaus	74
3.2.2 Einzelprojekt B - Integrale Risikobewertungen im Infrastrukturmanagement.....	75
3.2.3 Einzelprojekt C - Prozesse des Integralen Infrastrukturmanagements / Pilotanwendung	76
3.2.4 Einzelprojekt D - Organisatorische Umsetzung und Qualitätsmanagement.....	77
3.2.5 Einzelprojekt E - Möglichkeiten des Outsourcings und Outcontracting	78
3.2.6 Beziehungsschema und der Zeitplan der Realisierung der Einzelprojekte	78
 Literaturverzeichnis	 81
Projektabschluss	83
Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen	87

Zusammenfassung

Der Begriff Asset Management kommt ursprünglich aus der Finanzwelt und wird seit den 90er Jahren auch im Strassen- und Verkehrswesen und vorwiegend in englischsprachigen Ländern benutzt. Obwohl es keine einheitliche Definition für das Asset Management gibt, versteht die Mehrheit der Anwender darunter „einen übergeordneten strategischen Ansatz zur optimalen langfristigen Nutzung der Strasseninfrastruktur mit optimalem Mitteleinsatz, beruhend auf Grundlagen der Ingenieurwissenschaft, Volks- und Betriebswirtschaft sowie Unternehmensführung“.

Das vorliegende Initialprojekt hat die verschiedenen Konzepte und Definitionen des Asset Managements, die in anderen Ländern entwickelt oder eingeführt worden sind, analysiert um eine für die Verhältnisse der Schweiz geeignete Definition des Asset Managements, inkl. Systemabgrenzung, Ziele und Entscheidungsprozesse zu formulieren.

Die Frage der Weiterführung des Begriffes Asset Management wurde wegen der möglichen Verwirrung, wegen seiner Assoziation mit dem Finanzwesen, breit diskutiert und es wurde beschlossen diesen Begriff (für den Gebrauch in der Schweiz) zu „Integrales Infrastrukturmanagement“ umzubenennen.

Darüber hinaus wurden die im Rahmen der Situationsanalyse aufgedeckten Wissenslücken als Themen für Einzelprojekte eines durchzuführenden Forschungspakets identifiziert. Sie betreffen:

- Bereitstellung der Grundlagen zur Ermittlung des Leistungsniveaus eines Strassenabschnitts oder Strassennetzes („Level of Service“ des Strassennetzes zur Beschreibung seines „SOLL-Zustandes“ und als Massstab der Leistungserbringung seitens der Strassenbetreiber).
- Definition optimierter Prozessabläufe des Integralen Infrastrukturmanagements und Anwendung auf Fallbeispiele, unter Berücksichtigung der Risiken sowie Ausarbeiten von Vorschlägen zur systematischen Prozessverbesserung (best practice).
- Beurteilungskriterien der Effektivität von Investitionen unter Berücksichtigung der Aspekte: langfristige Konsequenzen, betriebs- und volkswirtschaftliche Rentabilität sowie zeitliche Veränderung der Risiken.
- Nutzung des Qualitätsmanagements, insbesondere Behandlung der Fragen über Integration ins Integrale Infrastrukturmanagement, langfristige Qualitätssicherung, Zuverlässigkeit der zu benutzenden Zustandsprognosemethoden sowie Validierung der zu erhebenden Zustandsdaten.
- Definition von Grundlagen für Umsetzung der geplanten Strategien und Massnahmen (Entscheide für Eigen- / Fremdleistung, Asset Management Contracting), inkl. methodischer Grundlagen zur Durchführung von Audits, Reviews und Monitoring der realisierten Massnahmen zur kontinuierlichen System- und Prozessverbesserung des Integralen Infrastrukturmanagements (Exzellenzmodell) sowie Konzepte zur Minimierung der Baustellendauer und Maximierung der Baustellensicherheit (Optimierung des Realisierungsablaufes der Massnahmen).
- Untersuchung der Einflüsse des Integralen Infrastrukturmanagements auf das Erhaltungsmanagement bei Berücksichtigung von physischen Objekten (einzelne sowie Kombination von Objektkategorien), bestehend aus Einflüssen auf Finanzmittelbedarf, Leistungsziele, Leistungsindikatoren und Risiken.

Aus diesen Themenbereichen wurde ein konkreter Vorschlag für ein aus fünf Einzelprojekten bestehendes Forschungspaket zum Integralen Infrastrukturmanagement entwickelt.

Résumé

Le terme de « Asset Management » vient à l'origine du monde financier ; depuis les années 1990, il est également utilisé dans le secteur des routes et des transports et est surtout utilisé dans les pays anglophones. Bien qu'il n'existe pas de définition standardisée de l'Asset Management, la majorité y voit « une approche stratégique d'ordre supérieur ayant le but d'utiliser de façon optimale à long terme les infrastructures routières avec une utilisation optimale des ressources, basée sur les principes fondamentaux de l'ingénierie, de l'économie nationale et de la gestion des entreprises ».

Ce premier projet a analysé les différents concepts et définitions de l'Asset Management développés ou introduits dans d'autres pays afin de formuler une définition de l'Asset Management adaptée à la situation en Suisse. Cette définition comprend aussi la définition du système, des objectifs et des processus décisionnels.

La question de l'utilisation du terme Asset Management a été largement discutée en raison de la confusion possible et en raison de son association avec la finance. Pour finir, il a été décidé de renommer ce terme (pour l'utilisation en Suisse) en « gestion intégrale de l'infrastructure ».

En outre, les lacunes découvertes dans le cadre de l'analyse de la situation ont été identifiées comme des sujets pour les projets individuels d'un paquet de recherche à réaliser. Celles-ci concernent les points suivants :

- Élaboration des bases pour déterminer le niveau de performance d'un tronçon ou d'un réseau routier (« Level of Service » pour décrire son « état cible » et comme mesure des prestations de service à fournir par les opérateurs routiers).
- Application de processus optimaux de la gestion intégrale de l'infrastructure à des études de cas, en tenant compte des risques et de l'élaboration de suggestions d'amélioration systématique des processus (best practice).
- Elaboration des critères d'évaluation de l'efficacité des investissements considérant les aspects suivants : conséquences à long terme, rentabilité économique au niveau de l'organisation et de l'économie nationale ainsi que l'évolution temporelle des risques.
- Recours à la gestion de la qualité, notamment en ce qui concerne les questions relatives à l'intégration dans la gestion intégrale des infrastructures, à l'assurance qualité à long terme, à la fiabilité des méthodes de prévision de l'état à utiliser et à la validation des données d'état à collecter.
- Définition de principes de base pour la mise en œuvre des stratégies et mesures planifiées (décisions pour les services internes/externes, Asset Management Contracting), y compris les bases méthodologiques pour l'exécution d'audits, d'exams et d'un monitoring des interventions réalisées pour l'amélioration continue du système et des processus de gestion intégrale de l'infrastructure (modèle d'excellence) ainsi que des concepts pour minimiser la durée du chantier et maximiser la sécurité du chantier (optimisation du processus de réalisation des interventions).
- Etude de l'influence de la gestion intégrale des infrastructures sur la gestion de la conservation en tenant compte des objets (individuels et combinaisons de catégories d'objets), contenant les influences sur les besoins financiers, les objectifs de performance, les indicateurs de performance et les risques.

A partir de ces thèmes, une proposition concrète a été élaborée pour un paquet de recherche sur la gestion intégrale des infrastructures comprenant cinq projets individuels.

Summary

The term Asset Management originates from the financial world and has also been used since the 1990s in the road and transport sector and is predominantly used in English-speaking countries. Although there is no uniform definition for Asset Management, the majority of users understands it as "a superordinate strategic approach to the optimal long-term use of road infrastructure with optimal use of resources, based on the fundamentals of engineering, economics and business management as well as corporate governance".

In this initial project various concepts and definitions of Asset Management were analyzed that have been developed or introduced in other countries in order to formulate a definition of Asset Management that is suitable for the context of Switzerland, including system definition, objectives and decision-making processes.

The use of the term "Asset Management" was widely discussed because of the possible confusion due to its association with finance, and it was decided to rename this term (for use in Switzerland) "Integral Infrastructure Management".

In addition, the gaps in knowledge discovered in the context of the situation analysis were identified as topics for individual projects of a research package to be carried out. These concern:

- Provision of the basis for determining the performance level of a road section or road network (level of service of the road network to describe its "target status" and as a benchmark for the provision of services by road operators).
- Optimized processes of Integral Infrastructure Management for case studies, taking into account the risks as well as elaboration of suggestions for systematic process improvement (best practice).
- Assessment criteria for the effectiveness of investments taking into account the following aspects: long-term consequences, economic and macroeconomic profitability as well as temporal changes in risks.
- Use of quality management, in particular dealing with questions concerning integration into Integral Infrastructure Management, long-term quality assurance, reliability of the condition forecasting methods to be used and validation of the condition data to be collected.
- Basic principles for the implementation of the planned strategies and measures (decisions for internal / external services, Asset Management contracting), including methodical bases for the implementation of audits, reviews and monitoring of the implemented measures for the continuous system and process improvement of the Integral Infrastructure Management (model of excellence) as well as concepts for minimizing the duration of the construction site and maximizing site safety (optimization of the implementation process of the measures).
- Investigation of the influence of Integral Infrastructure Management on maintenance management in consideration of non-physical objects (individual and combination of object categories), consisting of influences on financial requirements, performance targets, performance indicators and risks.

From these thematic areas, a concrete proposal was developed for a research package on integral infrastructure management consisting of five individual projects.

1 Ausgangssituation und Grundlagen

Im ersten Teil des Berichts werden die allgemeinen Grundlagen des Asset Managements bzw. des Integralen Infrastrukturmanagements erarbeitet. Insbesondere wird die Ausgangssituation im Infrastrukturmanagement in einer ausführlichen Analyse des Stands der Praxis und Forschung evaluiert.

Aufbauend auf diesen Grundlagen wird dann in der Synthese im zweiten Teil des Berichts ein Konzept für das Integrale Infrastrukturmanagement in der Schweiz und die dafür nötige weitere Forschung entwickelt.

1.1 Einleitung

Wegen der starken und anhaltend steigenden Verkehrsnachfrage muss die Strasseninfrastruktur immer häufiger unterhalten, ausgebaut oder erneuert werden. Damit verbunden ist ein steigender Bedarf an Ausgaben für die Bewirtschaftung des Strassennetzes. Gleichzeitig stagniert bzw. sinkt in den meisten Ländern, wie auch in der Schweiz, das jährlich verfügbare Budget für diese Aufgaben. Die Strassenbetreiber sind gleichwohl zur Aufrechterhaltung einer sicheren, umweltverträglichen und leistungsfähigen Mobilität auf der Strasse verpflichtet und sind deshalb laufend vor hohe Herausforderungen gestellt.

Um den Anforderungen an die Strasseninfrastruktur gerecht zu werden, sind nebst Massnahmen des Strassenerhalts auch andere Massnahmen, wie Kapazitätserhöhung oder Ausbau der Strassen unausweichlich. Zusätzlich sollten die Nutzungsaspekte der Strasse zukünftig stärker berücksichtigt werden (beispielsweise sollen zur Kapazitätserhöhung während bestimmten Stosszeiten die Standspuren auf Nationalstrassen als Fahrspuren benutzt werden können). Um diesen Herausforderungen beizukommen, muss die Bewirtschaftung des Strassennetzes koordinierter (Neubau, Ausbau, Erhaltung), nachhaltiger (Berücksichtigung der ganzen Lebensdauer der Objekte), anforderungs- und nutzungsge-rechter, flexibler (gegenüber zeitlicher Veränderung der Anforderungen und Risiken) und effizienter erfolgen. Dazu wird in einigen Ländern ein umfassender strategischer Ansatz benutzt, der als Asset Management der Strassen (oder Integrales Infrastrukturmanagement; auf Englisch: „Management of Road Infrastructure Assets“ oder „Transportation Asset Management“) bezeichnet wird.

Das Asset Management stützt sich auf folgende Prinzipien:

- Erreichung und nachhaltige Einhaltung eines vorgegebenen Leistungsniveaus (zu beschreiben als Leistungsziele)
- Erweiterung des Leistungsumfanges der Strassenbetreiber (u.a. durch Umgestaltung, Ausbau und Aufrüstung der Strassennetze) unter Berücksichtigung aller Risiken
- Berücksichtigung der höheren Sensibilität der Gesellschaft gegenüber Immissionen des Verkehrs und baulicher Massnahmen
- Langfristige Optimierung der Erhaltungsstrategien für die Strasseninfrastruktur und damit langfristig optimierte Kosten der Substanzerhaltung
- Erzielen von langfristig höchster Wirkung von Investitionen, d.h. Maximierung des Nettonutzens
- Bewirtschaftung der Strasseninfrastruktur nach best-practice Grundsätzen.

Auf Grundlage der international vorhandenen Ansätze des Asset Managements wurde in der 2014 veröffentlichten Norm ISO 55000 [1] eine umfassende Definition des Asset Managements in einer Normengruppe zusammengefasst. Diese allgemein für alle Assets gültigen Grundlagen stellen eine wichtige Grundlage für die Entwicklung des Asset Managements für die Strassen dar.

Ziel des Asset Managements der Strassen, als ganzheitliche Aktivität, ist es, die optimale Nutzung der Strasseninfrastruktur unter optimalem Einsatz der Ressourcen sicherzustellen. Ausgehend davon werden in diesem Initialprojekt bezüglich des generischen Begriffes

Asset Managements (im Folgenden: Integrales Infrastrukturmanagement, siehe Kapitel 1.2) der Strassen zwei Schwerpunkte unterschieden:

- Definition der Grundlagen und Prinzipien des Integralen Infrastrukturmanagements:
 - Es werden die Ziele und die zur Zielerreichung notwendigen Prozesse sowie die Grundsätze des Integralen Infrastrukturmanagements dargelegt.
 - Gegenstand der Betrachtung sind hier vor allem die physischen Anlagen des betrachteten Strassennetzes.
- Operative Umsetzung des Integralen Infrastrukturmanagements:
 - Weil das Integrale Infrastrukturmanagement alle Organisationseinheiten der Anwender in jeder Hierarchiestufe betrifft, kann für dessen Umsetzung kein einheitliches Rezept gelten. Vielmehr muss für jeden Anwender ein für seine Organisation geeignetes Vorgehen erarbeitet und in die Praxis umgesetzt werden. Dabei müssen neben den physischen Anlagewerten, die im Mittelpunkt der Betrachtung stehen, auch die jeweils vorhandenen personellen Ressourcen und die jeweilige Organisationsform berücksichtigt werden. Die in diesem Bericht erarbeiteten Grundlagen (Ziele, Begriffe, Prozesse) können dazu als Grundlage dienen.

1.2 Diskussion Begriff Asset Management

Im Rahmen der Bearbeitung des Forschungsprojekts wurde der Begriff „Asset Management“ kontrovers diskutiert. Es zeigte sich, dass der Inhalt des Forschungsprojekts mit dem Begriff „Asset Management“ nicht sinnvoll beschrieben wird. Im Rahmen der Projektbearbeitung wurde daher beschlossen, den Begriff „Asset Management“ durch den Begriff „Integrales Infrastrukturmanagement“ zu ersetzen. Der Titel des Forschungsprojekts wurde nachträglich nicht verändert, es wird jedoch empfohlen, für das geplante anschliessende Forschungspaket zu diesem Themenkomplex den neuen Begriff auch im Titel des Forschungspakets zu übernehmen.

Im Folgenden wird die Problematik der Begriffsdefinition dargelegt und die Umbenennung begründet.

1.2.1 Problematik – Begriff „Asset Management“

Im internationalen Bereich wurden in den vergangenen Jahren unter dem Begriff „Asset Management“ eine Vielzahl neuer und sinnvoller Ansätze für eine holistische Betrachtung der Entscheidungsprozesse beim Bau, Ausbau und Unterhalt von Strassennetzen entwickelt. Die Analyse dieser vorhandenen Grundlagen sowie das Aufzeigen von Möglichkeiten der Anpassung derartiger Ansätze für die Schweiz ist Gegenstand des Forschungsprojekts. Die im Rahmen der Situationsanalyse durchgeführten Untersuchungen sowie Erörterungen mit den Fachexperten aus der Schweiz und dem deutschsprachigen Ausland haben jedoch ergeben, dass zwar die im Allgemeinen unter „Asset Management“ verstandenen Inhalte, wie in der ISO-Norm 55000 zusammengefasst, eine wichtige und sinnvolle Grundlage für ein effizientes und zielgerichtetes Management der Strasseninfrastrukturen darstellen, der Begriff „Asset Management“ aber die im Management von Strassen und anderen Infrastrukturen vorhandenen Anforderungen nicht passend wiedergibt.

Insbesondere die folgenden Punkte sprechen aus Sicht der Forschungsstelle gegen eine Verwendung des Begriffs „Asset Management“ für die Infrastrukturbauten des Strassennetzes:

- Der Begriff „Asset“ ist nur schwer ins Deutsche zu übersetzen. Er stammt ursprünglich aus der Finanzbuchhaltung und bezeichnet dort das Anlagevermögen eines Unternehmens. Dies führt zum einen zu einer Ungenauigkeit der Begriffsdefinition, da aufgrund der Übersetzungsprobleme ein weites Feld unterschiedlicher Interpretationen des Begriffs „Asset“ möglich ist, zum anderen stellt die am weitesten verbreitete Übersetzung als Anlagevermögen keine sinnvolle Definition für den Strassenbereich dar. Die Ungenauigkeit des Begriffs „Asset Management“ zeigt sich auch an der Vielzahl verschiedener Definitionen im derzeitigen Stand der Praxis und Forschung.
- Der Begriff „Asset“ fokussiert auf den Wert des betrachteten Objekts (Übersetzung als Anlagegut, Vermögenswert, etc.). Dieser Fokus entspricht nicht den Anforderungen an

das Management der Strasseninfrastrukturen. Bei den hier betrachteten Objekten spielt nicht der Wert eines Objekts eine Rolle, da die Objekte kaum veräussert werden können, sondern lediglich die Funktionalität und die Aufrechterhaltung der Funktionalität. Auch wenn die Aufrechterhaltung eines fiktiven Wertes eines Objekts oft auch eine Aufrechterhaltung der Funktionalität mit sich bringt, so entspricht dies nur einem indirekten Effekt. Mit dem Fokus auf den Wert eines Objekts würde schon in der Begriffsdefinition eine falsche Zielrichtung des Managements vorgegeben. Für die Nutzer eines Infrastrukturobjekts, die Gesellschaft und damit auch den Betreiber dieses Objekts spielt es weder eine Rolle, was die Erstellung des Objekts in der Vergangenheit gekostet hat, noch interessiert ein fiktiver Wert des Objekts. Das einzig sinnvolle Kriterium zur Bewertung eines Infrastrukturobjekts ist, inwieweit dieses jetzt und in Zukunft die an es gestellten Anforderungen erfüllt.

Aufgrund der beschriebenen Problematik und der bereits in der Begriffsdefinition enthaltenen Unschärfe, hat sich der Begriff „Asset Management“ zu einem sehr weichen Begriff entwickelt, unter dem eine Vielzahl unterschiedlicher Forschungsansätze und praktischer Weiterentwicklungen des Infrastrukturmanagements zusammengefasst werden. Daher wird vorgeschlagen, den Begriff „Asset Management“ in diesem Forschungsprojekt und auch im nachfolgenden Forschungspaket durch einen präziseren und aus dem Bauingenieurwesen stammenden Begriff zu ersetzen.

1.2.2 Alternativvorschlag – Begriff „Integrales Infrastrukturmanagement“

Der Inhalt des Forschungsprojekts sowie des geplanten weiterführenden Forschungspakets ist eine holistische Betrachtung des Managements der Strasseninfrastruktur in der Schweiz. Es sollen über lange Zeiträume teilsystem- und abschnittsübergreifende optimale Lösungen für den Bau, Ausbau und Unterhalt des Strassennetzes gefunden werden. Im Fokus dieser Betrachtung steht einerseits die kostenmässige Optimierung beim Strassenbetreiber, insbesondere aber auch die verstärkte Berücksichtigung der Nutzeranforderungen bezüglich Funktionalität und Sicherheit des Strassennetzes. Diese Inhalte werden aus Sicht der Forschungsstelle weit besser mit dem Begriff „Infrastrukturmanagement“ beschrieben. Um den lebensdauerorientierten, teilsystemübergreifenden und netzorientierten Charakter der Betrachtung zu unterstreichen, was eine Weiterentwicklung derzeit gebräuchlicher Ansätze darstellt, wird für den Forschungsgegenstand der Begriff „Integrales Infrastrukturmanagement“ vorgeschlagen.

Die Betrachtung erfolgt integral in Bezug auf:

- Betrachtete Objekte: Es erfolgt eine übergreifende Betrachtung aller Arten von Objekten des Strassennetzes.
- Einbezogene Interessensgruppen: Bei allen Entscheidungen im Infrastrukturmanagement werden die Auswirkungen auf sämtliche Interessensgruppen berücksichtigt.
- Räumliche Abgrenzung: Es werden das gesamte Strassennetz bzw. relevante Teilnetze betrachtet. Insbesondere hinsichtlich der Auswirkungen auf die Interessensgruppen ist eine netzorientierte Betrachtung zielführender als die Betrachtung von einzelnen Objekten.
- Zeitliche Abgrenzung: Die Betrachtung erfolgt über die gesamte vorgesehene Nutzungsdauer, d.h. es werden die langfristigen Konsequenzen der Entscheidungen betrachtet.
- Betrachtete Szenarien: Es werden möglichst umfassend alle Einwirkungen auf das Strassennetz betrachtet, d.h. es erfolgt auch eine Betrachtung möglicher Risiken.

Analog zur Definition des Asset Managements werden hierunter sämtliche Tätigkeiten im Management von Strasseninfrastrukturen, d.h. Neubau, Erhaltung, Betrieb, Ausbau nebst Nutzung und Finanzierung der Anlagen, als Bestandteile eines übergeordneten Konzeptes betrachtet und entsprechend gesamtheitlich beurteilt.

1.3 Forschungsziel

Mit dem Integralen Infrastrukturmanagement soll im Strassenwesen ein umfassendes strategisches Handlungs- und Entscheidungssystem zur Erstellung, Nutzung und Bewirtschaftung der Strassennetze geschaffen werden. Dieser Ansatz muss zur Einführung, bzw. Nutzung in konkrete Konzepte, Prozesse und Tools umgesetzt werden.

Bezüglich der Ziele ist zu unterscheiden zwischen dem hier bearbeiteten Initialprojekt und den langfristigen Zielen eines anschliessenden Forschungspakets. Hier werden zunächst die Ziele des Initialprojekts dargestellt. Die Ziele des Forschungspakets werden im Folgenden erarbeitet und insbesondere im Kapitel 3 ausführlich beschrieben.

Im Initialprojekt sollen Grundlagen des Integralen Infrastrukturmanagements erarbeitet und damit eine gemeinsame Basis für die Einzelprojekte des anschliessenden Forschungspakets geschaffen werden. Im Rahmen der Erarbeitung der Grundlagen des Integralen Infrastrukturmanagements sollen im Initialprojekt die folgenden Ziele erreicht werden:

- Evaluation des Stands der Praxis und Forschung im Integralen Infrastrukturmanagement:
In einer Literaturstudie sollen der derzeitige Stand der Praxis und Forschung im In- und Ausland evaluiert werden. Der Stand der Praxis in der Schweiz bildet die Grundlage für die spätere praktische Umsetzung eines Integralen Infrastrukturmanagements. Eine Überführung der Forschungsergebnisse in die Praxis ist nur dann realistisch, wenn diese auf den derzeit vorhandenen Strukturen aufbauen. Der Stand der Praxis im Ausland sowie aus der Stand der Forschung liefert einen wichtigen Input in Form von Erfahrungen, die mit derartigen Ansätzen bereits gemacht wurden bzw. Ideen die zu diesem Thema bereits entwickelt wurden.
- Definition und Abgrenzung des Begriffs „Integrales Infrastrukturmanagement“ für die Strassen in der Schweiz:
Der Begriff „Integrales Infrastrukturmanagement“ baut, wie in Kapitel 1.2 beschrieben, auf dem international weit verbreiteten Begriff „Asset Management“ auf. Für das Asset Management gibt es international eine Vielzahl unterschiedlicher Definitionen, welche in der ISO-Norm 55000 [1] auf eine gemeinsame Basis gebracht wurden. Die Basis für dieses Forschungsprojekt sowie ein eventuell anschliessendes Forschungspaket muss eine eindeutige Definition und Abgrenzung des Forschungsgegenstands sein. Hierzu soll auch der neu verwendete Begriff „Integrales Infrastrukturmanagement“ dienen, der eine Abgrenzung von der weiter gefassten Definition des „Asset Managements“ darstellt.
- Systemdefinition und Systemabgrenzung:
In der Systemdefinition und Systemabgrenzung muss aufbauend auf der allgemeinen Begriffsdefinition des „Integralen Infrastrukturmanagements“ räumlich, zeitlich und inhaltlich festgelegt werden, welche Bereiche der Strasseninfrastruktur und welche Prozesse des Infrastrukturmanagements betrachtet werden sollen. Insbesondere muss definiert werden, welche Objekte im Integralen Infrastrukturmanagement betrachtet werden soll, wie dies erfolgt und welche Randbedingungen gelten. Diese Systemdefinition kann dann auch die gemeinsame Grundlage für die Einzelprojekte eines Forschungspakets bilden.
- Skizzieren der Prozesse des Integralen Infrastrukturmanagements:
Im Rahmen der Erarbeitung der Grundlagen für das anschliessende Forschungspaket soll insbesondere ein Prozessablauf des Integralen Infrastrukturmanagements definiert werden. Dabei ist insbesondere aufzuzeigen, wo derzeit übliche Prozesse ergänzt oder angepasst werden sollten. Eine genaue Ausarbeitung der Prozesse und deren Ineinandergreifen sowie die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Personalstruktur des Strassenbetreibers ist jedoch nicht Inhalt des Initialprojekts, sondern sollte im anschliessenden Forschungspaket erfolgen.

Als konkreter Input für die Definition und Ausschreibung eines anschliessenden Forschungspakets sind die folgenden Ziele zu erreichen:

- Aufzeigen des weiteren Forschungsbedarfs im Integralen Infrastrukturmanagement:

Aus der Evaluation des Stands der Praxis und der Forschung zusammen mit den im Rahmen des Initialprojekts erarbeiteten Grundlagen ergibt sich aus dem Abgleich mit den Zielen des Integralen Infrastrukturmanagements der weitere Forschungsbedarf für die Umsetzung eines solchen Ansatzes in der Schweiz.

- Definition der Ziele und der Abgrenzung des vorgesehenen Forschungspakets über das Integrale Infrastrukturmanagement der Strassen:

Aufbauend auf dem identifizierten weiteren Forschungsbedarf sollen der Inhalt und die Ziele des anschliessenden Forschungspakets definiert werden. Es ist darzustellen, welche Ergebnisse und welcher praktische Nutzen sich aus dem weiterführenden Forschungspaket ergeben.

- Erarbeitung eines Vorschlags für die Einzelprojekte des Forschungspakets sowie Definition der Ziele und der Abgrenzung der Einzelprojekte:

Das geplante Forschungspaket soll aus ca. fünf parallel oder zeitlich leicht versetzt durchgeführten Einzelprojekten bestehen. Auf Basis des Inhalts und der Ziele des gesamten Forschungspakets sind daher sinnvolle Einzelprojekte zu definieren, die jeweils ein Teilproblem behandeln. Es sind der Inhalt und die Ziele sowie das Zusammenwirken der Einzelprojekte zu beschreiben.

- Bereitstellung der Grundlagen für die Ausschreibung und Vergabe der Einzelprojekte des vorgesehenen Forschungspaketes:

Mit der Definition der Inhalte und Ziele des Forschungspakets sowie der Einzelprojekte wird die Grundlage für die Ausschreibung und Vergabe der Einzelprojekte sowie der Gesamtprojektleitung erarbeitet. Neben den Inhalten der Projekte ist eine grobe Abschätzung der Bearbeitungszeit und des zu erwartenden Aufwands zu erstellen.

1.4 Aufbau und Ablauf des Initialprojekts

Das Initialprojekt wird in drei Phasen abgewickelt: „Analyse und Abklärungen“, „Synthese“ und „Projektabschluss“ (Bericht). Der Abschluss jeder dieser Phasen gilt als ein Meilenstein des Initialprojektes (Abb.1). Das gewählte Vorgehen stützt sich auf die Methodik des Systems Engineering, wobei hier die Konkretisierung der Ziele erst in der 2. Phase des Projektes (Synthese) stattfindet.

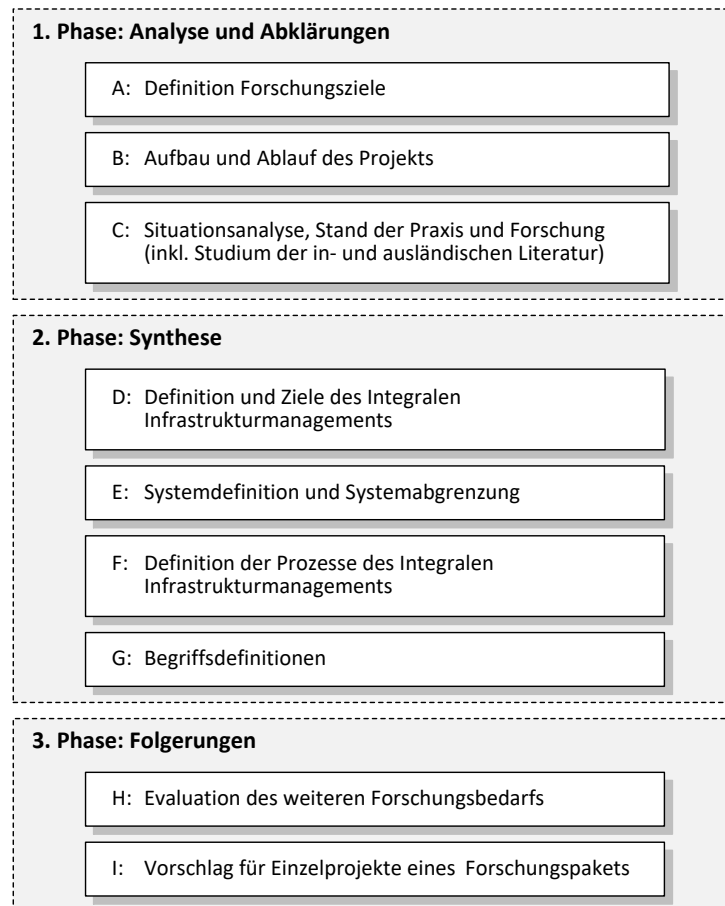


Abb.1 Aufbau des Initialprojekts

Im Initialprojekt sollen die Grundlagen für ein anschliessendes Forschungspaket erarbeitet werden. zeigt die Abfolge und die inhaltlichen Abhängigkeiten zwischen Initialprojekt, Forschungspaket und einem darauf aufbauendem Normenpaket zum Integralen Infrastrukturmanagement.

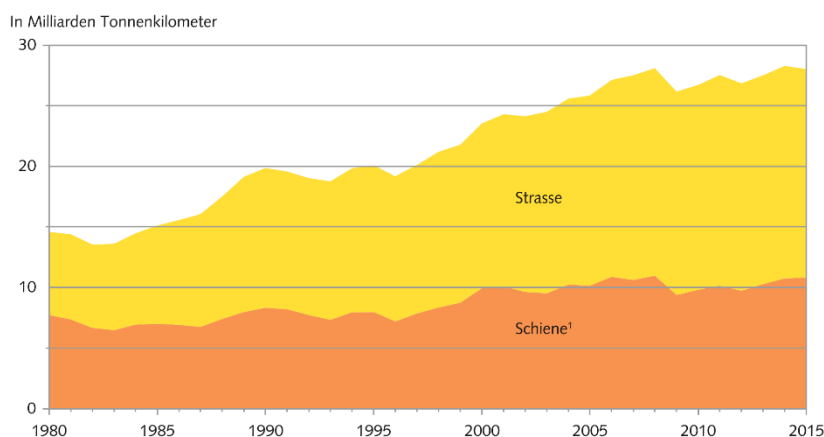
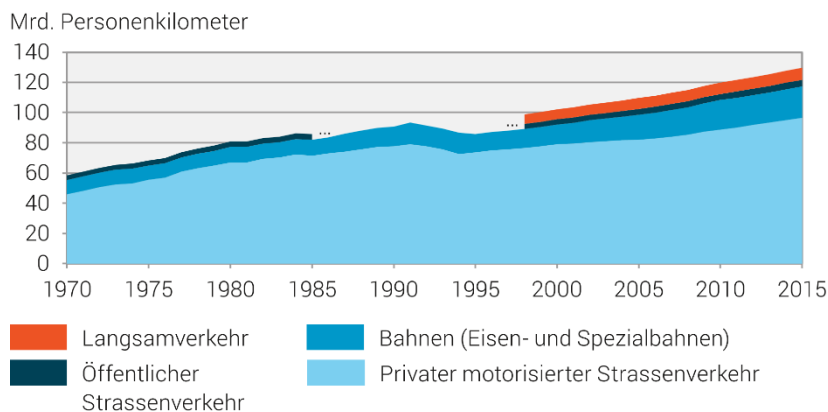
1.5 Ziele und Nutzen des Integralen Infrastrukturmanagements

Mit der Entwicklung des Integralen Infrastrukturmanagements soll die Effizienz im Management der vorhandenen Strasseninfrastrukturen in der Schweiz weiter gesteigert werden. Angesichts steigender Anforderungen an die Strassenbetreiber bei stetigem Spardruck in den öffentlichen Haushalten, kann eine nachhaltige Entwicklung und Erhaltung der Strasseninfrastrukturen nur mit einer stetigen Effizienzsteigerung erreicht werden.

1.5.1 Ausgangslage

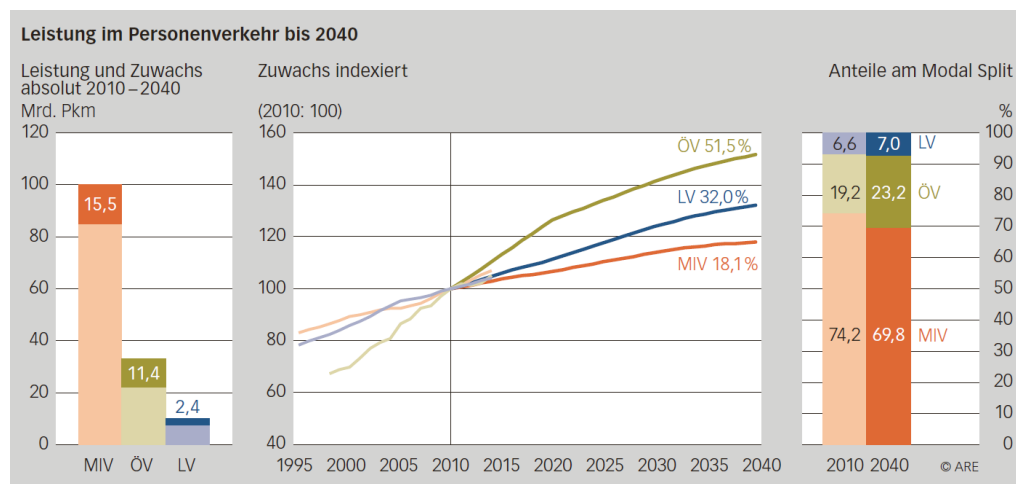
Die Ausgangslage gestaltet sich für die Strassenbetreiber wie folgt:

- Anhaltende rasante Zunahme des Personen- und Güterverkehrs auf Strassen (siehe in Abb.2 und Abb.3 die Beispiele aus der Schweiz).



¹ Nettotonnenkilometer ohne Eigengewicht der Güterfahrzeuge (inkl. Anhänger), Container und Wechselbehälter im kombinierten Verkehr

Abb.2 Entwicklung des Personenverkehrs (inkl. Motorräder und Privatscars) und des Güterverkehrs (Fahrzeuge > 3.5 Tonnen) in der Schweiz (Quelle: Bundesamt für Statistik)



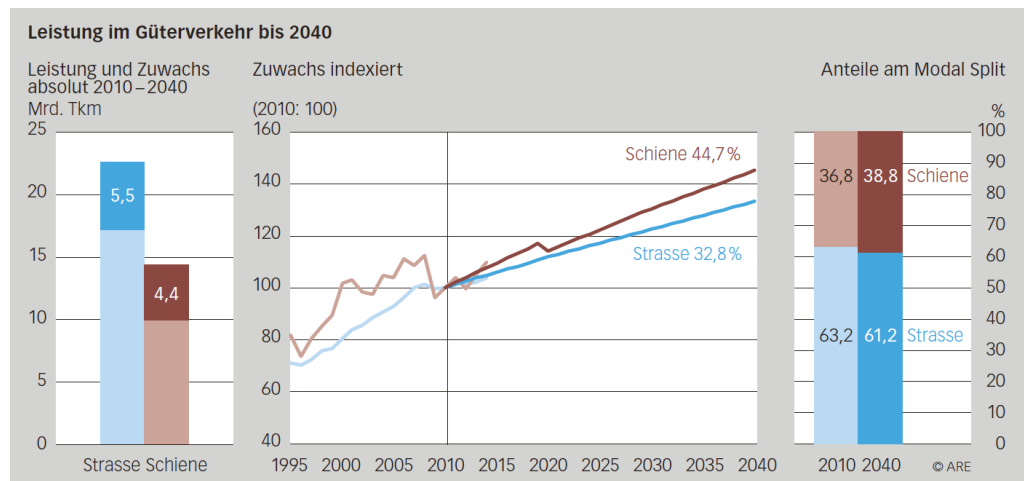


Abb.3 Entwicklung des Personenverkehrs (inkl. Motorräder) und des Güterverkehrs (Fahrzeuge > 3.5 Tonnen) in der Schweiz (Quelle: Bundesamt für Raumentwicklung ARE [2])

- Allgemeiner Spardruck und sogar Budgetkürzungen für den Neu-, Ausbau und Unterhalt der Strasseninfrastruktur. Abb.4 zeigt die Stagnation der Ausgaben für die Nationalstrassen in den letzten Jahrzehnten. Dabei verschieben sich die Ausgaben vom Neubau immer mehr zum Unterhalt. Bezogen auf das Verkehrsaufkommen (gefahrte Fahrzeugkilometer) zeigt sich in Abb.5, dass in allen Bereichen real ein Rückgang der Ausgaben vorliegt.

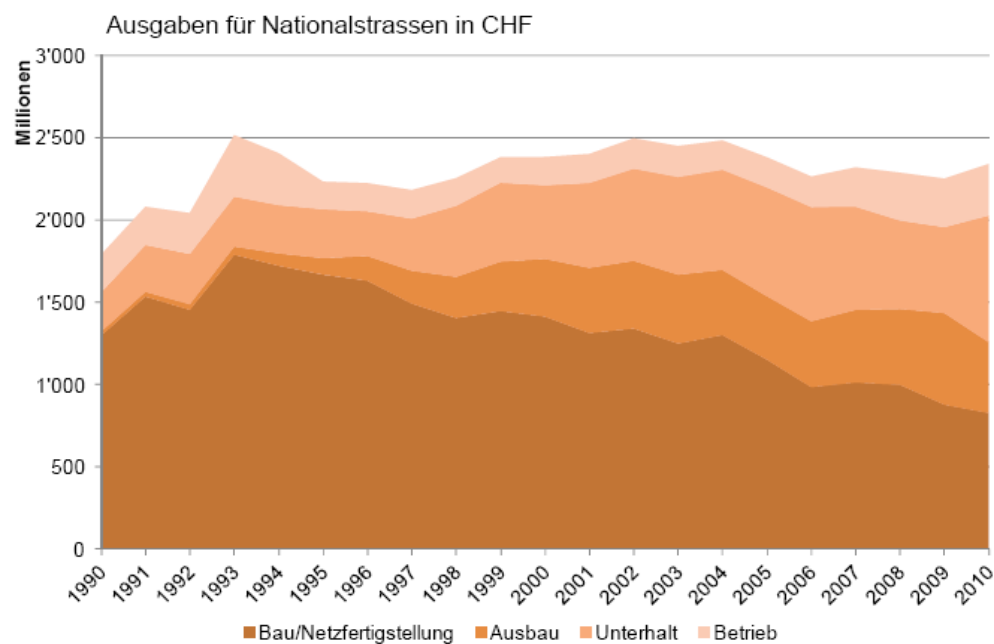


Abb.4 Entwicklung der Ausgaben für die Nationalstrassen in der Schweiz (Quelle: Bundesamt für Strassen)

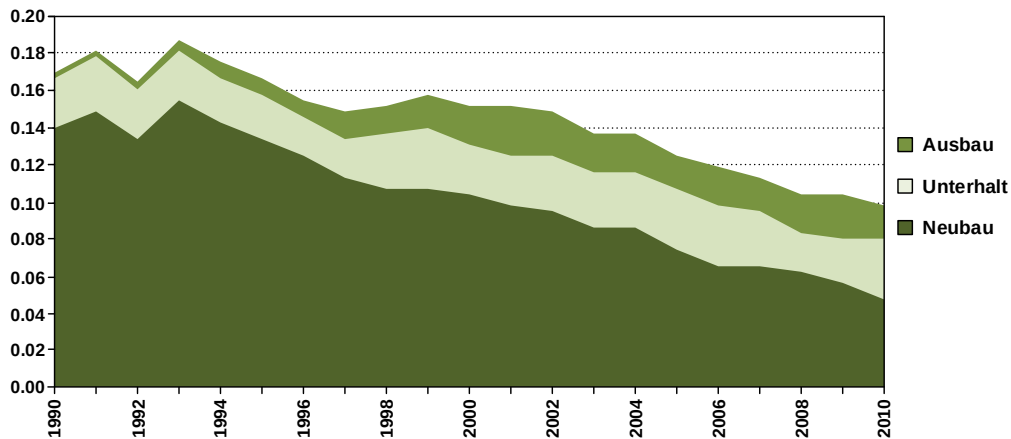


Abb.5 Entwicklung der Ausgaben für die Nationalstrassen in der Schweiz umgelegt auf die gefahrenen Fahrzeugkilometer (Quelle: Bundesamt für Strassen)

- Sukzessiver Ausbau der Strassennetze. Dass der Ausbau des Strassennetzes derzeit nicht mit der steigenden Nachfrage mithalten kann, zeigt sich in der Entwicklung der Fahrleistung (Abb.6) und der gleichzeitigen Entwicklung der Stautunden (Abb.7). Um die fehlende Kapazität auszugleichen, wird eine Erweiterung des Leistungsumfanges der Tiefbauämter insbesondere bzgl. einer effizienten Netzbewirtschaftung erforderlich.

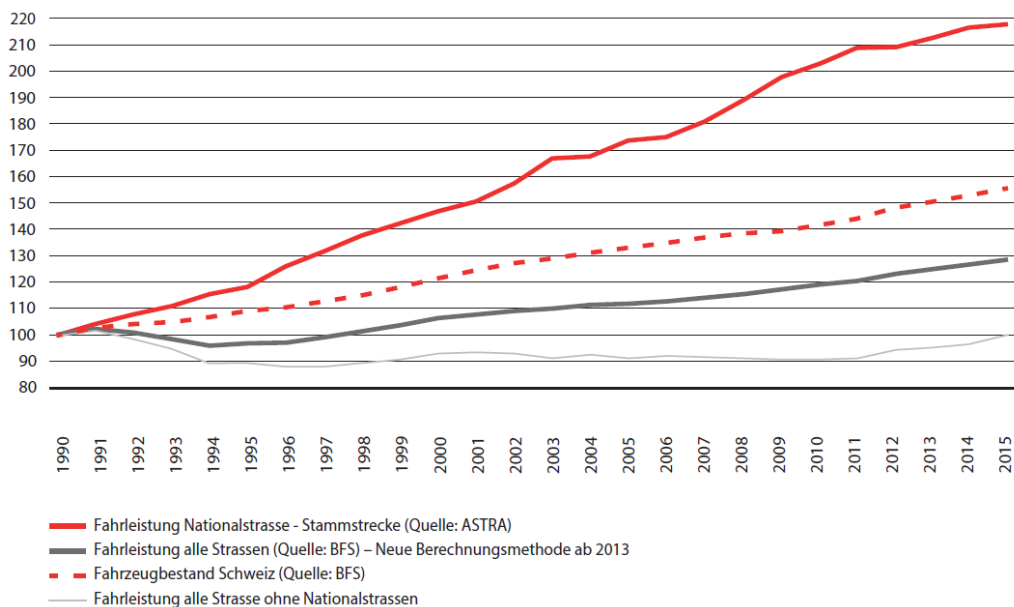


Abb.6 Langjährige Entwicklung der Fahrleistung auf den Nationalstrassen (Quelle: Bundesamt für Strassen, ASTRA)

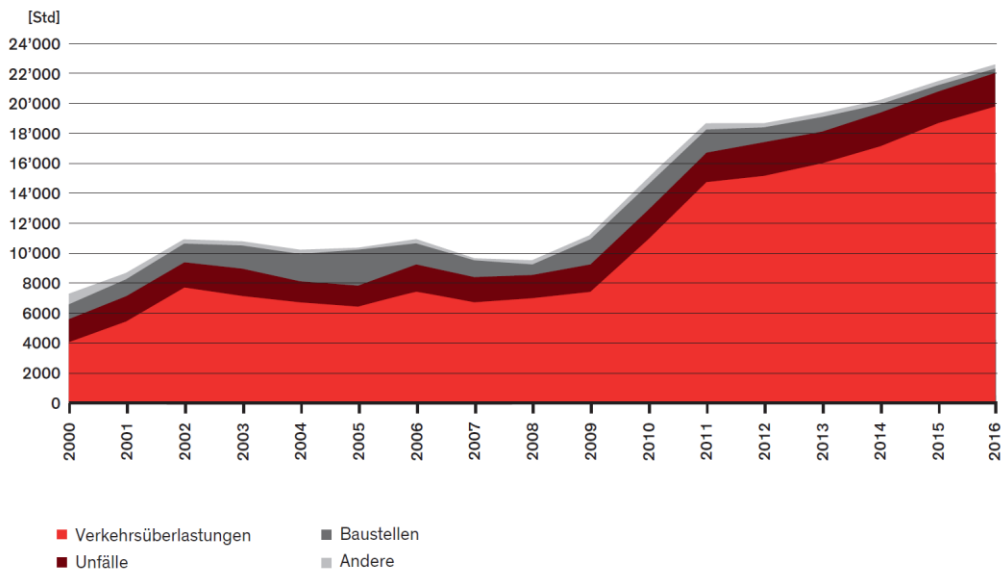


Abb.7 Entwicklung der jährlichen Staudunden auf den Nationalstrassen (Quelle: Bundesamt für Strassen, ASTRA)

- Höhere Sensibilität der Gesellschaft und der Verkehrsteilnehmer gegenüber den Immissionen des Verkehrs und der baulichen Massnahmen (gestiegene Anforderungen).

Den ständig steigenden Anforderungen und den sich daraus ergebenden Herausforderungen versuchen die Strassenbetreiber mit einer ständigen Optimierung der Prozesse im Bau- und Unterhalt des Strassennetzes zu begegnen. Derzeit bleibt diese Optimierung jedoch zumeist auf einzelne Bereiche oder einzelne Prozesse beschränkt. Die Bereiche Neubau, Unterhalt und Betrieb des Strassennetzes sowie auch die einzelnen Teilsysteme des Strassennetzes (Fahrbahn, Kunstbauten, BSA, usw.) werden weitgehend separat betrachtet. Es besteht also sowohl zeitlich über die Lebensdauer, als auch räumlich zwischen den einzelnen Infrastrukturbauten eine klare Trennung. Dies führt dazu, dass ein grosses Optimierungspotential, welches durch eine integrale Betrachtung möglich wäre, nicht genutzt wird.

1.5.2 Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements

Eine gut funktionierende Infrastruktur ist eine einer Grundvoraussetzung für das Funktionieren unserer Gesellschaft und weist somit einen enormen Wert auf. Der Wert der Bauwerke drückt sich durch den volkswirtschaftlichen Nutzen aus, welchen diese erbringen. In der Schweiz haben die Eidgenössischen Bundesämter für Raumentwicklung und Strassen die Gesamtwertschöpfung des Verkehrs in der Schweiz auf 58.5 Mrd. CHF bzw. 13.12 % des Bruttoinlandsprodukts errechnet [3].

Die nachhaltige Sicherstellung der gesamtwirtschaftlich nutzenstiftenden Wirkung der Straßeninfrastruktur ist nur möglich, wenn alle Komponenten durch gezielte und rechtzeitig eingeleitete Erhaltungsmaßnahmen funktionsfähig gehalten werden. Aus diesem Grund werden umfangreiche Mittel zur Erhaltung der Bauwerke eingesetzt. Die optimale Einsatzeffizienz dieser Mittel wird dann erreicht, wenn die Bauwerksfunktionalität, welche den gesellschaftlichen Erwartungen entspricht, zu optimalen Betreiberkosten nachhaltig gewährleistet wird.

Die gesellschaftlichen Erwartungen sind schwierig zu definieren, da sie oft widersprüchlich sind. Im Idealfall sollten die Verkehrswege:

- keine Gewichtsbeschränkung oder sehr hohes zulässiges Gesamtgewicht bzw. sehr hohe zulässige Achslasten,
- keine Geschwindigkeitsbeschränkung (unterhalb der gesetzlichen Vorgaben) oder sehr hohe zulässige Geschwindigkeit,
- unbeschränktes oder sehr grosses Lichtraumprofil,

- uneingeschränkte oder sehr hohe Verfügbarkeit,
 - absolute Sicherheit für Leib und Leben für alle Verkehrsteilnehmer,
 - keine Beeinträchtigung der Anrainer und der Umwelt und
 - eine tadellose, ansprechende visuelle Erscheinung
- aufweisen und ihr Betrieb sowie Unterhalt sollen so wenig wie möglich kosten.

Mit dem Integralen Infrastrukturmanagement soll eine holistische Betrachtung des Managements der Strasseninfrastruktur eingeführt werden, welche die Auflösung der Diskrepanz zwischen der möglichst optimalen Erfüllung der Anforderungen an das Strassennetz und den beschränkten Budgets ermöglicht.

Die gesellschaftlichen Anforderungen an das Strassennetz werden dazu in Leistungsindikatoren abgebildet, für welche ein Optimum (Minimum oder Maximum) angestrebt wird oder ein Grenzwert eingehalten werden muss. Aufbauend auf diesen Leistungsindikatoren sollen teilsystem- und abschnittsübergreifende optimale Lösungen für den Bau, Ausbau und Unterhalt des Strassennetzes gefunden werden.

1.5.3 Nutzen des Integralen Infrastrukturmanagements

Der Nutzen des Integralen Infrastrukturmanagements ergibt sich direkt aus den in 1.5.2 definierten Zielen. Es wird sichergestellt, dass die Gesellschaftlichen Anforderungen (abgebildet in Leistungsindikatoren) mit dem vorhandenen Budget bestmöglich erfüllt werden. Durch die langfristige, teilsystem- und netzübergreifende Betrachtung können gesamtheitlich optimale Lösungen gefunden werden und potentielle Gefährdungen der Funktionalität des Strassennetzes (z.B. durch ein zu geringes Budget) frühzeitig erkannt aufgezeigt werden. Dadurch kann garantiert werden, dass der volkswirtschaftliche Nutzen des Strassennetzes langfristig aufrechterhalten wird.

1.6 Literaturrecherche

In diesem Abschnitt wird der derzeitige Stand der Forschung im Ausland und in der Schweiz im Bereich des Integralen Infrastrukturmanagements dargestellt. Die Evaluation bestehender Ansätze stellt die Grundlage für die Entwicklung eines Integralen Infrastrukturmanagements für die Schweiz dar.

1.6.1 Übersicht internationaler Stand der Praxis und Forschung

Zur Überprüfung des Standes der internationalen Praxis und Forschung bezüglich des Integralen Infrastrukturmanagements der Strassen wurde eine umfassende Analyse der Literatur zu diesem Thema durchgeführt. Zunächst wird in einer Zusammenstellung der relevanten Literatur ein Überblick gegeben, in dem allgemeine Kriterien wie Aktualität, Stand der Umsetzung, Anwender und Inhalt analysiert werden (Tabelle 1). Anschliessend erfolgt eine detaillierte Analyse der wichtigsten Quellen nach spezifischen, für dieses Projekt relevanten Kriterien.

Tab. 1 Zusammenfassung der Analyse der im Ausland publizierten Forschungsgrundlagen

Nr.	Literatur	Kriterien		
		Jahr	Land	Relevante Inhalte
[4]	Utah Department of Transportation, Strategic Direction & Performance Measures, 2012	2012	USA	Definition strategische Ziele und Leistungsindikatoren für das Asset Management.
[5]	AASHTO Transportation Asset Management Guide Volume 2: A Focus on Implementation, Federal Highway Administration FHWA-HRT-11-008, November 2010	2010	USA	Definition Ziele und Kernprinzipien des Asset Managements, Definition des Level of Service; Leitfaden zur Einführung eines Asset Management Systems.

Nr.	Literatur	Kriterien		
		Jahr	Land	Relevante Inhalte
[6]	Michigan Department of Transportation MDOT, Transportation Asset Management, 2007	2007	USA	Definition Ziele des Asset Managements und Leistungsindikatoren; Risikobasierte Entscheidungsfindung im Erhaltungsmanagement; Fokus auf dem Strassennetz des MDOT.
[7]	Michigan Transportation Asset Management Council, Asset Management Guide for Local Agencies in Michigan, 2007	2007	USA	Definition Ziele des Asset Managements und Leistungsindikatoren; Risikobasierte Entscheidungsfindung im Erhaltungsmanagement; Fokus auf Strassennetz der Städte und Gemeinden.
[8]	US Department of Transportation, Performance and Accountability Report, 2006	2006	USA	Definition Ziele des Infrastrukturmanagements und Wertesystem mit Leistungsindikatoren.
[9]	AASHTO National Cooperative Highway Research Program (NCHRP),	2002	USA	Konzept, inkl. Prozesse, Leistungsindikatoren
[10]	Asset Management Primer, Federal Highway Administration, US Department of Transportation, 1999	1999	USA	Grundlagenkonzept zum Asset Management; Definition des Asset Managements.
[11]	Ralf Haas et al, Measurable Performance Indicators for Roads: Canadian and International Practice, 2009	2009	Kanada	Definition Wertesystem und Leistungsindikatoren für das Asset Management.
[12]	Transport Association of Canada, Performance Measures for Road Networks: A Survey of Canadian Use, 2006	2006	Kanada	Definition Wertesystem und Leistungsindikatoren für das Asset Management.
[13]	Institute of Public Works Engineering Australia Limited; National Asset Management Strategy (NAMS AU), A National Consistent Approach to Asset Management Planning, 2009	2009	Australien / Neuseeland	Umfassendes Konzept zum Asset Management.
[14]	Transport Asset Management Plan 2011-2016, Staffordshire County Council, GB	2010	Grossbritannien	Masterplan zur Bewirtschaftung der Objekte des Strassennetzes; Definition der Ziele des Asset Managements.
[15]	Transport Scotland: Road Asset Management Plan: April 2007 - March 2009	2007	Grossbritannien	Umfassendes Konzept zum Asset Management; Definition strategische Ziele des Asset Managements. Aktualisiert in .
[16]	Transport Scotland: Road Asset Management Plan for Scottish Trunk Roads	2016	Grossbritannien	Umfassendes Konzept zum Asset Management; Definition strategische Ziele des Asset Managements.
[17]	County Surveyors' Society GB, Framework for Highway Asset Management	2004	Grossbritannien	Konzept für ein Asset Management der Autobahnen in Grossbritannien; Begriffsdefinitionen und Leitfaden zur Einführung.
[18]	International Infrastructure Management Manual, Association of Local Government Engineering NZ Inc (INGENIUM), 2006	2006	International	Definition Grundstruktur für ein Asset Management System; Leitfaden zur Einführung.
[19]	Transportation Asset Management in Australia, Canada, England and New Zealand, International Technology Exchange Program, US Department of Transportation, Federal Highway Administration	2005	International	Vergleich verschiedener internationaler Asset Management Systeme; Identifikation von Erfolgsfaktoren.
[1]	ISO 55000 Asset Management – Overview principles and terminology, ISO 55001 Asset Management – Management Systems – Requirements, ISO	2014	International	Normenreihe zum Asset Management; bestehend aus einer Norm zu den Prinzipien und der Terminologie, einer Norm zu den Voraussetzungen und einer Norm zu Einführung.

Nr.	Literatur	Kriterien		
		Jahr	Land	Relevante Inhalte
	55002 Asset Management – Management Systems – Guidelines for the application of ISO 55001			
[20]	PAS 55-1: 2008, Asset Management, British Standards Institution (BSI), 2008	2008	Grossbritannien	Allgemeine Norm zum Asset Management, welche mit der ISO Norm 55000 ersetzt wurde.
[21]	Asset Management for the Roads Sector, OECD, Directorate For Science, Technology And Industry (DSTI), Rapport of Expert Group On Asset Management Systems (IM1)	2000	International	Auswertung verschiedener Asset Management Ansätze; Zusammenfassung von Grundprinzipien, Prozessen und Leistungsindikatoren.
[22]	Economic Analysis Primer, US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Asset Management	2003	USA	Vorstellung verschiedener Methoden zur Entscheidungsfindung im Asset Management.
[23]	Life Cycle Cost Analysis Primer, US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Asset Management	2002	USA	Detaillierte Beschreibung LCC-Analyse als Grundlage zur Entscheidungsfindung im Asset Management.
[24]	ASFINAG Asset Management System (EMS), G. Eberl, et al, Sept. 2010	2010	Österreich	Beschreibung eines Tools
[25]	Multi Criteria Analyses for managing motorway company facilities: The decision support system SINERGIE, Advanced Engineering Informatics, 23, 2009	2009	Frankreich	Konzept zur Verbesserung der Entscheidungsfindung im Infrastrukturmanagement; Teil des französischen Projekts SYNERGIE.
[26]	Spécification et Implémentation du Système d'Aide à la Décision Multicritère pour la Maintenance Préventive et la Gestion du Patrimoine de la Société d'Autoroute ESCOTA: le projet SINERGIE, Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Ecole des Mines de Paris, Céline Sanchez, Décembre 2007	2007	Frankreich	Dissertation zur multikriteriellen Entscheidungsfindung für die präventive Erhaltung; Teil des französischen Projekts SYNERGIE.
[27]	Österreichisches Forschungskonzept 2007, Forschungsziele und Forschungsschwerpunkte, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2007	2007	Österreich	Forschungskonzept

Die wichtigsten hier aufgeführten Publikationen werden im Kapitel 1.6.2 detailliert ausgewertet.

1.6.2 Auswertung internationaler Stand der Praxis und Forschung

Im Folgenden werden die in Tab. 1 kurz zusammengefassten Quellen in Bezug auf die wichtigsten Inhalte des Integralen Infrastrukturmanagements ausgewertet.

Hierbei wird zunächst unterschieden zwischen:

- Integrale Infrastrukturmanagementsysteme / Asset Management Systeme (bereits eingeführte Systeme oder Handlungsempfehlungen für eine Einführung)
- Normen, Richtlinien und Leitfäden

Im Folgenden werden die zuvor kurz zusammengefassten Quellen in Bezug auf die wichtigsten Inhalte des Integralen Infrastrukturmanagements ausgewertet.

Integrale Infrastrukturmanagementsysteme / Asset Management Systeme

Es werden die folgenden Publikationen genauer analysiert:

- USA
 - Strategic Direction & Performance Measures, Utah Department of Transportation [4]
 - US Department of Transportation, Performance and Accountability Report 36 [8]
 - AASHTO Transportation Asset Management Guide, National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) [9] und
 - AASHTO Transportation Asset Management Guide Volume 2: A Focus on Implementation, Federal Highway Administration [5]
 - Transportation Asset Management, Michigan Department of Transportation MDOT [6] und
 - Asset Management Guide for Local Agencies in Michigan, Michigan Transportation Asset Management Council [7]
- Kanada
 - Measurable Performance Indicators for Roads - Canadian and International Practice [11]
 - Performance Measures for Road Networks: A Survey of Canadian Use, Transportation Association of Canada [12]
- Australien / Neuseeland
 - National Asset Management Steering Group (NAMS) & Institution of Public Works Engineering of Australia (IPWEA) - New Zealand & Australia, A National Consistent Approach to Asset Management Planning [13]
- Grossbritannien
 - Transport Asset Management Plan 2011-2016, Staffordshire County Council, GB [14]
 - Framework for Highway Asset Management, County Surveyors' Society GB [17]
 - Transport Scotland: Road Asset Management Plan [15]
- International
 - Transportation Asset Management in Australia, Canada, England and New Zealand, International Technology Exchange Program, US Department of Transportation, Federal Highway Administration [19]
 - International Infrastructure Management Manual, Association of Local Government Engineering NZ [18]

Die Auswertung der Integralen Infrastrukturmanagementsysteme bzw. Asset Management Systeme umfasst insbesondere die Bereiche:

- Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements
- Wertesysteme und Definition von Leistungsindikatoren (zu jedem Leistungsindikator wird angegeben, ob ein Extremum, die Satisfizierung eines Grenzwertes oder ein fixer Wert angestrebt wird)
- Aufbau und Abgrenzung des Systems
- Methoden und Verfahren des Integralen Infrastrukturmanagements

Je nach Inhalt der betrachteten Quelle werden auch weitere Auswertungsbereiche einbezogen. Zusammenfassend werden am Ende jeweils die wichtigsten Ergebnisse der Publikationen dargestellt.

Normen, Richtlinien und Leitfäden

Es werden die folgenden Publikationen genauer analysiert:

- ISO 55000 Asset Management – Overview principles and terminology [1], ISO 55001 Asset Management – Management Systems – Requirements [28], ISO 55002 Asset Management – Management Systems – Guidelines for the application of ISO 55001 [29]

- Asset Management Primer, US Department of Transportation [10]
- Asset Management for the Roads Sector, OECD, Directorate for Science, Technology and Industry (DSTI) [21]
- Economic Analysis Primer, US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Asset Management [22]
- Life Cycle Cost Analysis Primer, US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Asset Management [23]
- PAS 55-1 (Publicly Available Specification): Asset Management [20]

1.6.2.1. Strategic Direction & Performance Measures, Utah Department of Transportation [4]

Das Utah Department of Transportation veröffentlicht jährlich die strategischen Ziele und die gemessene Zielerreichung im Rahmen des Infrastrukturmanagements ihres Strassen-netzes. Hier wird Bezug genommen auf die entsprechende Veröffentlichung aus dem Jahr 2014, die letzte in Papierform veröffentlichte Ausgabe. Aktuelle Daten werden seitdem jeweils online auf der Homepage des UDOT veröffentlicht.

Ziele des Asset Managements:

Die Zielerreichung wird in drei Hauptzielen überprüft, denen jeweils Leistungsindikatoren mit einer Prozentualen Gewichtung zugeordnet werden:

- Sicherheit
 - Anzahl Verkehrstote (29%)
 - Anzahl Schwerverletzter (20%)
 - Anzahl Unfälle (8%)
 - Anzahl Tote im Rahmen von Betrieb und Unterhalt (28%)
 - Anzahl Verletzte im Rahmen von Betrieb und Unterhalt (10%)
 - Beschädigung von Gerätschaften im Rahmen von Betrieb und Unterhalt (5%)
- Erhaltung der Infrastruktur
 - Zustand Brücken (39%)
 - Zustand Fahrbahn (35%)
 - Zustand Signale (17%)
 - Zustand Verkehrsleitsysteme (9%)
- Optimierung der Mobilität
 - Zuverlässigkeit (41%)
 - Winterdienst (28%)
 - Zeitverluste der Nutzer (22%)
 - Verkehrsmix (9%)

Zu jedem der Leistungsindikatoren werden die Grundlagen der Bewertung, aktuelle Messwerte und Grenzwerte angegeben.

Wichtigste Ergebnisse der Publikation:

Die Publikation beschränkt sich auf die Definition eines auf wenige Hauptziele konsolidierten Zielsystems und zugehöriger Leistungsindikatoren. Wichtigster Grundsatz ist "Take Care of What We Have", d.h. die Fokussierung auf die Erhaltung vorhandener Infrastrukturbauten. Die Definition eines Zielsystems und insbesondere die Zuordnung messbarer Leistungsindikatoren werden als wichtige Grundlage für das Integrale Infrastrukturmanagement angesehen.

1.6.2.2. US Department of Transportation, Performance and Accountability Report [8]

Das US Department of Transportation definiert im Rahmen des Geschäftsberichts für das Jahr 2006 strategische Ziele des Infrastrukturmanagements. Diese werden auch in [44] beschrieben.

Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements:

Es werden sechs Ziele des Infrastrukturmanagements definiert:

- Sicherheit / Verringerung der Unfallraten
- Sicherung der Mobilität
- Berücksichtigung der gesamtgesellschaftlichen Verantwortung
- Steigerung der Umweltverträglichkeit
- Sicherstellung der Kapazität des Strassennetzes
- Steigerung der organisatorischen Kompetenz (Organisational Excellence)

Wertesystem / Leistungsindikatoren

Zur Überprüfung der Zielerreichung der oben angegebenen strategischen Ziele werden die folgenden Leistungsindikatoren definiert:

- Sicherheit:
 - Todesfälle pro 100 Millionen VMT (vehicle miles travelled). Angestrebt wird die Nichtüberschreitung eines oberen Grenzwerts.
 - Getötete mit grossen Lkw pro 100 Millionen VMT. Angestrebt wird die Nichtüberschreitung eines oberen Grenzwerts.
- Mobilität:
 - Anteil der Fahrten auf dem NHS (National Highway System). Es werden keine Angaben zum Zielwert gemacht.
 - Bewertung des Oberflächenzustands (IRI). Angestrebt wird die Nichtüberschreitung eines oberen Grenzwerts.
 - Häufigkeit des Auftretens von Staus. Angestrebt wird die Stauhäufigkeit zu minimieren.
- Gesamtgesellschaftliche Verantwortung:
 - Anteil des gesamten Dollarwerts von Verträgen für Unternehmen mit Frauen an der Spitze. Es werden keine Angaben zum Zielwert gemacht.
 - Anteil des gesamten Dollarwerts von Verträgen, die kleine Unternehmen benachteiligen. Es werden keine Angaben zum Zielwert gemacht.
- Umweltverträglichkeit:
 - Anteil der Ersatzflächen für schützenswerte Flächen die von Federal-Highway-Projekten betroffen sind. Angestrebt wird ein Maximum an Ersatzflächen (100%).
 - 12-Monats-Durchschnitt der Transportemissionen. Angestrebt wird, die Transportemissionen zu minimieren.
- Kapazität des Strassennetzes:
 - Readiness Index Score. Angestrebt wird den RIS zu maximieren.
- Organisatorische Kompetenz
 - Prozentsatz der im Zeitplan erreichten Projektmeilensteine oder vertraglichen Vereinbarungen. Angestrebt wird ein Maximum.
 - Prozentsatz der eingehaltenen Kostenschätzungen. Angestrebt wird ein Maximum.

Wichtigste Ergebnisse der Publikation:

Es wird ein umfassendes Zielsystem des Asset Managements definiert, wobei zu jedem Ziel messbare Leistungsindikatoren vorliegen. Dies wird als wichtige Grundlage für das Integrale Infrastrukturmanagement angesehen.

1.6.2.3. AASHTO Transportation Asset Management Guide, National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) [9] und AASHTO Transportation Asset Management Guide Volume 2: A Focus on Implementation [5]

Von der AASHTO wurde ein umfassender Management Guide für das Asset Management der Strassen entwickelt. Die erste Version wurde im Jahr 2002 veröffentlicht und umfasst alle Bereiche des Asset Managements. Aufbauend darauf wurden verschiedene detaillierte

Veröffentlichungen zu Teilbereichen des Asset Managements erarbeitet. Detailliert wird hier auf die erste Publikation des Asset Management Guides [9] sowie die später erschienene Publikation mit dem Fokus auf die Einführung des Asset Managements [5] eingegangen. Da sich beide Publikationen ergänzen werden sie hier gemeinsam behandelt.

Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements:

Das Ziel des Integralen Infrastrukturmanagements (Asset Managements) wird wie folgt definiert:

- Asset Management ist ein generischer Ansatz zur optimalen langfristigen Bewirtschaftung der Anlagen, zur effizienten Investition („best value of money“) und zur Erhöhung der Berechenbarkeit und Glaubwürdigkeit der Strassenadministration gegenüber Exekutive und Legislative (S. 15, Summary, Goals and Benefits of Asset Management).

Kernprinzipien des Integralen Infrastrukturmanagements

Die AASTHO beschreibt das Asset Management der Strassen als ein Geschäftsmodell zur Bewirtschaftung der physischen Objekte des Strassennetzes mit folgenden charakteristischen Merkmalen:

- Asset Management ist ein strategischer und proaktiver Ansatz.
- Die Einführung des Asset Managements erfordert zunächst organisatorische Schritte, bestehend aus Benennung der Verantwortlichen und klarer Aufgabenbeschreibung sowie Kompetenzabgrenzung.
- Asset Management nimmt eine Schlüsselposition innerhalb der ganzen Organisation ein.
- Die Festlegung von Leistungsniveaus (Levels of Service) gilt als eine wichtige Vorgabe für Planungen im Rahmen des Asset Managements.
- Während in [9] neben den physischen Objekten des Strassennetzes auch Personal, Finanz- und Sachmittel, Material, Liegenschaften, Maschinen, Geräte, Daten und Informationen als Assets betrachtet werden, werden in der neueren Publikation [5] ausschliesslich physische Objekte des Strassennetzes in Betracht gezogen (also nicht auch Personal, Know-how, etc.).

Aufbau und Abgrenzung des Systems

Die AASTHO zeigt einen „output-orientierten“ Systemaufbau für das Integrale Infrastrukturmanagement auf, welcher in der Abb.8 dargestellt ist. Kern des Asset Managements ist demnach der strategische Plan des Strassenbetreibers, der in der „Transport Asset Management Planung“ konkretisiert und operativ umgesetzt wird. Zusätzlich werden die einzelnen Planungsergebnisse aufgezeigt.

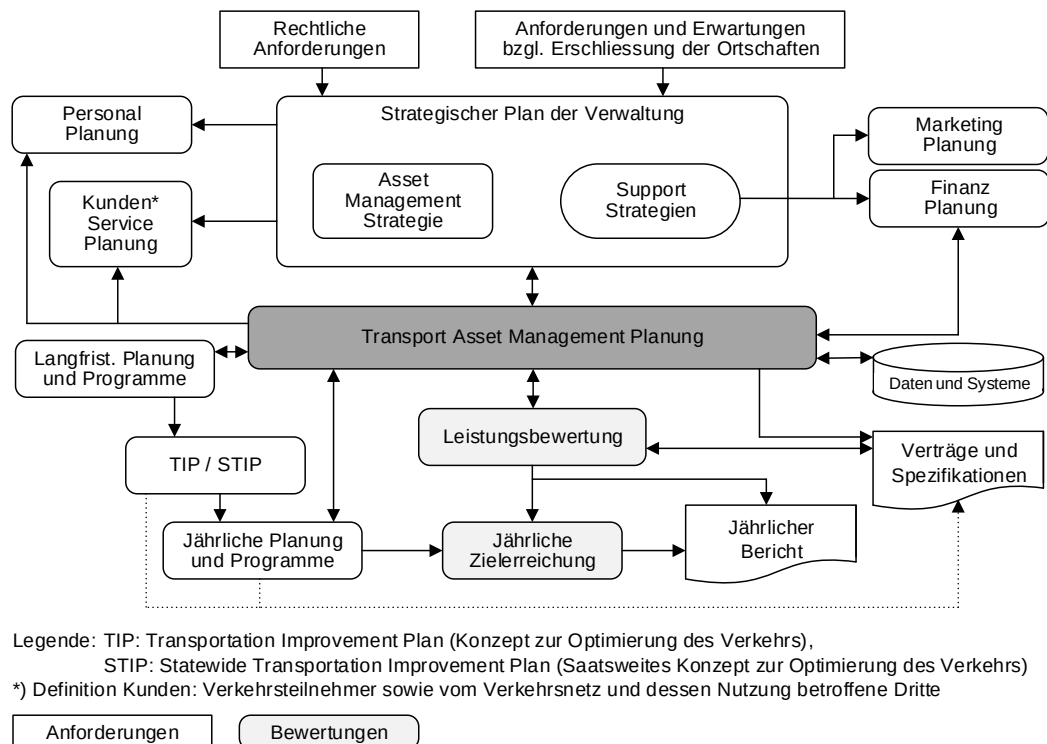


Abb.8 Einflussfaktoren und Abhängigkeiten des Asset Managements

Wichtigste Ergebnisse der Publikationen:

Zusammengefasst können die folgenden Rückschlüsse gezogen werden:

- Das Asset Management sollte eine Schlüsselposition in der Organisation des Strassenbetreibers einnehmen.
- Das Leistungsniveau (Level of Service) wird als zentrale Komponente zur Steuerung der Prozesse des Asset Managements gesehen.
- Neben dem angestrebten Zielzustand eines funktionierenden Asset Managements beim Strassenbetreiber wird insbesondere auch auf die Schritte zur Einführung eines solchen Handlungs- und Entscheidungssystems eingegangen.

Während in der ersten Publikation [9] auch immaterielle Assets einbezogen werden, wird die Betrachtung in [5] auf die physischen Assets beschränkt.

1.6.2.4. FHWA Offices of Asset Management and International Programs, A Strategic Blueprint to Create Communities of Best Asset Management Practice in the United States [30]

In einem Projekt des FHWA wurden die bestehende Praxis des Asset Managements in den USA untersucht und darauf aufbauend Möglichkeiten zur Verbesserung des Wissenstransfers bezüglich des nachhaltigen Erhaltungsmanagements sowie der eingesetzten Werkzeuge und Verfahren untersucht. Als Ergebnis wurde ein Leitfaden zur Etablierung des Asset Managements im kommunalen Bereich erstellt, wobei das Asset Management als systematischer Einstieg in das nachhaltige Erhaltungsmanagement der Infrastruktur gesehen wird.

Methoden und Verfahren des Integralen Infrastrukturmanagements

Es wird der generische Prozess des Integralen Infrastrukturmanagements dargestellt (Abb.9). Die einzelnen Prozessschritte werden gesteuert durch die Zielerreichung in den Leistungsindikatoren (Levels of Service).

Für die Entscheidungsfindung wird eine „Tradeoff-Analysis“, in der die Abweichungen von den Leistungszielen bewertet werden, zur Ermittlung der Konsequenzen verschiedener Alternativen vorgeschlagen.

Als Grundlage für die Qualitätssicherung wird eine Liste mit Grundsätzen für „good practice“ im Asset Management angegeben:

- Durchgängiger Führungsstil
- Finanzierung von sektorübergreifender Beratung, Training und Werkzeugentwicklung
- Zugeordnete Ressourcen, inklusive Arbeitskräfte, Werkzeuge und Leitfäden
- Schaffung von Teams mit klar definierten Rollen und Verantwortlichkeiten
- Laufende Kommunikation zwischen den Interessensgruppen auf allen Ebenen und funktions- und sektorübergreifend
- Anreizsysteme, Aufträge und Regulierungen zur Unterstützung einer ständigen Weiterentwicklung des Asset Managements

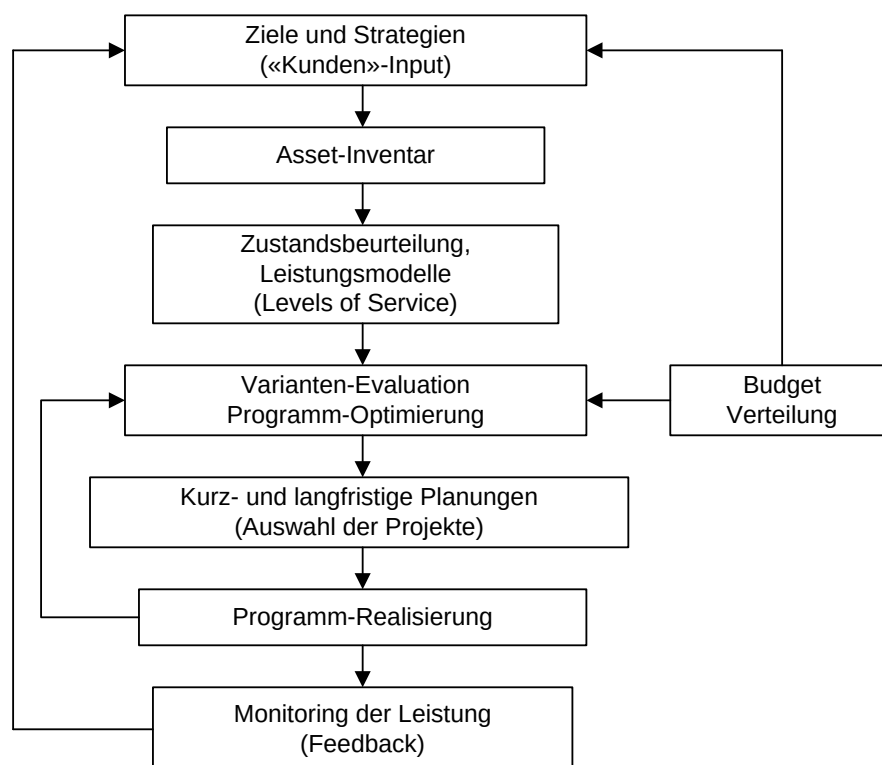


Abb.9 Generisches System des Asset Managements nach FHWA [30]

Wichtigste Ergebnisse der Publikation:

Die Publikation fokussiert insbesondere auf die Einführung des Asset Management im kommunalen Bereich. Die Grundsätze, wie die strikte Orientierung an Leistungszielen sowie die praxisorientierten Leitlinien zur Einführung des Asset Managements können aber auch auf das gesamte Strassennetz übertragen werden.

1.6.2.5. Transportation Asset Management, Michigan Department of Transportation MDOT [6] und Asset Management Guide for Local Agencies in Michigan, Michigan Transportation Asset Management Council [7]

Beide Publikationen wurden von bzw. in Zusammenarbeit mit dem Michigan Department of Transportation erstellt und verfolgen dieselben Grundprinzipien des Asset Managements. Daher werden sie hier gemeinsam behandelt.

Während sich das Transportation Asset Management [6] insbesondere auf die Strassen im Zuständigkeitsbereich des MDOT bezieht, fokussiert der Asset Management Guide for Local Agencies [7] vor allem auf das Asset Management des Strassennetzes von Städten und Gemeinden.

Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements:

Die Ziele des Asset Managements werden wie folgt definiert:

- Senkung der langfristigen Erhaltungskosten für das Strassennetz
- Besserer Service für die Nutzer
- Steigerung der Effektivität der Investitionen
- Verbesserung der Kommunikation zwischen Strassenbetreiber, Politik und Öffentlichkeit
- Nachvollziehbare und begründbare Entscheidungsfindung

Wertesystem / Leistungsindikatoren

Es wird die Notwendigkeit eines einfachen und objektiven Bewertungssystems für alle Zielgrössen des Asset Managements dargelegt. Konkrete Leistungsindikatoren werden jedoch nur für die Zustandsbeurteilung von Strassen und Brücken angegeben.

Kernprinzipien des Integralen Infrastrukturmanagements

Es werden folgende Prinzipien des Integralen Infrastrukturmanagements (Asset Managements) definiert:

- Sowohl die operativen als auch die langfristigen strategischen Entscheidungen sollten auf Basis einer objektiven Bewertung von Leistungsindikatoren erfolgen.
- Die Strategie des Asset Managements basiert auf Zielvorgaben bezüglich des Zustands des Strassennetzes, der Bewertung des Leistungsniveaus (Level of Service) und des Sicherheitsstandards. Ergänzend können ökonomische und ökologische Ziele hinzukommen.

Methoden und Verfahren des Integralen Infrastrukturmanagements

Es werden die folgenden Verfahren für das Asset Management beschrieben:

- Als Entscheidungsgrundlage bei Erhaltungs- und Neubaumassnahmen wird eine Analyse der Lebenszykluskosten herangezogen.
- Auf der Basis der Bewertung von Leistungsindikatoren wird ein Qualitätsmanagement eingeführt.
- Insbesondere für den Unterhalt des Strassennetzes von Städten und Gemeinden wird die Erhaltungsstrategie „Mix of Fixes“ vorgeschlagen, die auf der Beurteilung der Restlebensdauer, eines kritischen Punkts der Schädigung, der möglichen Verlängerung der Lebensdauer aufgrund von Erhaltungsmassnahmen und der Beurteilung von Risiko und Kosten eines Aufschubs nötiger Massnahmen beruht.

Wichtigste Ergebnisse der Publikation:

- Es wird die Bedeutung von messbaren Zielvorgaben in Form von Leistungsindikatoren betont.
- Insbesondere für das Strassennetz von Städten und Gemeinden, aber auch für übergeordnete Strassennetze spielt die Kommunikation mit Politik und Öffentlichkeit eine wichtige Rolle.

1.6.2.6. Measurable Performance Indicators for Roads - Canadian and International Practice [11]

Das Konferenzpaper stellt die strategischen Ziele und die zur Zielerreichung verwendeten Leistungsindikatoren, wie sie in Kanada im Infrastrukturmanagement der Strassen zum Einsatz kommen, bzw. angedacht sind, vor.

Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements:

Es werden folgende strategischen Ziele für das Integrale Infrastrukturmanagement der Strassen angegeben:

- Aufrechterhaltung eines akzeptablen Sicherheitsniveaus im Strassennetz
- Sicherstellung einer zuverlässigen Mobilität auf dem Strassennetz
- Minimierung der negativen Einflüsse auf die Umwelt
- Maximierung der Produktivität der Strasseninfrastruktur
- Aufrechterhaltung eines für die Nutzer akzeptablen Fahrkomforts und Reduzierung der Fahrzeugbetriebskosten
- Steigerung der operativen Effizienz des Infrastrukturmanagements (Effiziente Planung und Durchführung von Massnahmen, Reaktion auf Schadensmeldungen, Bearbeitung von Anfragen und Beschwerden der Nutzer)

Wertesystem / Leistungsindikatoren

- Zur Überprüfung der Zielerreichung der oben angegebenen strategischen Ziele werden die folgenden Leistungsindikatoren definiert:
- Sicherheit: Verletzungen und / oder Todesfälle pro Transport (z. B. pro Fahrt, pro Brücke oder pro 100 Mio. Fahrzeugkilometer). Angestrebt wird die Satisfizierung eines oberen Grenzwerts.
- Mobilität: Stauzeiten, durchschnittliche Reisegeschwindigkeit, Umwege aufgrund von Streckensperrungen oder Verkehrsumlagerungen. Angestrebt wird eine Minimierung der Stauzeiten, eine Maximierung der durchschnittlichen Reisegeschwindigkeit (bis zur zulässigen max. Geschwindigkeit) und eine Minimierung der Umwege.
- Zuverlässigkeit der Mobilität: Standardabweichung der Fahrzeit auf gewissen Strecken sowie Standardabweichung der durchschnittlichen Reisegeschwindigkeit. Angestrebt wird eine Minimierung der Standardabweichung.
- Umweltschutz: Atmosphärische Konzentrationen von Kohlenmonoxid, Ozon, Stickoxiden und Feinpartikeln. Angestrebt wird eine Minimierung der Belastung.
- Produktivität: Einheitskosten für Bau- und Unterhalt des Strassennetzes pro darauf transportierter Transporteinheit. Angestrebt wird eine Minimierung der Kosten.
- Fahrkomfort: Ebenheit der Fahrbahn. Angestrebt wird die Nichtüberschreitung eines Grenzwerts für die Ebenheit.
- Operative Effektivität: Projektverzögerungen bei geplanten Massnahmen, Verkehrsbehinderungen durch Bauarbeiten, Reaktionszeit auf Schadensmeldungen, Antwortzeit auf Beschwerden und Anfragen der Öffentlichkeit. Angestrebt wird die Nichtüberschreitung von maximalen Reaktionszeiten.

Wichtigste Ergebnisse der Publikation:

Zusammengefasst können die folgenden Rückschlüsse gezogen werden:

- Ähnlich wie in [4] wird ein umfassendes Zielsystem des Integralen Infrastrukturmanagements (Asset Management) definiert, wobei zu jedem Ziel messbare Leistungsindikatoren vorliegen. Dies wird als wichtige Grundlage für das Integrale Infrastrukturmanagement angesehen.

1.6.2.7. Performance Measures for Road Networks: A Survey of Canadian Use [12]

Die Veröffentlichung basiert auf einer Studie einer OECD-Expertengruppe zur Verwendung von Leistungsindikatoren im Strassensektor. Die Resultate dieser Studie sind auch in [46] dargestellt.

Wertesystem / Leistungsindikatoren

Es werden die folgenden Leistungsindikatoren für das Infrastrukturmanagement identifiziert:

- Durchschnittliche Strassennutzerkosten (mittlere Kosten für Fahrer eines mittelgrossen Autos, eines leichten Diesel-Trucks und eines sechssachsigen LKWs in ländlichen und städtischen Gebieten). Angestrebt wird eine Minimierung der Strassennutzerkosten.
- Grad der Zufriedenheit bzgl. Reisezeit, Zuverlässigkeit und Qualität der Strassenbenutzerinformationen (Marktstudie, Skala von 1 bis 10). Angestrebt wird eine Maximierung der Zufriedenheit.
- Risiken für „geschützte“ Verkehrsteilnehmer (Automobilisten) bzgl. Todesfälle (es wurde festgestellt, dass hier spezifischere Indikatoren entwickelt werden sollten).
- Risiken für „ungeschützte“ Verkehrsteilnehmer wie Fussgänger, Radfahrer und Motorradfahrer (Vergleich der Verkehrstoten mit der Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge). Angestrebt wird eine Minimierung der Risiken für ungeschützte Verkehrsteilnehmer.
- Umweltpolitik / Programme (es wurde festgestellt, dass besser messbare Indikatoren entwickelt werden sollten)
- Langfristige Programme (Bewertung ob derartige Programme vorhanden sind)
- Zuteilung von Ressourcen (Bewertung ob ein entsprechendes System existiert)
- Qualitätsmanagement / Auditprogramme (Bewertung ob ein entsprechendes System existiert)
- Gegenüberstellung von Prognosewerten der Strassenbenutzungsgebühren gegenüber tatsächlichen Kosten (nützlicher Indikator bzgl. Managementeffektivität der Strasse Administration)
- „Overhead“ Prozentsatz (Fixkosten / Gesamtkosten - Indikator für Kosteneffizienz der Strassenadministration). Angestrebt wird eine Minimierung des Anteils der Fixkosten.
- Substanzwert der Anlagen (Indikator für den netto-ökonomischen Wert der Strasseninfrastruktur)
- Zustand der Fahrbahnoberfläche (International Roughness Index). Angestrebt wird die Nichtüberschreitung eines Maximalwerts des IRI.
- Zustand der Brücken. Angestrebt wird die Nichtüberschreitung eines Zustandsgrenzwerts.
- Zufriedenheit mit dem Strassennetz (umfassender Indikator für allgemeine Zufriedenheit der Verkehrsteilnehmer). Angestrebt wird die Maximierung der Zufriedenheit.

Wichtigste Ergebnisse der Publikation:

Die Publikation beschränkt sich auf die Definition eines Zielsystems des Asset Managements und der zugehörigen Leistungsindikatoren.

Die Definition eines Zielsystems und insbesondere die Zuordnung messbarer Leistungsindikatoren werden als wichtige Grundlagen für das Integrale Infrastrukturmanagement angesehen.

1.6.2.8. National Asset Management Steering Group (NAMS) & Institution of Public Works Engineering of Australia (IPWEA) - New Zealand & Australia, A National Consistent Approach to Asset Management Planning [13]

In dem von NAMS und IPWEA gemeinsam erstellten Konzept wird ein Entwurf für ein umfassendes Asset Management System vorgestellt. Insbesondere wird das Ziel des Asset Managements definiert.

Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements:

Die strategischen Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements werden wie folgt zusammengefasst: „Kostengünstigste Bereitstellung der Infrastruktur für heutige und zukünftige Kunden auf Grund eines vorgegebenen Level of Service durch die Erstellung, Erwerb, Wartung, Betrieb, Unterhalt und Veräusserung oder Abbruch von Assets.“

Mit dieser Zieldefinition wird gleichzeitig eine inhaltliche Abgrenzung der Prozesse des Asset Managements gegeben. Betrachtet werden alle Prozesse von der Erstellung oder dem

Erwerb über den gesamten Lebenszyklus bis zur Veräusserung oder dem Abbruch der Assets.

Wichtigste Ergebnisse der Publikation:

Es wird ein umfassendes Konzept für das Asset Management vorgestellt, das sich jedoch im Kern nur unwesentlich von anderen hier vorgestellten Publikationen unterscheidet (z.B.: [9], [14]). Übernommen wurde hier daher lediglich die prägnante und umfassende Zieldefinition.

1.6.2.9. Transport Asset Management Plan 2011-2016, Staffordshire Country Council, GB [14]

Es wird ein "Masterplan" zur Bewirtschaftung der physischen Objekte des Strassennetzes des Staffordshire Country in GB für die Jahre 2011 bis 2016 beschrieben. Das Konzept des Asset Managements der Strassen wird auf Grund der strategischen Ziele, welche aus einem übergeordneten Zielsystem mit gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und umweltrelevanten Zielen und politisch gesetzten Prioritäten aufgebaut ist, abgeleitet.

Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements:

Es wird ein übergeordnetes Zielsystem definiert, in das die Ziele des Asset Managements eingebettet sind:

- Corporate Priorities (politisch festgelegte Prioritäten)
- Service Outcomes (strategische Ziele wie Gewährleistung der Erreichbarkeit und Qualität, etc.)
- Service Priorities (Prioritäten für Neubau, Erhaltung, Ausbau von Strassennetzen)
- Staffordshire Country Council Highway Aims (taktische Ziele für Neubau, Erhaltung, Ausbau von Strassennetzen)
- Staffordshire Country Council Highway Priorities (operative Ziele für Neubau, Erhaltung, Ausbau von Strassennetzen).

In diesem Zielsystem sollen die folgenden Anforderungen berücksichtigt werden:

- Anforderungen der Gesellschaft an das Strassennetz
- Zukünftige Anforderungen unter Berücksichtigung von:
 - Verkehrswachstum
 - Änderung der Zusammensetzung des Verkehrs
 - Änderungen des Nutzerverhaltens
 - Klimawandel
 - Änderungen der Gesetzgebung

Wichtigste Ergebnisse der Publikation:

Zusammengefasst können die folgenden Rückschlüsse gezogen werden:

- Als „Assets“ werden ausschliesslich physische Objekte des Strassennetzes in Betracht gezogen (also nicht auch Personal, Know-how, etc.).
- Der Planungshorizont der Objekte wird ihrem Lebenszyklus gleichgesetzt.
- Die Festlegung des Levels of Service gilt als zentrale Vorgabe für Planungen im Rahmen des Asset Managements.
- Das Risiko Management gilt als wichtiger Bestandteil des Asset Managements. Es wird eine umfangreiche Sammlung von möglichen Risiken für die Infrastrukturobjekte des Strassennetzes aufgeführt (S. 51, Tab. 8-4).

1.6.2.10. Transport Scotland: Road Asset Management Plan [15] und Road Asset Management Plan for Scottish Trunk Roads [16]

Es wird ein Plan für das Asset Management der Strassen in Schottland entworfen. Darin werden insbesondere die strategischen Ziele und die Kernprinzipien des Asset Managements dargestellt. Der ursprüngliche Plan wurde in [16] aktualisiert und weiterentwickelt.

Ziele des Asset Managements:

Es werden die folgenden strategischen Ziele definiert:

- Maximierung des Kundenservice, d.h. Fokussierung auf die Interessen der Strassenutzer.
- Value for money – Maximierung der Effizienz der für die Erhaltung des Strassennetzes eingesetzten finanziellen Mittel.
- Effektives Verkehrsmanagement – Förderung von Innovationen zur Maximierung der effektiven Kapazität und zur optimalen Nutzung des Strassennetzes.

Kernprinzipien des Asset Managements

Mit den oben beschriebenen strategischen Zielen sollen die folgenden Kernprinzipien des Asset Managements umgesetzt werden:

- Kunden Fokussierung: Explizite Berücksichtigung der Anliegen der Kunden in der Definition von Zielen, Zielsetzungen und Servicelevels. Als Kunden zählen sowohl die Eigentümer der Asset, als auch öffentliche, private und geschäftliche Nutzer, Gesellschaft, etc.
- Strategische Ausrichtung: Langfristige Sicht auf die Ziele des Asset Managements und darauf aufbauende langfristige Planung der zur Zielerreichung benötigten Ressourcen.
- Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus: Der gesamte Lebenszyklus der Anlagen ist zu berücksichtigen. In der Entscheidungsfindung werden jeweils die Lebenszykluskosten minimiert oder der Wert der Anlage für den gesamten Lebenszyklus maximiert.
- Gezielte Mittelbewirtschaftung: Verteilung der Ressourcen beruhend auf einer strengen Bewertung der Bedürfnisse und dem erreichbaren Nutzen, basiert auf einer Priorisierung und Value Management Prozessen.
- Nachhaltigkeit: Die Substanz der Assets soll in einer nachhaltigen und kostengünstigen Weise erhalten werden, damit für künftige Generationen keine übermässige Belastung entsteht.
- Integrale Betrachtung: Das Asset Management befasst sich mit integralen Entscheidungsprozessen auf allen Organisations- und Managementebenen und für alle Assets der Verkehrsinfrastruktur.
- Systembetrachtung: Alle Assets werden als ein vernetztes System mit dem Schwerpunkt auf die Maximierung der Leistung des gesamten Systems behandelt.
- Holistische Betrachtung: Die optimale Vorgehensweise ist unter Berücksichtigung der allgemeinen wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Auswirkungen der Massnahme, zusätzlich zu den direkten Auswirkungen auf den Service oder den Betrieb, auszuwählen.
- Risikobetrachtung: Die Wahrscheinlichkeit und die Folgen des Ausfalls eines Assets oder dessen Leistungsverlustes werden beurteilt und in die Planung mit einbezogen.

Wichtigste Ergebnisse der Publikation:

Zusammengefasst können die folgenden Rückschlüsse gezogen werden:

- Im Mittelpunkt des Asset Managements steht die Fokussierung auf den Kunden, wobei unter Kunden alle Interessensgruppen verstanden werden.
- Die strategische Ausrichtung des Asset Managements bedingt eine Lebenszyklusorientierung bei der Entscheidungsfindung.
- Ziel ist eine integrale, holistische Betrachtung die sowohl wirtschaftliche, als auch soziale und ökologische Gesichtspunkte einbezieht.
- Das Risikomanagement ist zentraler Bestandteil des Asset Managements.

1.6.2.11. Transportation Asset Management in Australia, Canada, England and New Zealand, International Technology Exchange Program, US Department of Transportation, Federal Highway Administration [19]

In der vom US DOT finanzierten Studie werden Asset Management Systeme für Strassen-netze im internationalen Bereich analysiert. Es wird der Stand der Praxis in diesem Bereich aufgezeigt und versucht, Erfolgsfaktoren für das Asset Management zu identifizieren.

Ergebnisse der Studie

Aus der Untersuchung der in den betrachteten Ländern bereits implementierten Asset Management Systeme wurden die folgenden Ergebnisse abgeleitet:

- Das Asset Management sollte neben dem Unterhalt bestehender Strukturen auch die Investitions- und Ausbaustrategie der Strassennetze umfassen.
- Für eine erfolgreiche Einführung eines Asset Managements, sollte sich dieses ohne grundlegende Änderungen in die Organisation des Strassenbetreibers integrieren lassen.
- Zur Festlegung der Investitionsprioritäten sollten im Asset Management Risikoüberlegungen mitberücksichtigt werden.
- Asset Management Systeme, die insbesondere den Nutzen und das zur Verfügung gestellte Leistungsniveau (Level of Service) der Assets berücksichtigen sind besser geeignet um den Wert der Assets zu bestimmen, als einfache Abschreibungsverfahren.
- PPP-Vereinbarungen sollten in ein Asset Management System eingebettet werden.
- Die Aus- und Weiterbildung des Personals auf allen Organisationsebenen bezüglich des Asset Managements gilt als ein wichtiger Schritt zur Reform der Organisationskultur.

Wichtigste Ergebnisse der Publikation:

Zusammengefasst können die folgenden Rückschlüsse gezogen werden:

- Im internationalen Bereich wurden Asset Management Systeme bereits erfolgreich umgesetzt. Damit wurde es ermöglicht auch in Phasen von Budgetkürzungen die Substanz und Funktionalität der Infrastrukturanlagen aufrecht zu erhalten.
- Bei der Priorisierung von Investitionen sind auch Risikoüberlegungen einzubeziehen.
- Der „Wert“ eines Assets sollte nicht mit Abschreibungsverfahren bestimmt werden, sondern ergibt sich aus dem Nutzen des Assets im Gesamtsystem des Strassennetzes.

1.6.2.12. International Infrastructure Management Manual, Association of Local Government Engineering NZ Inc [18]

In dieser neuseeländischen Veröffentlichung wird eine Grundstruktur für ein Asset Management System sowie ein Leitfaden zu dessen Einführung entworfen. Das Ziel ist ein Handlungs- und Entscheidungssystem für eine internationale Anwendung zu entwickeln.

Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements:

Es werden die folgenden strategischen Ziele definiert:

- Entwicklung kosteneffizienter Management-Strategien.
- Sicherung eines definierten Mindeststandards des Leistungsniveaus (Level of Service) im Strassennetz.
- Nachhaltiger Umgang mit finanziellen und sonstigen Ressourcen.
- Implementierung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses in Bau, Unterhalt und Betrieb des Strassennetzes.

Methoden und Verfahren des Asset Managements:

Bezüglich der Methoden und Verfahren, die im Asset Management zum Einsatz kommen werden die folgenden Festlegungen getroffen:

- Sämtliche Entscheidungen erfolgen auf Grundlage einer lebenszyklusorientierten Betrachtung.
- Das Leistungsniveau (Level of Service) bildet die Erfüllung der Anforderungen der Nutzer ab und dient als wichtiges Entscheidungskriterium.
- Zur Berücksichtigung wachsender Anforderungen der Nutzer wird die Einführung eines Anforderungsmanagements vorgeschlagen.
- Das Risikomanagement ist wichtiger Bestandteil des Asset Managements.

Wichtigste Ergebnisse der Publikation:

Zusammengefasst können die folgenden Rückschlüsse gezogen werden:

- Um die Anforderungen der Nutzer im angestrebten Leistungsniveau des Strassennetzes abbilden zu können, ist ein laufendes Anforderungsmanagement erforderlich.
- Das Asset Management sollte immer auch ein Risikomanagement enthalten.
- Das Asset Management sollte in Form eines Qualitätsmanagements einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess beinhalten.

1.6.2.13. ISO 55000, ISO 55001, ISO 55002 Asset Management [1], [28], [29]

Die International Organisation for Standardisation (ISO) hat drei, sich ergänzenden Normen zum Asset Management herausgegeben. Die ISO 55000 ist eine Grundnorm in der ein Überblick gegeben wird und Begriffe definiert werden. In der ISO 55001 wird ein Asset Management System definiert. ISO 55002 beinhaltet einen Leitfaden zur Einführung und Anwendung eines solchen Asset Management Systems.

Da die drei Normen eine Einheit bilden, werden sie hier gemeinsam analysiert.

Definition Assets:

Die Norm befasst sich allgemein mit dem Asset Management, ohne auf spezielle Assets zu fokussieren. Assets sind alles, was eine Organisation zur Erreichung ihrer Ziele benötigt und damit für diese ein zukünftiges Potential oder einen aktuellen Wert darstellt. Der Fokus des Asset Managements liegt jedoch nicht auf den Assets an sich, sondern auf dem Nutzen, den ein Asset für eine Organisation generieren kann.

Definition Asset Management und Asset Management System:

Das Asset Management ist als Ganzes Teil des Managements einer Organisation. Wie in Abb.10 dargestellt, wird unterschieden zwischen:

- Asset Portfolio: Alle Assets, welche im Asset Management System betrachtet werden.
- Asset Management System: Zusammengehörige und interagierende Elemente und Prozesse zur Umsetzung der Asset Management Strategie und zur Erreichung der Ziele des Asset Managements.
- Asset Management: Koordinierte Handlungen einer Organisation um mit den vorhandenen Assets Werte zu generieren.

Zusammengefasst wird das Asset Management wie folgt definiert:

Asset Management transformiert die Ziele einer Organisation mit Hilfe eines risikobasierten Ansatzes in Entscheidungen, Pläne und Handlungen in Bezug auf die Assets. Es beinhaltet die Abwägung von Kosten, Möglichkeiten und Risiken für die Aufrechterhaltung des Leistungsniveaus der Assets.

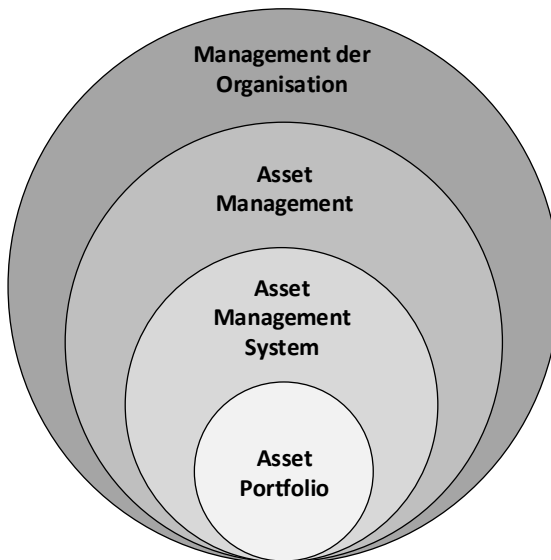


Abb.10 Zusammenhang Asset Portfolio, Asset Management System und Asset Management [1]

Ziele und Nutzen des Asset Managements bzw. eines Asset Management Systems

Die Ziele und der Nutzen des Asset Managements werden wie folgt definiert:

- Verbesserte Investitionsentscheidungen
- Verbessertes Risikomanagement
- Verbesserte Leistungserbringung für die Interessensgruppen
- Demonstration sozialer Verantwortung
- Verbesserte Reputation der Organisation
- Verbesserung der Nachhaltigkeit in der Organisation
- Verbesserte Effizienz und Effektivität

Darüber hinaus wird auch der indirekte Nutzen der Einführung eines Asset Management Systems dargestellt. Dieser ergibt sich insbesondere aus den für die Einführung nötigen Vorarbeiten, wie die systematische Erfassung von Daten und die Überarbeitung der internen Prozesse in der Organisation.

Kernelemente des Asset Managements

In der Norm werden die Kernelemente des Asset Managements definiert und beschrieben. Die einzelnen Elemente und deren Interaktionen sind in Abb.11 dargestellt.

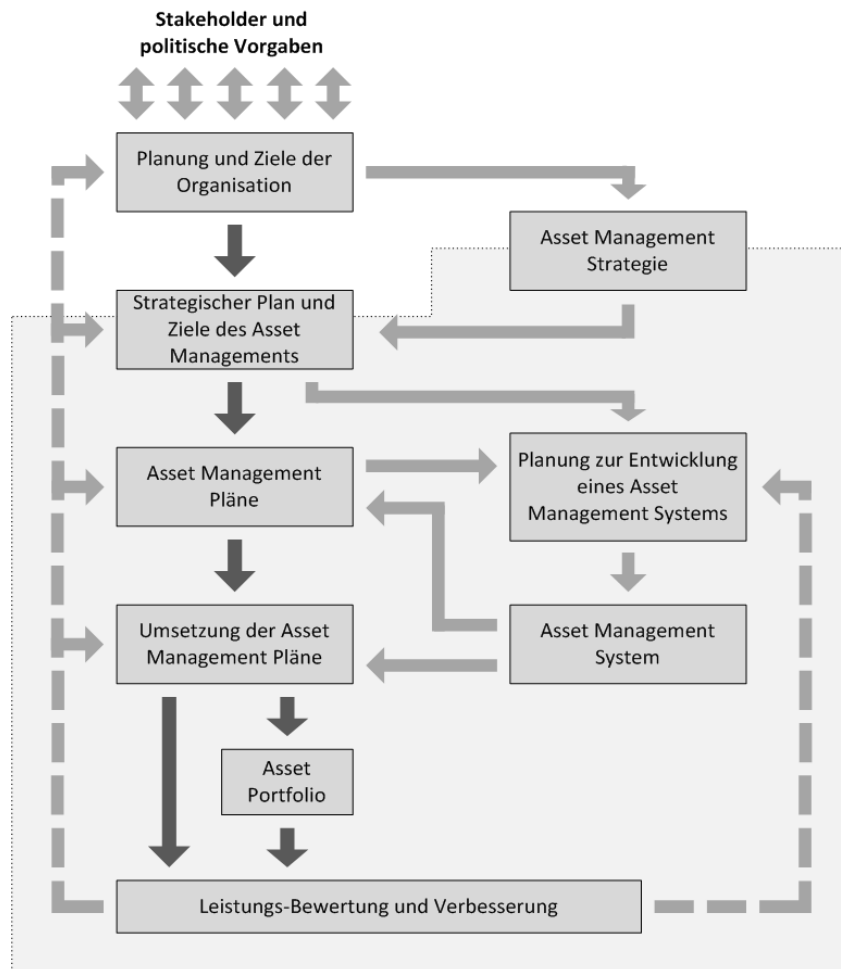


Abb.11 Kernelemente des Asset Managements [1]

Bei der Einführung eines Asset Management Systems kann auf bereits bestehende Systeme in einer Organisation aufgebaut werden. Dies gilt z.B. für Qualitäts-, Umwelt-, Gesundheits-, Sicherheits- oder Risikomanagementsysteme. Damit wird der Aufwand bei Einführung und Betrieb des Asset Managements reduziert werden.

Wichtigste Ergebnisse der Publikation

Die ISO Normen zum Asset Management stellen, nicht zuletzt wegen ihrer Aktualität, die derzeit wichtigste Grundlage für die Entwicklung eines Asset Management Systems dar. Die bisherigen Erfahrungen im Asset Management und die verschiedenen Teilbereiche des Asset Managements werden in einer umfassenden Normengruppe zusammengeführt. Die Definitionen der Normengruppe können daher als aktueller Stand der Praxis betrachtet werden.

1.6.2.14. Asset Management Primer, Federal Highway Administration, US Departement of Transportation [10]

Der Asset Management Primer der Federal Highway Administration (FHWA) stellt eine der ersten Grundlage zur Entwicklung eines Asset Managementsystems für Strasseninfrastrukturen dar. Es wird eine Definition des Asset Managements gegeben, die Gründe für ein Asset Management dargelegt und aufbauend auf einer Analyse der aktuellen Situation eine Strategie zur Einführung eines Asset Managementsystems entwickelt. Die Inhalte dieser Veröffentlichung wurden in weiteren Veröffentlichungen der FHWA weiterentwickelt und verfeinert (z.B. [31]) und auch ausserhalb der USA als Grundlage für die Entwicklung von Asset Management Systemen herangezogen.

Auf eine ausführlichere Analyse wird hier verzichtet, da die Inhalte des Primers in verschiedenen aktuelleren Publikationen in weiterentwickelter Form wiedergegeben werden.

Wichtigste Ergebnisse der Publikation:

Der Asset Management Primer der FHWA stellt eine wichtige Grundlage für viele später entwickelte Asset Management Systeme dar.

1.6.2.15. Asset Management for the Roads Sector, OECD, Directorate for Science, Technology and Industry (DSTI) [21]

In der Studie der OECD zum Asset Management werden die Grundprinzipien, Prozesse und Leistungsindikatoren des Asset Managements vorgestellt. Sie stützt sich dabei auf die in den OECD Mitgliedsstaaten vorhandenen Ansätze.

Aufbau und Abgrenzung des Systems

- Neben den physischen Objekten des Strassennetzes, werden auch Personal, Finanz- und Sachmittel, Material, Liegenschaften, Maschinen, Geräte, Daten und Informationen als „Assets“ betrachtet (S. 2, Paragraph 5 der „Executive Summary“).
- Asset Management wird als ein systematischer Prozess für Erhaltung, Ausbau und Unterhalt von „Assets“ definiert (Abb.12). Gleichzeitig wird das Asset Management als System definiert, das alle notwendigen Prozesse, Tools, Daten und Strategien umfasst, welche zur effizienten Erreichung der Ziele erforderlich sind (S. 8, Abschnitt 2.1).

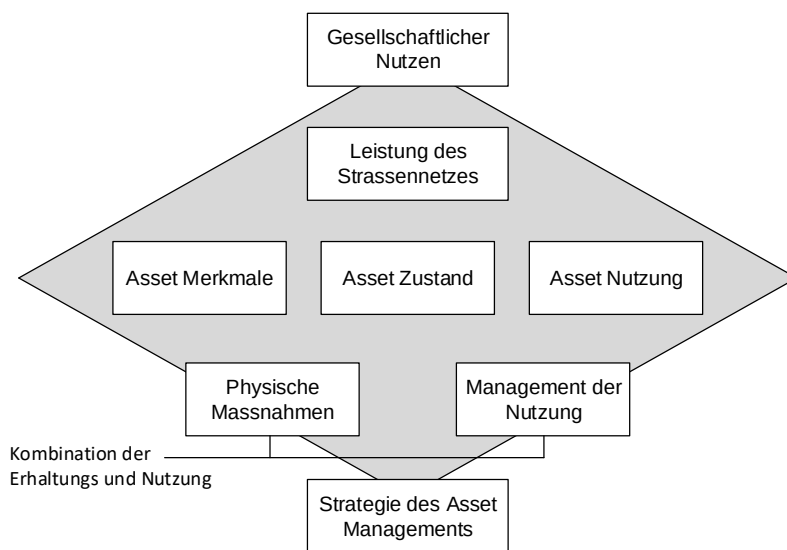


Abb.12 Hauptelemente des Systems Asset Management (Quelle: OECD, beruhend auf Austroads, Strategy for Improving Asset Management Practice, Australia)

Wertesystem / Leistungsindikatoren

Es werden die folgenden Leistungsindikatoren für das Infrastrukturmanagement identifiziert:

- Mittlere Strassennutzerkosten (es wird nicht spezifiziert wie diese berechnet werden)
- Risiken der Strassennutzer
- Umweltschutzprogramme (es wird bewertet ob derartige Programme vorhanden sind)
- Behandlung von „Kunden“-Feedback (es wird bewertet ob derartige Prozesse definiert sind)
- Langfristige Planung (es wird bewertet ob langfristige Planungen vorliegen)
- Zuteilung von Ressourcen für die Strasseninfrastruktur

- Qualitätsmanagement / Audit Programme (es wird bewertet ob derartige Programme vorliegen)
- Vergleich von prognostizierten Kosten mit den tatsächlichen Kosten
- Anteil der Overheadkosten
- Wert der Assets
- Bewertung des Oberflächenzustands
- Zustandsbewertung der Brücken
- Gesellschaftliche Zufriedenheit mit dem Strassennetz

Wichtigste Ergebnisse der Publikation

Es wird ein umfassendes Konzept des Asset Managements vorgestellt. Die Publikation gibt einen breiten Überblick über die Grundsätze des Asset Managements ist aber in weiten Teilen zu allgemein gehalten um direkten Input für den Aufbau eines Integralen Infrastrukturanagementsystems zu liefern.

1.6.2.16. Economic Analysis Primer, US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Asset Management [22]

Der Economic Analysis Primer ist als Ergänzung zur Beschreibung des Asset Management Systems des US DOT in anderen Publikationen gedacht. Es werden Tools zur Entscheidungsfindung im Asset Management vorgestellt.

Es werden die folgenden Methoden der Wirtschaftlichkeitsanalyse vorgestellt:

- Lebenszykluskosten-Analyse
- Nutzen-Kosten-Analyse
- Economic-Impact-Analysis

Darüber hinaus werden Grundlagen der Vorhersage der Verkehrsentwicklung sowie zur Risikoanalyse vorgestellt.

Da lediglich bekannte Methoden der Wirtschaftlichkeitsanalyse wiedergegeben werden, wird auf eine detailliertere Analyse verzichtet.

Wichtigste Ergebnisse der Publikation

- Übersicht verschiedener Methoden zur Unterstützung der Entscheidungsfindung
- Berücksichtigung der Vorhersage der Verkehrsentwicklung

1.6.2.17. Life Cycle Cost Analysis Primer, US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Asset Management [23]

Der Life Cycle Cost Analysis Primer stellt eine Ergänzung zum Economic Analyses Primer [22] dar. Es wird detailliert auf die LCC-Analyse eingegangen und die Berechnungsmethode schrittweise beschrieben.

Wichtigste Ergebnisse der Publikation

- Der Unterschied einer LCC-Analyse gegenüber einer Kosten-Nutzen-Analyse wird aufgezeigt.
- Die Bedeutung der LCC-Analyse innerhalb des Asset Managements wird erläutert.

1.6.2.18. PAS 55-1 (Publicly Available Specification): Asset Management [20]

Die Norm zum allgemeinen Asset Management (nicht infrastrukturspezifisch) ist die Vorgängernorm der ISO 55000 (siehe 1.6.2.13). Da sie zu Beginn des Forschungsprojekts noch aktuell war und wichtige Grundlagen für die Entwicklung des Asset Managements enthält, wurde sie in die Literaturstudie einbezogen.

Wichtigste Ergebnisse der Publikation

Die Norm betrachtet das Asset Management auf drei organisatorischen Ebenen (Abb.13):

- Ebene Assets: Optimierung der Aus-, Umbau und Erhaltungsmaßnahmen über den Lebenszyklus
- Ebene Asset Systeme: Optimierung der langfristigen Funktionalität, Minimierung der Kosten und des Risikos
- Ebene Asset Portfolio: Optimierung der Kapitalinvestition und der nachhaltigen Entwicklung

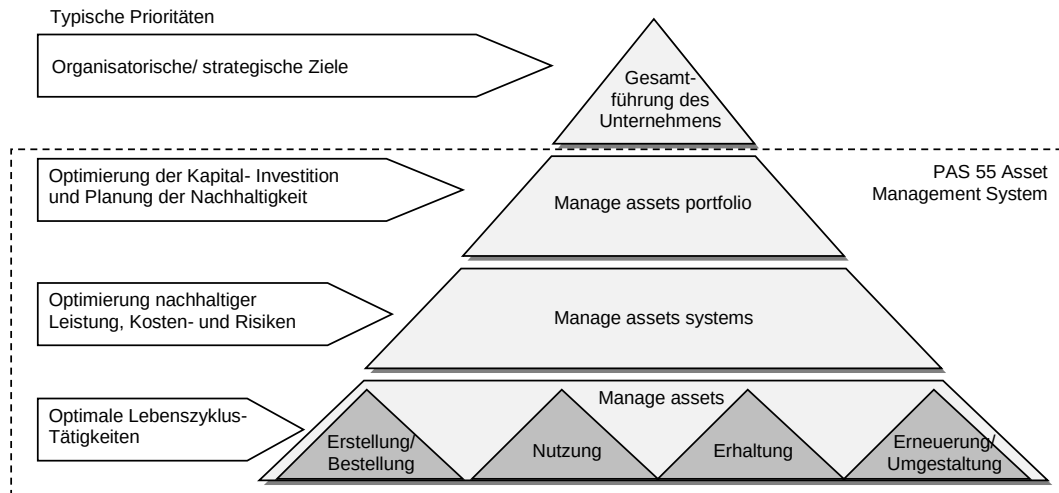


Abb.13 Organisatorische Ebenen des Asset Managements

Die PAS 55 fokussiert auf die physischen Assets, zeigt aber auch die Abgrenzungen und Schnittstellen zu den anderen Asset-Kategorien (Abb.14).

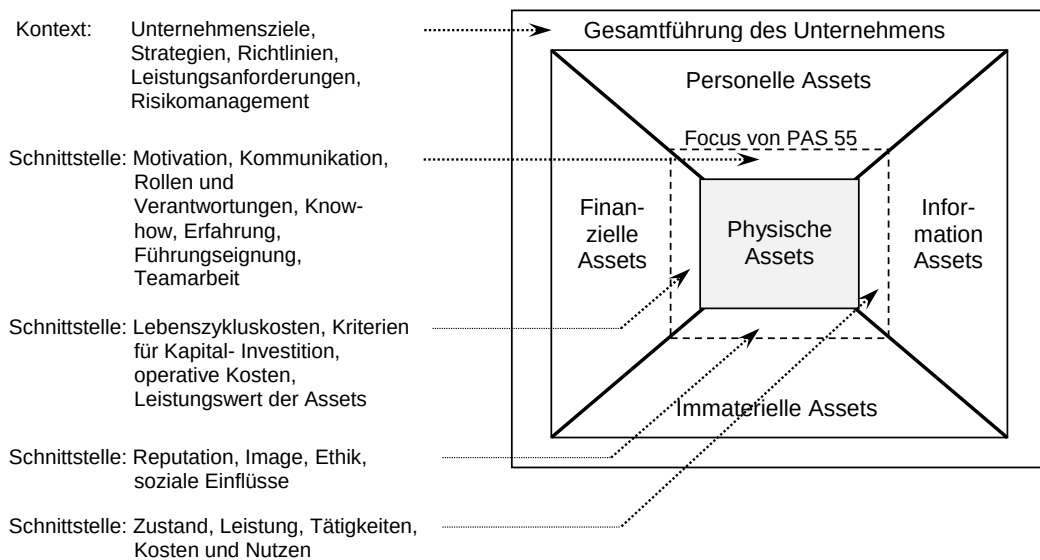


Abb.14 Schnittstellen zwischen den verschiedenen Asset-Kategorien

Die allgemeinen Definitionen des Asset Managements lassen sich mit gewissen Anpassungen auf das Asset Management der Strassen übertragen.

1.6.2.19. Zusammenfassung der Ergebnisse der Literaturlauswertung zum internationalen Stand der Praxis und Forschung

Die Überprüfung des Standes der internationalen Praxis und Forschung zum Integralen Infrastrukturmanagement der Strassen umfasste Grundlagen aus den USA, Grossbritannien, Frankreich, Kanada, Neuseeland, Australien, Südafrika und Österreich. Ein Schwerpunkt der Analyse lag auf Publikationen aus den USA, wo seit den 90er Jahren in verschiedenen Administrationen Konzepte, Prozesse oder Tools des Integralen Infrastrukturmanagements im Einsatz sind. Die dafür durchgeführten Forschungen wurden im Auftrag der AASHTO (American Association of State Highway and Transportation), FHWA (Federal Highway Administration), NCHRP (National Cooperative Highway Research Program), TRB (Transportation Research Board) und durch verschiedene Universitäten, bzw. private Institutionen durchgeführt und deren Ergebnisse jetzt durch die Administrationen des Bundes, der Staaten und Kommunen angewendet werden.

Zusammenfassend können aus der Literaturstudie die folgenden Rückschlüsse gezogen werden:

- Die Bedeutung der Erkenntnisse aus der Beurteilung der untersuchten ausländischen Grundlagen ist für die National-, Kantons- und Gemeindestrassen unterschiedlich. Für ihre Anwendung müssen die jeweiligen Konzepte, Prozesse, Modelle, Verfahren, Systeme und Tools an die, im Rahmen der Projektbearbeitung festzulegenden, Anforderungen angepasst werden.
- Zur Einführung des strategischen Ansatzes des Integralen Infrastrukturmanagements müssen Konzepte (Anforderungen, Ziele, Prozessabläufe, Outputs) und Tools entwickelt werden. Vorab sind organisatorische Schritte notwendig, welche nebst Festlegung einer Aufbauorganisation auch die gezielte Aus- und Weiterbildung des Personals und Nominierung der Verantwortlichen sowie Erstellung entsprechender Pflichtenhefte umfassen.
- Der Strassenbetreiber muss sich mit der Frage des angestrebten Leistungsniveaus (Level of Service) befassen und festlegen welche Qualität der Dienstleistung (z.B. Zustand der Anlagen) für welchen Typ der Strassen und für welche Benutzer (PW, LW, ÖV, Rad, Fussgänger, etc.) bereitgestellt werden soll.
- Die untersuchten Unterlagen liessen kein einheitliches Modell (Grundmodell) des Integralen Infrastrukturmanagements / Asset Managements erkennen. Vielmehr benutzen einige Länder (USA, Australien, Neuseeland, Frankreich) ein ähnlich generisches Modell, das aus mehreren Phasen besteht, welche den strategischen Planungsprozess sowie Audits und Reviews umfassen.
- Die angewendeten Verfahren zur Entscheidungsvorbereitung für das Integrales Infrastrukturmanagement sind vor Allem Verfahren der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung, Lebenszykluskosten-Analyse sowie Massnahmenplanung und Massnahmenoptimierung mit folgenden Besonderheiten:
- Der Betrachtungszeitraum erstreckt sich immer über die gesamten Lebensdauer der Objekte.
- Als Wertsystem wird zumeist ein monetäres System verwendet.
- Die Priorisierung der Investitionen bezieht sich auf Zusammensetzung mehrerer Teilsysteme (sogenanntes „Cross Asset Management“).

Im Kapitel 2 wird auf der Grundlage der Literaturlauswertung zunächst ein grobes System des Integralen Infrastrukturmanagements für die Schweiz entworfen und darauf aufbauend der weitere Forschungsbedarf beschrieben.

1.6.3 Übersicht Stand der Praxis und Forschung in der Schweiz

Im Folgenden werden die wichtigsten Grundlagen zum Integralen Infrastrukturmanagement in der Schweiz analysiert. Es soll der Stand der Praxis und Forschung auf diesem Gebiet analysiert werden. Das Literaturstudium bezweckt zudem, die betrachteten Werke als Grundlagen zur Durchführung der Einzelprojekte des Forschungspakets „Integrales Infrastrukturmanagement“ zu identifizieren.

In Tab. 2 werden die untersuchten Quellen sowie eine kurze Zusammenfassung des Inhalts aufgeführt.

Tab. 2 Zusammenfassung der Analyse der in der Schweiz vorhandenen Literatur

Nr.	Literatur	Kriterien		
		Jahr	Anwender	Inhalt
[32], [33], [34]	Unterhaltsplanung der Nationalstrassen (UPlaNS)	2002	ASTRA	Konzept für die übergeordnete Erhaltungsplanung der Nationalstrassen (Massnahmenpakete, bestehend aus solche für Trasse, Kunstbauten, Technischen Ausrüstungen) mit fixen strategischen Vorgaben.
[35], [36], [37], [38], [39]	Forschungspaket Risikomanagement: Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten	2005	ASTRA	Forschungspaket zum Risikomanagement mit den Schwerpunkten: Methodik zur vergleichenden Risikobeurteilung, Ermittlung des Netzzusammenhangs, Effektivität und Effizienz von Massnahmen, Szenarien der Gefahrenentwicklung, Rechtliche Aspekte eines risiko- und effizienz-basierten Sicherheitskonzepts
[40]	Management Informationssystem der Strassen MISTRA – Fachkonzepte und Fachapplikationen	Seit 2003	ASTRA	Modular aufgebautes Instrument zur Integration der Geschäftsprozesse und zur rationalen Benutzung der Daten von Nationalstrassen und Verkehr. Als Grundlage werden hier die Fachkonzepte der einzelnen Fachapplikationen herangezogen.
[41]	ERA-NET ROAD: Auswertung des europäischen Projektes Project Opportunity Project (PO3) „Methods of Calculation of Maintenance Backlog“	2009	ASTRA	Auswertung eines Europäischen Forschungsprojekts; Empfehlungen für die Berechnung des Erhaltungsdefizits.
[42]	ASTRA-Richtlinie 89001 Naturgefahren auf den Nationalstrassen: Risikokonzept	2009	ASTRA	Richtlinie als Grundlage zur objektiven Einschätzung der gravitativen Naturgefahren (Lawinen, Sturz, Hochwasser, Rutschungen und Absenkungen), welche die Nationalstrassen gefährden.
[43]	ASTRA-Richtlinie 15003 Verkehrsmanagement in der Schweiz (VM-CH) – Verkehrstechnische Vorgaben	2008	ASTRA	Richtlinie für das Verkehrsmanagement mit dem Ziel der Vereinheitlichung der Verkehrsmanagement-Massnahmen auf den Nationalstrassen.
[44], [45], [46]	VSS-Normen zum Erhaltungsmanagement	div.	ASTRA, Kantone, Gemeinden	Grundnorm zum Erhaltungsmanagement sowie darauf aufbauende Detailnormen. Es werden die für das integrale Erhaltungsmanagement relevanten Normen betrachtet.
[47], [48], [49]	VSS-Forschungsberichte zur Berechnung der Gesamtkosten von Erhaltungsmassnahmen	div.	ASTRA, Kantone, Gemeinden	Es werden verschiedene Forschungsberichte, die sich mit der Berechnung der Gesamtkosten von Erhaltungsmassnahmen befassen, betrachtet.
[50]	VSS-Forschungsbericht 1109: Optimierungsprozesse im Management der Strassenerhaltung (MSE)	2005	ASTRA, Kantone, Gemeinden	Der Bericht zeigt die Einsatzmöglichkeiten und Grenzen der Optimierungsverfahren bei Planung von Massnahmen, bzw. Massnahmenpaketen.

1.6.4 Auswertung Stand der Praxis und Forschung in der Schweiz

Im Folgenden werden die wichtigsten der in Tab. 2 zusammengefassten Veröffentlichungen detailliert ausgewertet.

1.6.4.1. Unterhaltsplanung der Nationalstrassen (UPLaNS)

Zusammenfassung:

Es handelt sich um ein Konzept für die übergeordnete Erhaltungsplanung der Nationalstrassen (Massnahmenpakete für Trasse, Kunstbauten und technische Ausrüstungen) mit fixen strategischen Vorgaben, bezüglich Länge, zeitlichem und örtlichem Abstand der Baustellen. Es sollen möglichst kurze Behinderungszeiten für den Verkehr erreicht werden.

Dieses Konzept für die Unterhaltsstrategie des ASTRA stützt sich auf folgenden Prinzipien:

- Volkswirtschaftliche Kostenüberlegung: Berücksichtigung der Betreiberkosten (Kosten für die Projektierung, den Bau und die Verkehrsführung) und der Benutzerkosten (anfallende Kosten beim Strassenbenutzer infolge der Verkehrsbehinderungen).
- Integrale Planung: Berücksichtigung des Unterhalts sämtlicher Teile der Strassenanlage (Trasse, Kunstbauten, Ausrüstung usw.) und der mit Verkehrsbehinderungen verbundenen Umgestaltungen/Ausbauten.
- Langfristige Planung (Fünfjahresplanung in der 1. Etappe und Zehnjahresplanung in der 2. Etappe) der Erhaltungsabschnitte und Sicherstellung der finanziellen Mittel.
- Zentrale Steuerung des Unterhalts durch das ASTRA (kantonsübergreifende Planung der Baustellen).

Die Entscheidungsfindung erfolgt somit nach Kriterien: Bauzeit, Verkehrsbehinderungen, Baumassnahmen (Projekthalte), Baukosten sowie Arbeits- und Verkehrssicherheit.

Auswertung:

Die strategischen Vorgaben des Konzepts wurden nicht auf Grund eines Optimierungsverfahrens festgelegt und müssen deshalb hinterfragt und überprüft werden. Insbesondere sollten der Umfang jährlich anfallender Massnahmen, die Länge der Baustellen (festgelegt auf maximal 15 km) mit den verfügbaren Kapazitäten der Bauunternehmungen (auch als Arbeitsgemeinschaften) sowie Bauleitung abgestimmt werden, damit die Baustellendauer auf den Nationalstrassen nicht zu lang wird. Zu untersuchen wären auch, welche Bilanz das ASTRA nach Einführung dieses Konzeptes gezogen hat. Die strategischen Vorgaben des Konzepts sollten im Einzelprojekt C des Forschungspakets („Prozesse des Integralen Infrastrukturmanagements / Pilotanwendung“) eingehend analysiert und weiterentwickelt werden.

Literatur:

- ASTRA-Richtlinie „Berücksichtigung des Unterhalts bei der Projektierung und beim Bau der Nationalstrassen“, Ausgabe 18.10.2002 [32]
- Bericht ASTRA: „Unterhaltsplanung Nationalstrassen, Standortbestimmung per Ende 2002“, 7. Mai 2003 [33]
- „Unterhaltsplanung Nationalstrassen: Vorgaben des Bundes, Unterhaltsphilosophie des ASTRA, Vorteile der Unterhaltsplanung mit Erhaltungsprojekten“, Website ASTRA: <http://www.astra.admin.ch/autobahnschweiz/01069/01095/index.html?lang=de> [34]

1.6.4.2. Forschungspaket Risikomanagement: Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten

Zusammenfassung:

Forschungspaket bestehend aus den Einzelprojekten:

- Methodik zur vergleichenden Risikobeurteilung
- Ermittlung des Netzrisikos
- Effektivität und Effizienz von Massnahmen
- Szenarien der Gefahrenentwicklung
- Rechtliche Aspekte eines risiko- und effizienzbasierten Sicherheitskonzepts

Die Ergebnisse dieses Forschungspaketes waren als Grundlage für den Aufbau eines Risikomanagementsystems beim ASTRA vorgesehen.

Auswertung:

Die Ergebnisse aller Einzelprojekte dieses Forschungspakets sollen bzgl. Integration in das Konzept Integrales Infrastrukturmanagement überprüft werden. Sie sollen als eine Grundlage für die Einzelprojekte A, B und C des Forschungspakets berücksichtigt werden.

Literatur:

- Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten, Methodik zur vergleichenden Risikobeurteilung (AGB 2005/102) [35]
- Ermittlung des Netzzusammenhangs (AGB 2005/103) [36]
- Effektivität und Effizienz von Massnahmen (AGB 2005/104) [37]
- Szenarien der Gefahrenentwicklung (AGB 2005/105) [38]
- Rechtliche Aspekte eines risiko- und effizienzbasierten Sicherheitskonzepts (AGB 2005/106) [39]

1.6.4.3. Management Informationssystem der Strassen MISTRA – Fachkonzepte und Fachapplikationen

Zusammenfassung:

MISTRA ist ein integratives, modular aufgebautes Informationssystem. Es besteht aus einem Basissystem und einem Datawarehouse (DWH) sowie verschiedenen angekoppelten Fachapplikationen. Das Basissystem stellt den Fachapplikationen georeferenzierte Daten und Basisfunktionalitäten zur Verfügung. In den Fachapplikationen werden die Objekte der einzelnen Teilsysteme des Strassennetzes abgebildet und verwaltet. Als Grundlage werden hier die Fachkonzepte der einzelnen Fachapplikationen herangezogen.

Im Rahmen von MISTRA wurden die folgenden Fachapplikationen geplant bzw. umgesetzt:

- Basissystem (BS)
- Data Warehouse (DWH)
- Trasse (TRA)
- Kunstbauten und Tunnel (KUBA)
- Verkehrsunfälle (VU)
- Verkehrsunfälle – Auswertungen mit GIS (VUGIS)
- Verkehrsmonitoring (VMON)
- Liegenschaften und Verträge (LVS)
- Lärmbelastungskataster, Sofortlösung (LBK)
- Sonderbewilligungen, Sofortlösung (SB)
- Erhaltungsmanagement im Siedlungsgebiet (EMSG)
- Langsamverkehr (LV)
- Equipment Management System (BSA)
- Infrastrukturbauten Betrieb, Sofortlösung (IBBS)
- Strassenabwasserkataster (SABA)
- Erhaltungsmanagement Nationalstrassen (EMNS)

Die einzelnen Fachapplikationen befinden sich in unterschiedlichen Entwicklungsstadien und werden in unterschiedlichem Umfang genutzt. Einige Fachapplikationen wurden bereits über mehrere Entwicklungszyklen weiterentwickelt und werden sowohl vom ASTRA, als auch von den Kantonen genutzt, andere befinden sich noch in der Entwicklung.

Nachtrag zum aktuellen Stand von MISTRA:

Das Gesamtprojekt MISTRA wurde vom ASTRA gestoppt. Da die einzelnen Fachapplikationen jedoch weiterhin im Einsatz sind und zu grossen Teilen im Rahmen von MISTRA entwickelt wurden, werden sie hier gemeinsam und weiterhin unter dem Namen MISTRA betrachtet.

Auswertung:

Auch wenn das Gesamtsystem MISTRA in der bisherigen Form nicht weitergeführt wird, stellen die im Rahmen von MISTRA entwickelten Fachapplikationen in vielen Bereichen des Infrastrukturmanagements den derzeitigen Stand der Praxis in der Schweiz dar. Die hier umgesetzten Konzepte stellen damit eine wichtige Grundlage für die Entwicklung eines Integralen Infrastrukturmanagements dar. Insbesondere im Erhaltungsmanagement Nationalstrassen (derzeitiger Stand: Fachkonzept wurde erstellt) wird ein erster Schritt in Richtung einer integralen Betrachtung der Objekte des Strassennetzes gegangen.

Literatur:

Überblick über das Gesamtprojekt MISTRA:

- MISTRA Managementinformationssystem Strasse und Strassenverkehr, Gesamtsystem, Kurzbericht Projektauftrag [40]
- Für Informationen zu den einzelnen Fachapplikationen wird auf die jeweiligen Dokumentationen, insbesondere die Fachkonzepte, verwiesen.

1.6.4.4. ERA-NET ROAD: Auswertung des europäischen Projektes Project Opportunity Project (PO3) "Methods of Calculation of Maintenance Backlog"

Zusammenfassung:

In einem Forschungsbericht wurde das Europäische Projekt „Methods of Calculation of Maintenance Backlog“ für die Schweiz ausgewertet. Der Bericht beinhaltet Empfehlungen, wie die Ergebnisse der Europäischen Forschung (mit Beteiligung der Schweiz) über Berechnung der Erhaltungsdefizite (Maintenance Backlog MB) für das Nationalstrassennetz verwendet werden können.

Auswertung:

Der Bericht evaluiert die Erhaltungsdefizite und unterscheidet zwei Arten von Erhaltungsdefiziten, nämlich: Zustandsbezogene (nicht-monetäre) und budgetbasierte (monetäre) Erhaltungsdefizite. Er beinhaltet zudem Definitionen von Levels of Service, welche für das Integrale Infrastrukturmanagement eine sehr grosse Bedeutung haben.

Literatur:

- ASTRA 2008/008_015: ERA-NET ROAD: Auswertung des europ. Projektes "Project Opportunity Project (PO3) "Methods of Calculation of Maintenance Backlog" mit Vorschlägen zur Weiterbehandlung des Themas [34]

1.6.4.5. ASTRA-Richtlinie 89001 Naturgefahren auf den Nationalstrassen: Risikokonzept

Zusammenfassung:

Diese Richtlinie gilt als Grundlage zur objektiven Einschätzung der gravitativen Naturgefahren (Lawinen, Sturz, Hochwasser, Rutschungen und Absenkungen), welche die Nationalstrassen gefährden sowie zur Beurteilung von Massnahmen zur Verhinderung dieser Gefahren nach Kosten-Nutzenkriterien in der Planungsphase. Sie ist Ergebnis des Projektes: „Erarbeitung einer Methodik für das Management von gravitativen Naturgefahren“ in welchem die folgenden Inhalte behandelt wurden:

- Beurteilung der Gefährdung des Streckennetzes der Nationalstrassen durch gravitative Naturgefahren hinsichtlich Art, Intensität und Wahrscheinlichkeit nach einer einheitlichen Methodik.
- Quantitative Bestimmung der Risiken der potentiell entstehenden Folgen (Schäden) für Strassenbenutzer und Strassenbetreiber.
- Einbindung der Resultate in ein unternehmensweites Risikomanagement und Gegenüberstellung mit anderen Risiken.
- Ableitung des Handlungsbedarfs aus dem Vergleich der bestehenden Risiken mit den Überprüfungskriterien.
- Priorisierung der Massnahmenplanung.
- Kosten-Nutzen-Überlegungen zur Evaluierung der optimalen Massnahme oder Massnahmenkombination.

Auswertung:

Die Richtlinie stellt eine wichtige Grundlage für das Risikomanagement im Rahmen des Integralen Infrastrukturmanagements dar. Insbesondere das Einzelprojekt B sollte auf diesen Grundlagen aufbauen.

Literatur:

- ASTRA-Richtlinie 89001 Naturgefahren auf den Nationalstrassen: Risikokzept [42]

1.6.4.6. ASTRA-Richtlinie 15003 Verkehrsmanagement in der Schweiz (VM-CH) - Verkehrstechnische Vorgaben

Zusammenfassung:

Die Richtlinie beschreibt die verkehrstechnischen funktionalen Grundanforderungen für das Verkehrsmanagement auf Nationalstrassen. Sie dient damit der Vereinheitlichung der Verkehrsmanagement-Massnahmen auf Nationalstrassen. Sie entstand im Rahmen des Übergangs der Nationalstrassen in die Bundesverantwortung zur konkreten Umsetzung des Leitbild ITS-CH 2012. Die Richtlinie definiert den Ausrüstungsgrad der Strecken der Nationalstrassen, je nach Handlungsbedarf im Rahmen des Verkehrsmanagements.

Folgende Ziele werden für das VM-CH festgelegt:

- Die Funktionsfähigkeit des Verkehrssystems soll erhalten und verbessert werden. Stauhäufigkeit, -dauer und -länge sollen reduziert und das intermodale Verhalten soll gefördert werden.
- Die Verkehrssicherheit soll erhöht werden. Unfälle und Unfallfolgen sollen reduziert werden.
- Die Lebens- und Umweltqualität soll verbessert werden. Schadstoffausstoss und Energieverbrauch sollen reduziert werden.
- Die Wirtschaftlichkeit der Strasseninfrastruktur aus Sicht des Eigentümers der Nationalstrassen soll verbessert werden (Investitions-, Betriebs- und Unterhaltskosten).

Auswertung:

Um die steigenden Anforderungen an die Strasseninfrastruktur erfüllen zu können, müssen neben der Betrachtung des Baus und des Unterhalts der Infrastrukturprojekte auch Aspekte des Verkehrsmanagements eine immer grössere Rolle. Hierzu stellt die ASTRA-Richtlinie 15003 eine wichtige Grundlage dar. Das Verkehrsmanagement geht jedoch über das Integrale Infrastrukturmanagement hinaus und ist als Ergänzung zu diesem zu betrachten.

Literatur:

- ASTRA-Richtlinie 15003 Verkehrsmanagement in der Schweiz (VM-CH) [43]

1.6.4.7. VSS-Normen zum Erhaltungsmanagement

Vom VSS wurden eine Grundnorm zum Erhaltungsmanagement sowie verschiedene, darauf aufbauende, Normen zu einzelnen Aspekten des Erhaltungsmanagements herausgegeben. Für den Aufbau eines Integralen Infrastrukturmanagements sind insbesondere die folgenden Normen von Bedeutung:

- SN 640 900a Erhaltungsmanagement (EM) Grundnorm
- SN 640 901 Zielsystem EM
- SN 640 904 Gesamtbewertung von Fahrbahnen, Kunstbauten und Technischen Ausrüstungen: Substanz- und Gebrauchswert

Zusammenfassung:

SN 640 900a:

Die Norm dient als Grundlage für die Einführung und Durchführung einer effizienten und systematischen Erhaltung und Bewirtschaftung von Strassenverkehrsanlagen (Erhaltungsmanagement EM). Sie beinhaltet u.a. Begriffsdefinitionen, Aufgabenbereiche, strategische Ziele, Führungsaspekte, Objektgliederung und einen generischen Prozess des EM.

SN 640 901:

Die Norm dient als Grundlage, Leitbild und Hilfsmittel für die Strassenbetreiber zur Strukturierung und Gewichtung ihrer spezifischen Ziele. Sie umfasst u.a. Definition von strategischen und taktischen Zielen (Haupt- und Teilzielen), die in ein Zielsystem strukturiert sind und gibt Hinweise auf deren Anwendung auf Netz-, bzw. Objektebene (Projektebene). Zudem beinhaltet sie Beispiele dieser Ziele für betrieblichen Unterhalt sowie baulichen Unterhalt und Neubau.

SN 640 904:

Diese Norm enthält zwei unterschiedliche Verfahren zur Bestimmung des Substanz-, bzw. Gebrauchswertes der Fahrbahnen, Kunstbauten und technischen Ausrüstungen. Diese Verfahren sind zustandsbezogen (durch Kombination einzelner Zustandsindizes). Die Berechnung des Substanz-, bzw. Gebrauchswertes wird als Gesamtbewertung bezeichnet.

Auswertung:

Die Normen zum Erhaltungsmanagement bilden den Stand der Praxis und Forschung in der Schweiz ab. Insbesondere bezüglich der Begriffsdefinitionen sind sie bei der Entwicklung eines Integralen Infrastrukturmanagements unbedingt zu beachten. Einige der Normen sind jedoch schon älter und werden in den nächsten Jahren aktualisiert. Die Inhalte sind daher in dem vorgeschlagenen Forschungspaket kritisch zu prüfen bzw. gegebenenfalls sind aktualisierte Versionen dieser Normen zu berücksichtigen.

Literatur:

- SN 640 900a Erhaltungsmanagement (EM) Grundnorm [44]
- SN 640 901 Zielsystem EM [45]
- SN 640 904 Gesamtbewertung von Fahrbahnen, Kunstbauten und Technischen Ausrüstungen: Substanz- und Gebrauchswert [46]

1.6.4.8. VSS-Forschungsberichte zur Berechnung der Gesamtkosten von Erhaltungsmassnahmen

Mehrere VSS-Forschungsprojekte beschäftigten sich mit der Berechnung der Gesamtkosten von Erhaltungsmassnahmen. Neben den Betreiberkosten werden auch die Nutzerkosten und die Kosten Dritter betrachtet.

Betrachtet werden die folgenden Forschungsberichte:

- VSS 498: Gesamtkostensystem – Eine Entscheidungsgrundlage für das Management der Strassenerhaltung (MSE)

- VSS 1244: Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen – Gesamtnutzen und Nutzen-Kosten-Verhältnis von standardisierten Erhaltungsmassnahmen
- VSS 1404: Validierung der Kosten-Nutzen-Bewertung von Fahrbahn-Erhaltungsmassnahmen

Zusammenfassung:

VSS498:

Der Bericht beinhaltet die Struktur der Gesamtkosten (Betreiber-, Benutzerkosten sowie Kosten Dritter) sowie Angaben zu bestimmten Kostenansätzen. Im 2011 sind diese Angaben im Rahmen der Revision der Norm SN 640 907 aktualisiert worden.

VSS 1244:

Es wird eine Berechnungsmethodik für die Gesamtkosten sowie den Nutzen von Fahrbahn-Erhaltungsmassnahmen entwickelt. Insbesondere werden alle Kostenanteile der Nutzerkosten sowie der Kosten Dritter betrachtet. Zu den einzelnen Kostenanteilen werden Berechnungsansätze vorschlagen.

VSS 1404:

Anhand von konkreten Beispielen wird die in VSS 1244 entwickelte Berechnungsmethodik validiert und auf ihre Praxistauglichkeit überprüft.

Auswertung:

Konkrete Kostenansätze stellen die Grundlage für jegliche Optimierungen im Erhaltungsmanagement dar. Im Integralen Infrastrukturmanagement sind insbesondere auch die Nutzerkosten sowie die Kosten Dritter zu berücksichtigen. Aus diesem Grund stellen die Forschungsberichte zur Berechnung der Gesamtkosten eine wichtige Grundlage für die Entwicklung und Implementierung eines Integralen Erhaltungsmanagements dar.

Literatur:

- Gesamtkostensystem – Eine Entscheidungsgrundlage für das Management der Strassenerhaltung (MSE) [47]
- Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen – Gesamtnutzen und Nutzen-Kosten-Verhältnis von standardisierten Erhaltungsmassnahmen [48]
- Validierung der Kosten-Nutzen-Bewertung von Fahrbahn-Erhaltungsmassnahmen [49]

1.6.4.9. VSS-Forschungsbericht 1109: Optimierungsprozesse im Management der Strassenerhaltung (MSE)

Zusammenfassung:

Der Bericht zeigt die Einsatzmöglichkeiten und Grenzen der Optimierungsverfahren bei der Planung von Massnahmen, bzw. Massnahmenpaketen. Es werden verschiedene Optimierungsverfahren analysiert.

Auswertung:

Für die Entscheidungsfindung im integralen Erhaltungsmanagement sind Optimierungsverfahren erforderlich. Welche Verfahren in welchen Fällen zum Einsatz kommen können muss in den Einzelprojekten gegebenenfalls analysiert werden. Hierzu kann der Forschungsbericht als Grundlage dienen.

Literatur:

- Optimierungsprozesse im Management der Strassenerhaltung (MSE) [50]

1.6.4.10. Zusammenfassung der Ergebnisse

Bisher wurde in der Schweiz noch keine gezielte Forschung zum Thema Integrales Infrastrukturmanagement durchgeführt. Jedoch liefern einige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie Richtlinien und Normen, welche durch die VSS-Forschung, durch Projekte des Bundesamtes für Strassen ASTRA oder durch kantonale und kommunale Tiefbauämter zustande gekommen sind, wertvolle Grundlagen für ein Konzept des Integralen Infrastrukturmanagements.

Bei der Entwicklung eines Konzepts zum Integralen Infrastrukturmanagement muss der derzeitige Stand der Praxis, der insbesondere durch vorhandene Konzepte, Fachapplikationen und Normen definiert wird, als Grundlage herangezogen werden. Die Einführung eines solchen neuen Konzepts ist nur dann sinnvoll möglich, wenn auf bereits vorhandenen Ansätzen aufgebaut wird.

2 Synthese

Im zweiten Teil des Forschungsberichts wird auf Basis der zuvor dargestellten allgemeinen Grundlagen zum Integralen Infrastrukturmanagement der Rahmen für die Implementierung eines solchen Ansatzes in der Schweiz abgesteckt. Zunächst wird aufbauend auf den im ersten Teil zusammengestellten Definitionen des Asset Managements der Begriff „Integrales Infrastrukturmanagement“ definiert und die Ziele dieses Ansatzes aufgezeigt.

Als Basis für weitere Forschung im Rahmen eines anschliessenden Forschungspakets wird das System, auf das sich ein Integrales Infrastrukturmanagement beziehen sollte, definiert und abgegrenzt und der Forschungsbedarf evaluiert.

Abschliessend wird aufbauend auf der Analyse des Forschungsbedarfs ein Vorschlag für ein weiterführendes Forschungspaket mit fünf Einzelprojekten entwickelt

2.1 Definition und Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements

Der Begriff „Integrales Infrastrukturmanagement“ wird in diesem Bericht neu eingeführt. Er baut auf dem bekannten, aber in der Literatur sehr weit gefächerten Begriff „Asset Management“ auf. Mit dieser Umbenennung sollen die in diesem Bericht behandelten und für die Umsetzung im Schweizer Strassennetz sinnvollen Inhalte passender beschrieben werden und der Interpretationsspielraum bezüglich der betrachteten Inhalte eines solchen Ansatzes eingeschränkt werden.

Im Folgenden wird der Begriff „Integrales Infrastrukturmanagement“ definiert und die Ziele, die mit diesem Ansatz erreicht werden sollen spezifiziert.

2.1.1 Definition „Integrales Infrastrukturmanagement“

Das Kernprinzip des Integralen Infrastrukturmanagements ist die holistische Betrachtung des Strassennetzes mit seinen Objekten als Gesamtsystem über die gesamte Lebensdauer des Systems. Mit Hilfe des Integralen Infrastrukturmanagements sollen insbesondere die Anforderungen der Strassennutzer durch Aufrechterhaltung des geforderten Leistungsniveaus erfüllt werden. Mit der Fokussierung auf das Leistungsniveau tritt die rein zustandsbezogene Bewertung einzelner Objekte des Strassennetzes in den Hintergrund und wird durch eine nutzerbezogene Bewertung des Gesamtsystems ersetzt. Die Lebensdauerorientierung bedingt eine phasenübergreifende Betrachtung von Bau, Erhaltung (Ausbau, Unterhalt) und Betrieb des Strassennetzes.

Die Hauptaspekte des Integralen Infrastrukturmanagements sind:

- Strategischer Ansatz mit langfristigem Betrachtungshorizont
- Zielgrösse für die Planung ist die Aufrechterhaltung des geforderten Leistungsniveaus (Level of Service) der Strassenverkehrsanlagen.
- Teilsystemübergreifende Optimierung der Neubau- und Erhaltungsstrategien der Anlagen der Strassennetze über ihrer gesamten Lebensdauer zur Erreichung langfristig niedrigerer Kosten für Betreiber, Nutzer und Umwelt.
- Lebensdauerorientierte Betrachtung die sowohl Bau, Ausbau, Unterhalt als auch den Betrieb des Strassennetzes einbezieht.
- Einbezug des Nutzungs- und Verkehrsmanagements d.h. die Frage nach Nutzungsgebühren, das Betreiben in Eigen- oder Fremdleistung sowie das Anmieten oder Vermieten von Objekten.

Die Betrachtungsobjekte im Integralen Infrastrukturmanagement sind, je nach Zweck der Anwendung, unterschiedlich. Sie können analog zum Asset Management physische Objekte (bzw. Objekttypen), Finanzen, Personal, Sachmittel, Ressourcen, Information oder sogar immaterielle Objekte (z.B. Image, Reputation, soziale Einflüsse, etc.) umfassen.

Ausgehend davon wird in diesem Forschungsprojekt für das Integrale Infrastrukturmanagement in der Schweiz eine konkretisierte Definition gewählt. Dabei wird bezüglich der betrachteten Assets der Fokus auf die physischen Objekte der Strassennetze gelegt. Insbesondere sind dies:

- Strassenkörper mit Ober- und Unterbau
- Objekte der Betriebs- und Sicherheitsausrüstung
- Kunstbauten des Strassennetzes (Brücken, Tunnel, Lärmschutzwände, Schutzbauten, etc.)
- Infrastrukturbauten für den Betrieb (Werkhöfe, Rastplätze, Bushaltestellen, etc.)

Explizit nicht betrachtet werden zunächst alle anderen Assets wie Finanzen, Personal, Sachmittel, Informationen und andere immaterielle Assets.

Demzufolge wird das Integrale Infrastrukturmanagement für die Schweiz wie folgt definiert:

Definition:

Integrale Infrastrukturmanagement ist ein strategisches Handlungs- und Entscheidungssystem zur Erreichung und nachhaltigen Aufrechterhaltung eines festgelegten Leistungsniveaus des Strassennetzes unter Einbezug sämtlicher Infrastrukturobjekte des Strassennetzes sowie sämtlicher Prozesse des Baus, Betriebs und Unterhalts dieser Objekte.

Dieses Handlungssystem lässt sich in Prozessen beschreiben, welche zur Nutzung und Bewirtschaftung aller physischen Infrastrukturobjekttypen (Anlagen) der Strassennetze anzuwenden sind.

Das Integrale Infrastrukturmanagement umfasst immer auch die Handhabung der Risiken, insbesondere, wenn vom angestrebten Leistungsniveau abgewichen wird. Darüber hinaus ermöglicht das Integrale Infrastrukturmanagement dem Strassenbetreiber die erforderliche Flexibilität zur effizienten Handhabung zukünftiger Veränderungen der Anforderungen der Beteiligten.

2.1.2 Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements

Die Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements leiten sich aus der Begriffsdefinition (siehe 2.1.1) ab. Das Hauptziel des Integralen Infrastrukturmanagements wird wie folgt definiert:

Bereitstellung und nachhaltige Aufrechterhaltung einer sicheren, den Nutzeranforderungen entsprechenden Strasseninfrastruktur bei möglichst geringen Belastungen und Risiken für Betreiber, Nutzer und Umwelt.

Für die einzelnen Prozesse des Infrastrukturmanagements sind jeweils unterschiedliche auf die jeweilige Problemstellung angepasste Unterziele massgebend. Die Erreichung der spezifischen Unterziele in jedem Prozessschritt stellt in der Gesamtheit die Erreichung des Hauptziels sicher.

Abb.15 zeigt das Zielsystem aufgeteilt nach den Interessensgruppen:

- Betreiber
- Nutzer
- Dritte (Gesellschaft)

Für die Erreichung des Hauptziels müssen die Teilziele aller Interessensgruppen berücksichtigt werden, wobei es jedoch Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Teilzielen (auch interessensgruppenübergreifend) gibt. Verschiedene Teilziele können komplementär, aber auch entgegengesetzt sein. Im Rahmen des Integralen Infrastrukturmanagements wird ein Optimum der Zielerreichung des Hauptziels angestrebt, zu den Teilzielen können Minimal- und Maximalwerte definiert werden, welche nicht unter- bzw. überschritten werden dürfen.

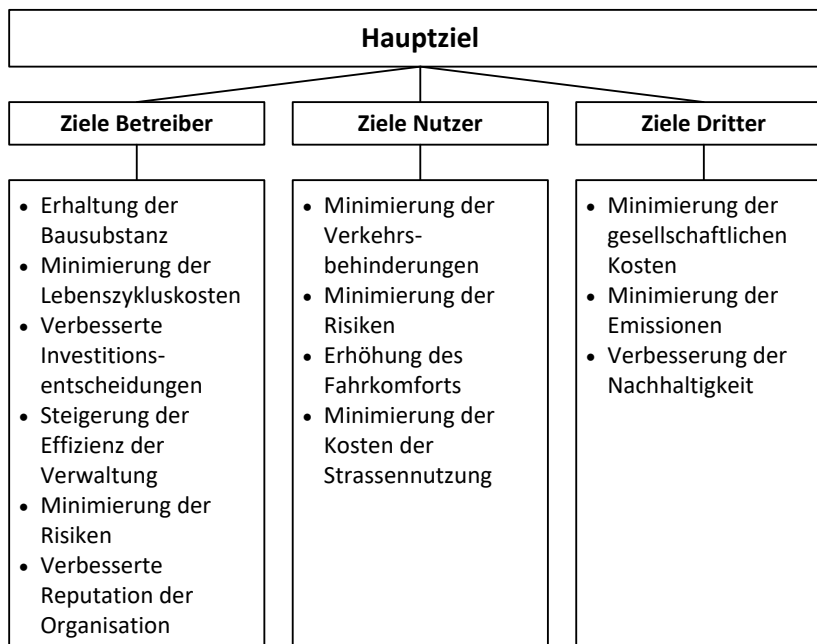


Abb.15 Zielsystem des Integralen Infrastrukturmanagements

2.2 Systemdefinition und Systemabgrenzung für das integrale Infrastrukturmanagement

Als Grundlage für die Entwicklung des Integralen Infrastrukturmanagements muss zunächst das zugrundeliegende System definiert werden. Damit wird eine einheitliche Basis für die Prozesse in der Planung und Entscheidungsfindung gelegt.

Die hier definierte Systemdefinition kann auch als Grundlage für die weitere Entwicklung des Integralen Infrastrukturmanagements in einem anschliessenden Forschungspaket dienen.

2.2.1 Systemaufbau und Systemdefinition

Aus der Definition des Integralen Infrastrukturmanagements für die Strassen ergibt sich eine Einschränkung des betrachteten Systems und der darauf abgebildeten Prozesse. Darauf aufbauend, wird im Folgenden das betrachtete System definiert und abgegrenzt.

Inhaltliche Dimension

Der inhaltliche Rahmen gibt vor, was Gegenstand des Integralen Infrastrukturmanagements ist.

Wie bei der Definition des Integralen Infrastrukturmanagements beschrieben, bezieht es sich auf das Management physischer Anlagen, es werden also keine immateriellen Assets untersucht. Der Ansatz umfasst sämtliche Bereiche des Managements der physischen Infrastrukturobjekte. Es werden die Phasen Bau- und Ausbau, Unterhalt und Betrieb in die Betrachtung einbezogen.

Räumliche Dimension

In der räumlichen Dimension ist eine räumliche Abgrenzung der betrachteten Objekte vorzunehmen.

Das Integrale Infrastrukturmanagement bezieht sich auf das gesamte Netz eines Strassenbetreibers oder sinnvoll abgrenzbare Teilnetze. Ziel der Betrachtung ist es, im Gegensatz

zum Erhaltungsmanagement (siehe Begriffsdefinitionen in Kapitel 2.4) eines einzelnen Objekts die Abhängigkeiten und Interaktionen zwischen den verschiedenen Objekten zu berücksichtigen. Es werden alle Objekte im Zuge der Strassen in die Betrachtung einbezogen. Seitlich neben der Achse versetzte Objekte werden dann mit einbezogen, wenn ihre Funktionalität einen Einfluss auf die Sicherheit und Funktionalität der Strasse hat (z.B. Stützmauern und Schutznetze).

Zeitliche Dimension

Das Integrale Infrastrukturmanagement ist ein langfristiger und strategischer Ansatz. Der Planungs- und Betrachtungszeitraum ist folglich immer lebensdauerorientiert zu wählen, d.h. es wird die gesamte Lebensdauer aller Objekte sowie des Gesamtsystems betrachtet. Die Lebensdauer eines Objekts der Strasseninfrastruktur umfasst die Zeitspanne vom Bau des Objekts bis zum Ende seiner Nutzungsdauer. Da ein Nutzungsende insbesondere für das Gesamtsystem Strassennetz, aber auch für dessen Objekte zumeist nicht absehbar ist, ergeben sich aus der Lebensdauerorientierung quasi unendliche Betrachtungszeiträume. Der Ersatz eines Objekts kann wie eine Erhaltungsmassnahme betrachtet werden, da sich funktional aus der Sicht des ganzen Systems nichts ändert. Funktional besteht das Objekt weiter hin.

In der konkreten Ausgestaltung der Prozesse des Integralen Infrastrukturmanagements ist zu entscheiden, wie die Vorgabe der Lebensdauerorientierung umgesetzt werden soll. Entweder kann der Betrachtungszeitraum dann abgegrenzt werden, wenn weiter in der Zukunft liegende Ereignisse keinen relevanten Input mehr liefern bzw. Unterschiede in verschiedenen Szenarien aufgrund der Diskontierung vernachlässigbar klein werden oder die Betrachtung kann durch Reihenentwicklungen tatsächlich ins Unendliche ausgedehnt werden.

2.2.2 Abgrenzung zum Erhaltungsmanagement

Das Erhaltungsmanagement ist ein Teilbereich des Integralen Infrastrukturmanagements. Der strategische Handlungs- und Entscheidungssystem des Integralen Infrastrukturmanagements beruht u.a. auf dem optimierten Zusammenwirken des Erhaltungsmanagements der verschiedenen Objekttypen mit dem Bau und Ausbau der Infrastruktur und dem Nutzungs- und Verkehrsmanagement.

Insbesondere in den folgenden Bereichen geht das Integrale Infrastrukturmanagement über die Prozesse des Erhaltungsmanagements hinaus:

Betrachtungsebene:

Die Betrachtungsebene im Integralen Infrastrukturmanagement ist immer die Netzebene mit allen Teilsystemen. Im Erhaltungsmanagement werden in der bisherigen Praxis zumeist einzelne Objekte betrachtet, die Entwicklung geht jedoch auch hier hin zu einer objektübergreifenden Betrachtung.

Betrachtete Phasen:

Im Integralen Infrastrukturmanagement werden alle Phasen der Lebensdauer der Objekte des Strassennetzes betrachtet. Neben der Erhaltung in der Betriebsphase bzw. Nutzungsphase wird also auch der Bau, eventueller Ersatz und der Rückbau betrachtet. Während der Nutzungsphase wird ausserdem nicht nur die Erhaltung, sondern auch das Nutzungs- und Verkehrsmanagement betrachtet.

Betrachtete Objekte:

Neben den physischen Objekten des Strassennetzes können im Integralen Infrastrukturmanagement auch nicht-physische Anlagewerte und Ressourcen (z.B. Personal, Wissen, Finanzmittel, Reputation usw.) betrachtet werden. Dies wird in diesem Forschungsprojekts jedoch nicht betrachtet.

Betrachtungszeitraum:

Während im Erhaltungsmanagement oft nur die Betriebsphase einzelner Objekte betrachtet wird, ist der Betrachtungszeitraum beim Integralen Infrastrukturmanagement immer die Lebensdauer des gesamten Netzes. Damit geht der Betrachtungszeitraum gegen unendlich.

Finanzierung der Strasseninfrastruktur:

Während das Erhaltungsmanagement zumeist lediglich der Finanzbedarf betrachtet wird, ist die Entscheidung über die Finanzierung der Strasseninfrastruktur Teil des Integralen Infrastrukturmanagements. Dies betrifft die z.B. die Frage nach Nutzungsgebühren, das Betreiben in Eigen- oder Fremdleistung sowie das Anmieten oder Vermieten von Anlagen.

2.3 Prozesse im Integralen Infrastrukturmanagement

Die durchgeführte Situationsanalyse zeigt, dass der strategische Ansatz des Integralen Infrastrukturmanagements in Prozessen definierbar ist. Nachfolgend werden das Handlungssystem des Integralen Infrastrukturmanagements sowie dessen Prozesse aufgezeigt. Dabei werden nach dem Prinzip des Systems Engineering „Vom Groben zum Detail“ zunächst die generischen und anschliessend die untergeordneten Prozesse erläutert. Um diese Prozesse plausibel zu erklären, müssen zunächst die allgemeinen, für das Integrale Infrastrukturmanagement relevanten, Geschäftsprozesse einer Verwaltung betrachtet werden.

Im Rahmen dieses Initialprojekts wird lediglich ein grober Prozessablauf des Integralen Infrastrukturmanagements entworfen. Die genaue Definition und Ausgestaltung der Prozesse ist Inhalt eines der vorgeschlagenen Teilprojekte für ein anschliessendes Forschungspaket.

2.3.1 Allgemeine Geschäftsprozesse in einer Verwaltung

Das Integrale Infrastrukturmanagement beeinflusst sowohl die strategischen, als auch die operativen Tätigkeiten einer Verwaltung in allen Hierarchiestufen der Organisation. Die allgemeinen Prozesse verlaufen in der Regel gleichzeitig und mit systematischem Informationsaustausch. Abbildung 14 zeigt die allgemeinen Geschäftsprozesse eines Tiefbauamtes, die für das Integrale Infrastrukturmanagement von Bedeutung sind. In diese Geschäftsprozesse muss das Integrale Infrastrukturmanagement eingeordnet werden.

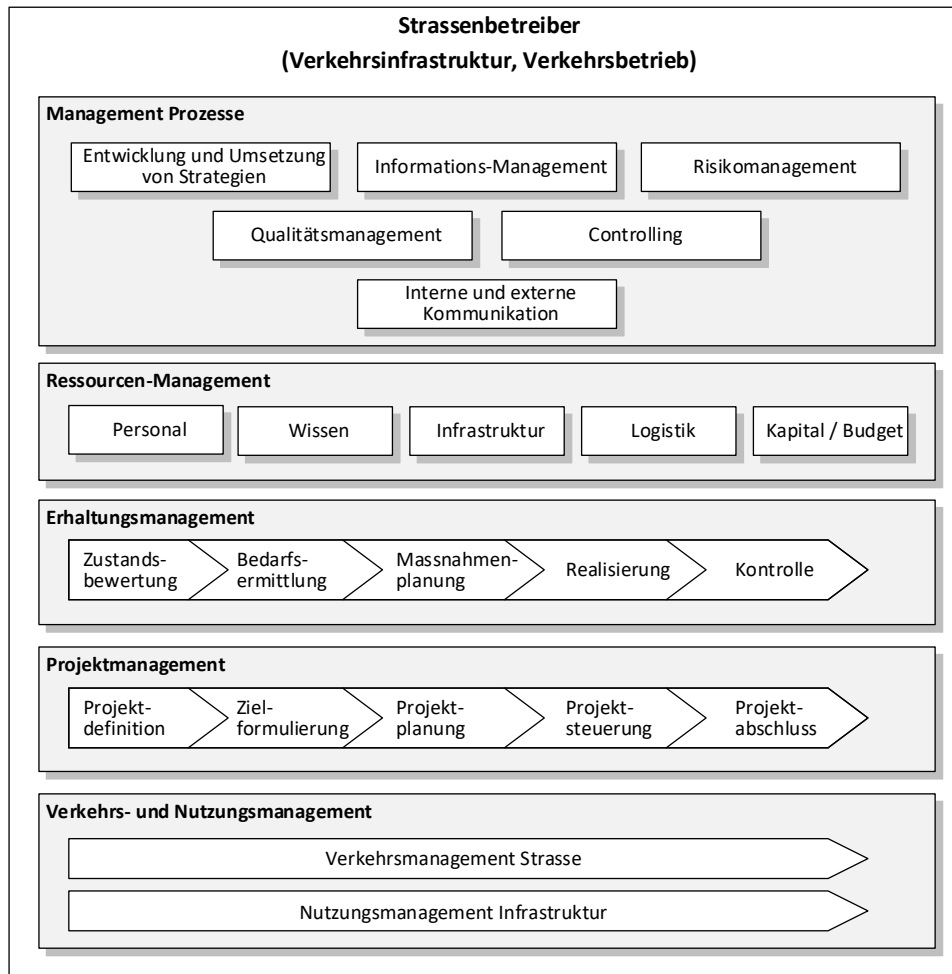


Abb.16 Zielsystem des Integralen Infrastrukturmanagements

2.3.2 Entscheidungsprozesse im Integralen Infrastrukturmanagement

Die Entscheidungsprozesse im Integralen Infrastrukturmanagement der Strassen beruhen auf strategischen Leistungszielen, welche oft auf politischer Ebene oder sonst auf höchster Verwaltungsebene gestellt werden. Erst dann können die Tätigkeiten des Integralen Infrastrukturmanagements geplant und nach methodischen Grundlagen realisiert werden (siehe Abb.17).

Die strategischen Leistungsziele können verschiedene Bereiche betreffen, insbesondere sollten jedoch die wichtigsten Ziele, welche mit der Strasseninfrastruktur erreicht werden sollen, abgedeckt werden, z.B.:

- Mobilität
- Raumentwicklung

Des Weiteren sollten alle relevanten Randbedingungen des Infrastrukturmanagements abgebildet werden z.B.:

- Finanzierung
- Umweltbeeinträchtigung
- Einzuhaltendes Zustandsniveau

Aufbauend auf den strategischen Leistungszielen erfolgt die Entscheidungsfindung. Diese kann sich auf verschiedene Verfahren und Methodiken, z.B. des Systems Engineering, der Best Business Practice oder Lebensdaueranalysen stützen. Als Resultat ergeben sich operative Tätigkeiten, welche durchgeführt und anschliessend kurz- und langfristig bewertet werden. Die Ergebnisse dieser Bewertung fliessen wiederum in die Leistungsziele und die zukünftige Entscheidungsfindung ein.

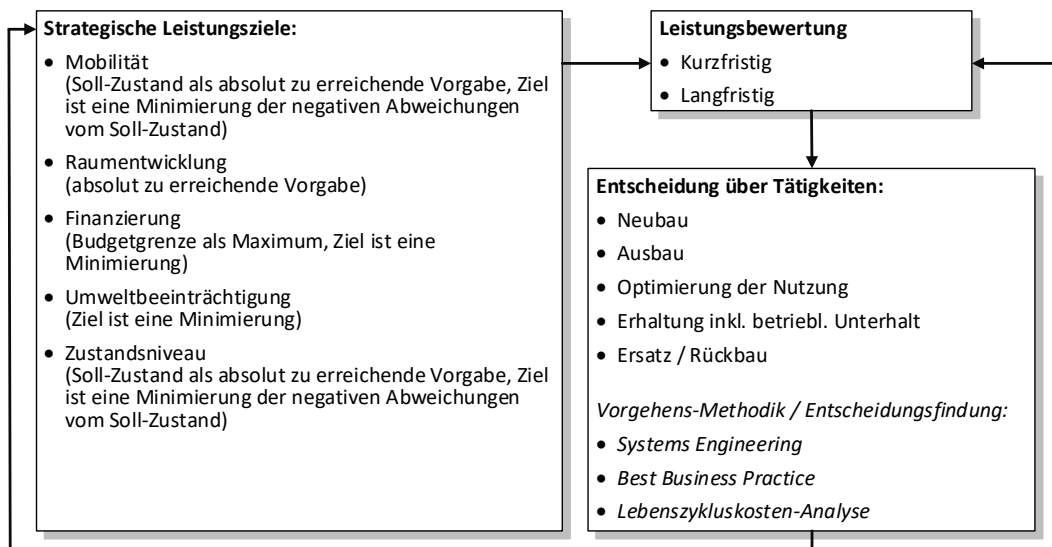


Abb.17 Generischer Entscheidungsprozess im Integralen Infrastrukturmanagement der Strassen

Die nachfolgende Abb.18 zeigt, wie die Leistungsziele aus den Anforderungen der Beteiligten an das Leistungsniveau des Strassennetzes abgeleitet werden. Dabei müssen die Anforderungen der drei wichtigsten Interessensgruppen: Betreiber, Nutzer, Dritte berücksichtigt und, soweit möglich, in Einklang gebracht werden.

Es ist zu beachten, dass sich das Leistungsniveau aus einem Bündel von Anforderungen zusammensetzt, die alle Aspekte der Leistung (einschliesslich Erwartungen bzgl. Zustand und Entwicklung der Nachfrage) abdecken. Das Leistungsniveau sollten in überprüfbaren Kriterien (Leistungsindikatoren) beschrieben werden, so dass eine subjektive Einschätzung der Leistung weitgehend eliminiert wird.

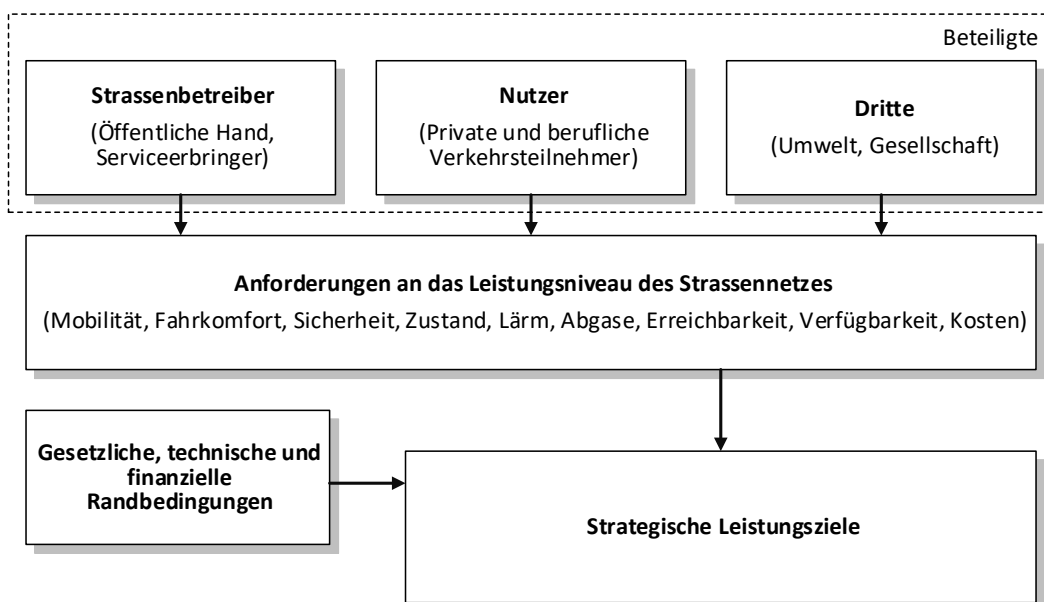


Abb.18 Generischer Entscheidungsprozess im Integralen Infrastrukturmanagement der Strassen

2.3.3 Generischer Prozess des Integralen Infrastrukturmanagements

Abb.19 zeigt eine detaillierte Darstellung des generischen Prozesses, gegliedert in mehrere Tätigkeitsphasen. Das Integrale Infrastrukturmanagement wird dazu in fünf Phasen von der Ermittlung der Grundlagen und der strategischen Planung über die konkretisierte

Definition des Soll-Zustands, die Massnahmenbedarfsplanung zur Erreichung des Soll-Zustands und die Realisierung der geplanten Massnahmen unterteilt. Ergänzend wird im Rahmen eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses eine ständige Verbesserung des Gesamtprozesses angestrebt. Die Phasen werden nicht nacheinander durchlaufen, sondern laufen parallel zueinander ab, wobei die strategischen Phasen längere Laufzeiten aufweisen, während die operativen Phasen in kurzen Abständen durchlaufen werden. Die im Kapitel 2.3.2 beschriebenen Entscheidungsprozesse fliessen wie folgt in den generischen Prozess ein:

- Generischer Entscheidungsprozess (Abb.17): Im generischen Entscheidungsprozess werden aus den Leistungszielen konkrete Massnahmen abgeleitet, er stellt also die Schnittstelle zwischen den Prozessen 2 und 3 (siehe Abb.19) und damit den Übergang von den strategischen Vorgaben zur operativen Umsetzung dar.
- Ableitung der Leistungsziele aus den Anforderungen der Beteiligten (Abb.18): Dies stellt die Schnittstelle zwischen den Prozessen 1 und 2 (siehe Abb.19) dar.

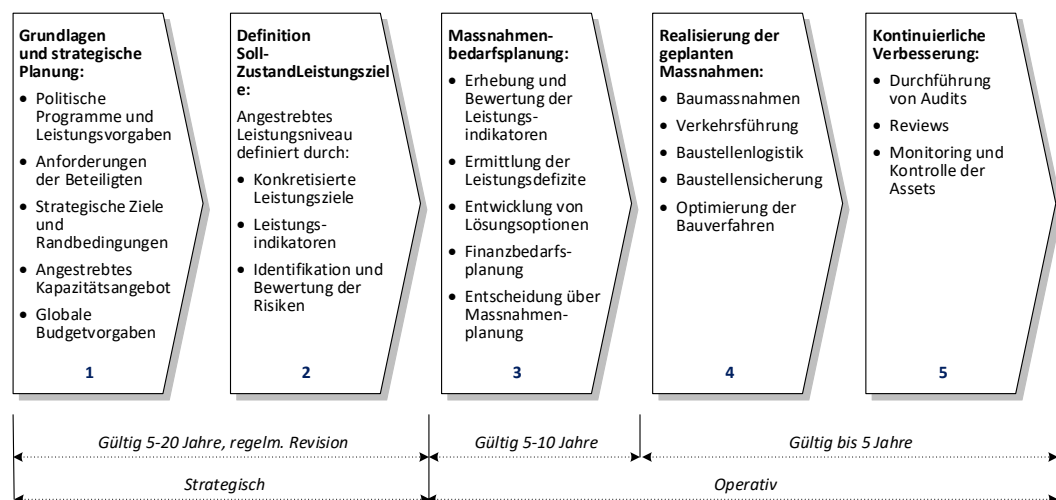


Abb.19 Generischer Entscheidungsprozess im Integralen Infrastrukturmanagement der Strassen

Im Folgenden werden die einzelnen Phasen des Integralen Infrastrukturmanagements detailliert betrachtet.

2.3.3.1. Grundlagen und strategische Planung

Als Grundlage für das Integrale Infrastrukturmanagement müssen zunächst die Anforderungen seitens aller Betroffenen und Beteiligten erfasst, abgewogen und konfliktbereinigt werden um daraus die strategischen Leistungsziele zu formulieren (Phase 1). Diese gelten zusammen mit politischen Programmen der Verwaltung sowie ihren Leistungsvorgaben und Globalbudgets als Grundlagen der strategischen Planung in der die Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements sowie die dafür bereitgestellten Mittel definiert werden.

2.3.3.2. Definition Leistungsziele

In der Phase 2 des Prozesses, der Beschreibung des Soll-Zustandes, wird u.a. das Leistungsniveau (Level of Service) festgelegt (siehe Abb.20). Dies umfasst die Konkretisierung der strategischen Ziele (aus der Phase 1), die Festlegung der Leistungsindikatoren zur quantitativen Bewertung aller Leistungsziele sowie die Identifikation und Analyse der Risiken bei der Bewirtschaftung des Strassennetzes. Diese Thematik (Level of Service / Leistungsniveau) ist in der Schweiz noch nicht ausreichend erforscht worden, weshalb hier eine Wissenslücke besteht. Diese Wissenslücke soll im anschliessenden Forschungspaket geschlossen werden. Im Rahmen der Festlegung des Leistungsniveaus müssen die strategischen Leistungsziele konkretisiert und mit Angaben von Grenzwerten für Leistungsindikatoren ergänzt werden. Damit soll einerseits der Nutzen von Lösungsoptionen quantitativ

überprüft und andererseits schon in der Planungsphase Leistungsindikatoren für unterschiedliche Objekttypen und Aufgaben abgeleitet werden. Zudem sollen in diesem Rahmen die Risiken identifiziert und analysiert werden, um diese ebenfalls in der Bewertung der Lösungsoptionen zu berücksichtigen und allenfalls entsprechende Massnahmen zu ihrer Vermeidung oder Verminderung zu planen (Risikomanagement).

Nachfolgend werden mögliche Leistungsindikatoren für das Integrale Infrastrukturmanagement näher beschrieben:

- Durchschnittlicher Zustand der physischen Objekte während eines (längerfristigen) Betrachtungszeitraumes
- Durchschnittlicher Substanz- und Gebrauchswert des Strassennetzes während eines (längerfristigen) Betrachtungszeitraumes
- Totale Lebensdauerkosten (Massnahmenkosten, Massnahmenfolgekosten, Strassenutzerkosten, Kosten Dritter)
- Totale volkswirtschaftliche Wertschöpfung des Strassennetzes während eines (längerfristigen) Betrachtungszeitraumes.

Als Leistungsindikator könnte auch verschiedene Kombination der erwähnten Werte eingesetzt werden, z.B.:

- Totale volkswirtschaftliche Wertschöpfung im Verhältnis zu totalen langfristigen Kosten
- Totale langfristige Kosten im Verhältnis zum durchschnittlichen Zustand.

Im Rahmen der Literaturstudie wurden ausserdem verschiedene Beispiele für Leistungsindikatoren im internationalen Bereich aufgezeigt (siehe Kapitel 1.6).



Abb.20 Definition des Soll-Zustands für das Strassennetz

2.3.3.3. Massnahmenbedarfsplanung

In Phase 3 erfolgt die langfristige Massnahmenbedarfsplanung. Ausgehend von einer Erhebung der Leistungsindikatoren können die Leistungsdefizite bzgl. des Soll-Zustandes (auch „Backlogs“ genannt) erkannt werden. Diese bilden die Grundlage der Investitionsprogramme und der Massnahmenbedarfsplanung.

Zu den für das Integrale Infrastrukturmanagement relevanten Parametern zählen unter anderem:

- Erfordernis einer Nutzungs- oder Kapazitätsänderung der Strasse (stammend aus der Phase 1 „Strategische Planung“: Soll-Kapazität, Nutzungsstrategie),
- Art der erforderlichen Massnahmen (Neubau, Erhaltung, Ausbau oder gar Rückbau),
- betroffene Objekttypen,
- Durchführung der Massnahmen durch Eigen- oder Fremdleistung unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit der Ressourcen.

Die Bewertungsgrundlage dieser Parameter muss in der Phase „Strategische Planung“ festgelegt werden. Beispielsweise soll bestimmt werden:

- Unter welchen Umständen soll eine Kapazitätserhöhung oder Nutzungsänderung eines Strassenabschnittes angeordnet werden?
- Was sind die Voraussetzungen für den Ausbau oder Rückbau eines Strassenabschnittes?
- Wann sollen welche Objekttypen berücksichtigt, bzw. nicht berücksichtigt werden?
- Was sind die Bedingungen für Outsourcing bestimmter Leistungen?

Im Mittelpunkt der Phase steht die Ermittlung optimaler Massnahmen oder Massnahmenpakete. Dabei werden zunächst Lösungsoptionen generiert, welche zielkonform sind und die Randbedingungen erfüllen. Abb.21 zeigt einen entsprechenden Prozess auf. Die Lösungsoptionen werden nach Grad der Erfüllung der Leistungsindikatoren sowie ihrer Risikobeurteilung analysiert und verglichen, um ein optimales Massnahmenpaket für die Realisierung zu ermitteln.

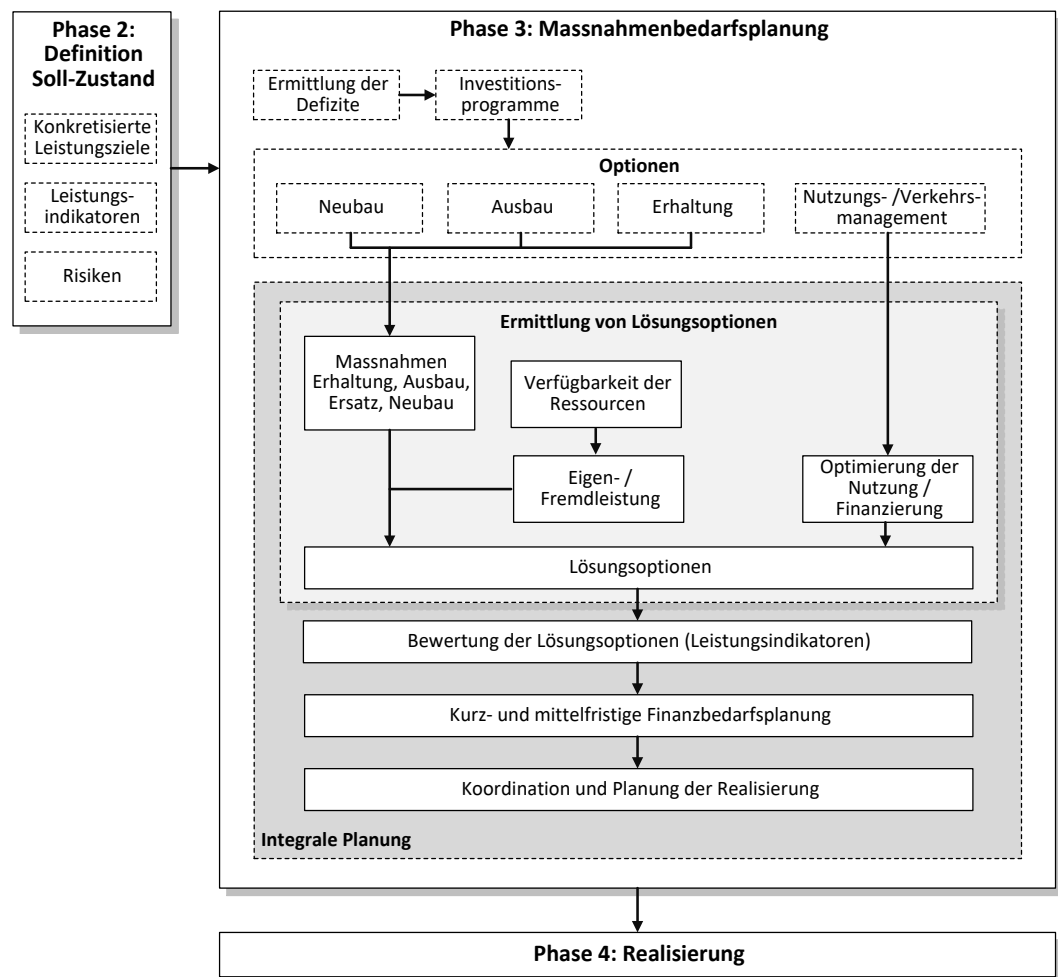


Abb.21 Massnahmenbedarfsplanung

2.3.3.4. Realisierung der geplanten Massnahmen

In der Phase 4 „Realisierung“ wird die Durchführung von Erhaltungs- oder Neubaumassnahmen abgebildet.

Die Realisierung von Massnahmen ist Teil des Gesamtprozesses des Integralen Infrastrukturmanagements, die Prozesse der Realisierung werden in diesem Forschungsprojekt jedoch nicht weiter analysiert.

2.3.3.5. Kontinuierliche Verbesserung

Phase 5 betrifft die Auswertung und Überprüfung der Zielerreichung im Integralen Infrastrukturmanagement. Auf der Grundlage von Audits und Reviews sowie Auswertungen zur Erreichung der Leistungsziele wird ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess angestrebt, der Rückwirkungen auf alle übrigen Phasen haben sollte.

2.3.4 Zusammenfassung und Einordnung der Prozesse des Integralen Infrastrukturmanagementsystems

Die in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Prozesse des Integralen Infrastrukturmanagements müssen sich in die vorhandene Umgebung in der Bewirtschaftung der Strassennetze einordnen dies betrifft zum Einen die Einordnung in das in Kapitel 2.2 definierte System, zum Anderen die Einordnung in den Gesamtkontext von Bau, Unterhalt und Betrieb eines Strassennetzes.

2.3.4.1. Zusammenfassung der Prozesse des Integralen Infrastrukturmanagements

Die in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Prozesse des Integralen Infrastrukturmanagements werden in einem Gesamtprozess zusammengeführt (Abb.22). In allen Phasen, welche zumeist parallel ablaufen, ist die Berücksichtigung der Anforderungen der Verkehrsteilnehmer und der Gesellschaft sicherzustellen. Insbesondere ist die Information und Kommunikation sicherzustellen, um die Akzeptanz der Massnahmen bei den Interessensgruppen zu steigern.

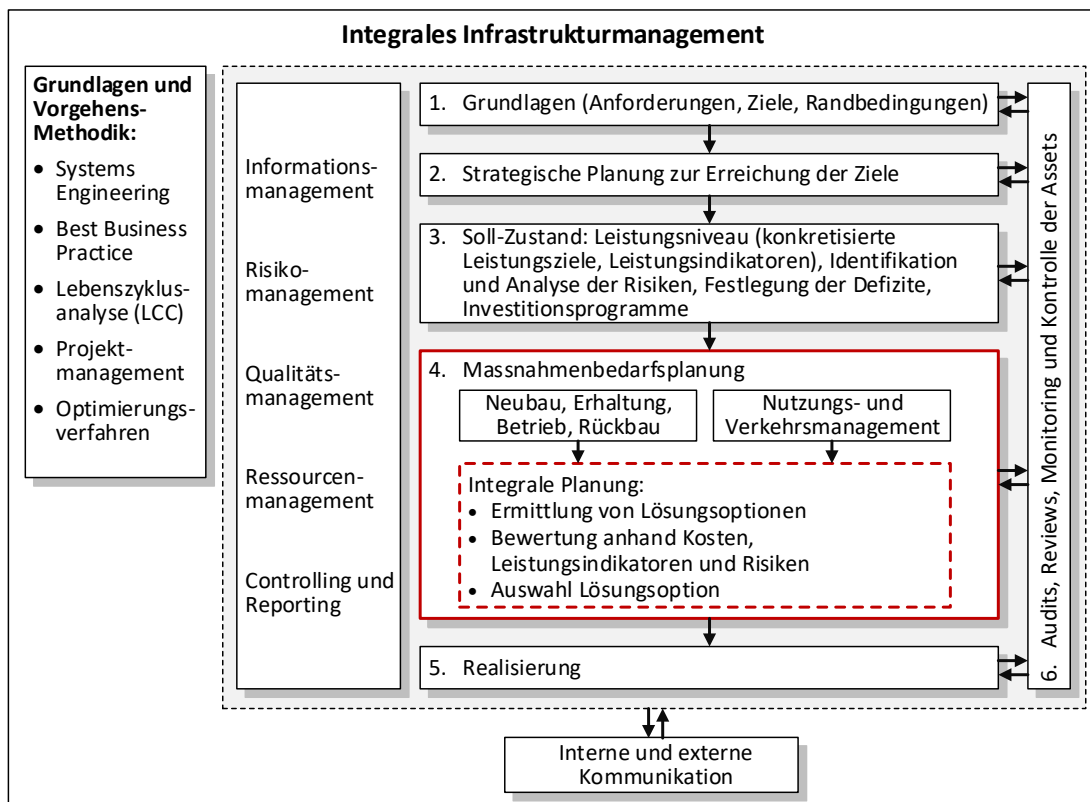


Abb.22 System Integrales Infrastrukturmanagement mit Elementen, Grundlagen und Phasen des generischen Prozesses

2.3.4.2. Einordnung des Integralen Infrastrukturmanagements in den Gesamtkontext von Bau, Unterhalt und Betrieb eines Strassennetzes

Das Integrale Infrastrukturmanagement umfasst verschiedene Bereiche im Gesamtkontext von Bau, Unterhalt und Betrieb eines Strassennetzes. In Abbildung 23 werden die Einordnung des Integralen Infrastrukturmanagements in diesen Gesamtkontext sowie die Schnittstellen zu den anderen Bereichen dargestellt.

Das Erhaltungsmanagement ist ein wichtiger Bestandteil des Integralen Infrastrukturmanagements. Insbesondere in diesem Bereich liegt der Fokus dieses Forschungsprojekts sowie des anschliessenden Forschungspakets. Es weist wichtige Schnittstellen zum Verkehrsmanagement sowie zur Raumentwicklung auf. Mit Hilfe des Verkehrs- und Nutzungsvermanagements kann die Nutzung des Strassennetzes optimiert und damit ein Beitrag zur Aufrechterhaltung des angestrebten Leistungsniveaus geleistet werden. Die Raumentwicklung liefert wiederum Inputs bezüglich der Anforderungen an das Strassennetz. Es bestehen hier Schnittstellen hinsichtlich des Neu-, Aus- und Rückbaus von Objekten.

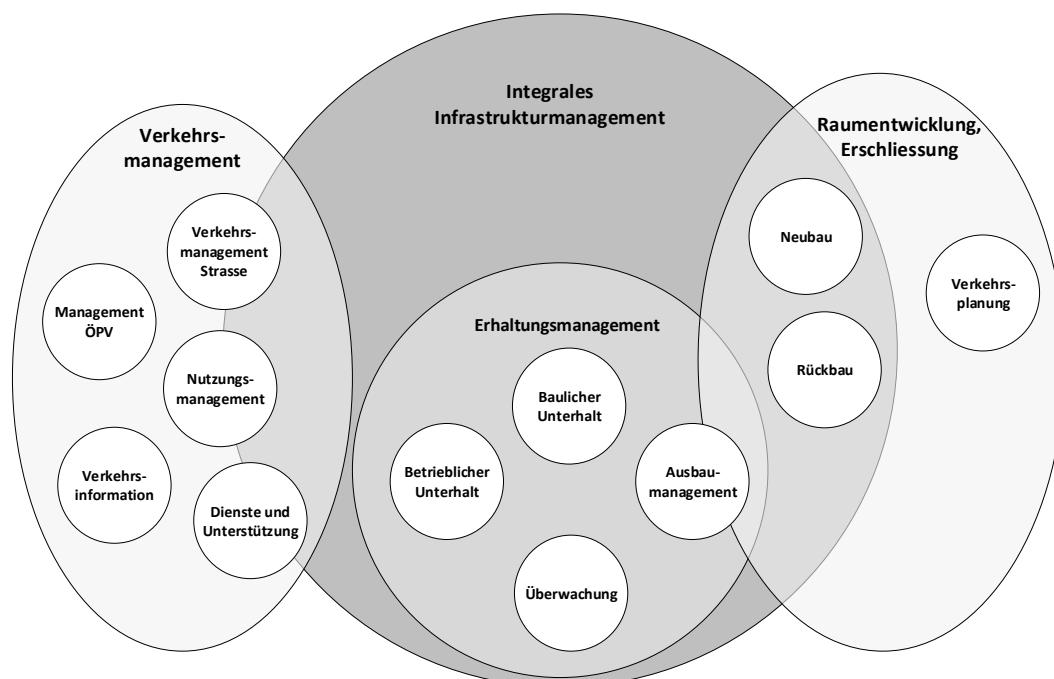


Abb.23 Einordnung des Integralen Infrastrukturmanagements in den Gesamtkontext von Bau, Unterhalt und Betrieb des Strassennetzes

2.4 Begriffsbestimmungen

Im Folgenden werden die wichtigsten Begriffe im Kontext des Integralen Infrastrukturmanagements definiert. Ergänzend zur Literaturstudie in Kapitel 1.6 werden zu jedem Begriff zunächst die international gebräuchlichen Definitionen aufgeführt und daraus eine Definition für die Anwendung in der Schweiz abgeleitet.

Tab. 3 Begriffsdefinitionen im Integralen Infrastrukturmanagement

Nr.	Begriff	Nr.	Definitionen	Quelle
A	Asset Management	A-1	Asset Management ist ein systematischer Prozess der kostengünstigen Erhaltung, Modernisierung und des Betriebes der Strassenanlagen. Er kombiniert technische Prinzipien mit herkömmlichen Geschäftspraktiken und ökonomischer Theorie und bietet Werkzeuge um einen besser organisierten, logischen An-	American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 2010, [5]

Nr.	Begriff	Nr.	Definitionen	Quelle
			satz zur Entscheidungsfindung zu ermöglichen. So bietet Asset Management einen Rahmen für die kurz- und langfristige Planung.	
		A-2	Asset Management ist ein strategischer Ansatz, welcher die optimale Mittelverteilung für Management, Betrieb, Substanzerhaltung und Qualitätssteigerung der Strasseninfrastruktur festlegt.	Federal Highway Administration – USA, 2007, [31]
		A-3	Asset Management ist ein Prozess zur Verlängerung der Lebensdauer der Infrastruktur mit minimalen Kosten. Ein Asset ist jede Sache mit monetärem Wert. Obgleich das Asset Management auch Information Management und Computer Technologie umfasst, ist es selbst kein Computer Programm. Vielmehr ist es ein Prozess der Entscheidungsfindung zur Ermittlung optimaler (kosteneffektiver) Methoden für Planung, Projektierung, Bau, Erhaltung, Unterhalt, Ausbau (Nachrüstung), Ersatz oder sogar Abbruch eines Assets (Objektes).	Civil Engineering Research Foundation (CERF) & Partnership for Advancement of Infrastructure and its Renewal (PAIR) - USA
		A-4	Asset Management ist ein umfassender Prozess, der die finanzielle Mittel zwischen den konkurrierenden Assets, wie Fahrbahnen, Brücken und andere Objekte effektiv und effizient verteilt.	Transportation Association of Canada
		A-5	Asset Management ist ein strategischer Ansatz, mit dessen Hilfe die optimale Mittelverteilung für Management, Betrieb, Substanzerhaltung und Qualitätssteigerung der Strasseninfrastruktur zur Befriedigung der heutigen und zukünftigen Bedürfnisse der Benutzer ermittelt werden kann.	CSS (County Surveyor's Society ¹) „Framework for Highway Asset Management“, UK, 2004, [17]
		A-6	Asset Management umfasst systematische und koordinierte Aktivitäten und Praktiken, durch die eine Organisation optimal und nachhaltig ihre Assets und ihre Asset-Systeme verwaltet, sowie die damit verbundenen Leistungen, Risiken und Aufwendungen während ihrer gesamten Lebensdauer zum Zweck der Erreichung ihrer strategischen Ziele. Strategische Plan ist wie folgt definiert: Der strategische Plan ist der allgemeine langfristige Plan für eine Organisation. Dieser beinhaltet die Vision, Aufgaben, Werte, Geschäftspolitik, Stakeholder-Anforderungen, Ziele und das Management ihrer Risiken.	PAS-55 (Publicly Available Specification) ² , UK, 2008, [20]
		A-7	Asset Management ist ein umfassender und strukturierter Ansatz für langfristige Bewirtschaftung von Assets. Es sichert die effiziente	„Strategy for Improving Asset Management Practice“,

¹ The County Surveyors 'Society wurde offiziell bei einem Treffen von elf Landkreis Surveyors für England am 19. November 1885 gegründet. Sie ist eine Gesellschaft von Mitgliedern, die in der lokalen Regierung in leitenden Positionen, zuständig für Strassennetze, als County Surveyors funktionieren.

² PAS 55 ist die British Standards Institution (BSI, „Normierungsbehörde“), zuständig für die optimierte Bewirtschaftung der physischen Assets. Es formuliert Definitionen und hat ein 28-Punkte-Pflichtenheft für die Einrichtung und Überprüfung eines vernetzten und auf gesamte Lebensdauer optimierten Management-Systems für alle Arten von physischen Assets. Gegenwärtig ausser Kraft und wurde mit ISO 55000 ersetzt.

Nr.	Begriff	Nr.	Definitionen	Quelle
			und effektive Servicebereitstellung für die Gesellschaft.	AUSTROADS ³ , 1997 Australia [51]
		A-8	Asset Management ist der Prozess der Führung, Beschaffung, Nutzung und Entsorgung von Assets zur Erreichung ihres höchsten Servicelieferungspotentials und dem Management der dazugehörigen Risiken und Kosten über ihre ganze Lebensdauer.	Government of Victoria – Australia, 2004, [52]
		A-9	Asset Management der Infrastruktur bezweckt das Erreichen eines festgelegten Dienstleistungsniveaus bei maximaler Kosteneffektivität durch Erstellen, Erwerb, Erhaltung, Betrieb und Unterhalt sowie Rückbau von Assets für heutige und zukünftige Benutzer.	National Asset Management Steering Group (NAMS) & Institution of Public Works Engineering of Australia (IPWEA) - New Zealand & Australia, 2009, [13]
		A-10	Asset Management ist ein systematischer Prozess der Erhaltung, Aufwertung und des Betriebs von Assets, kombiniert aus ingenieurtechnischen Prinzipien und praxisbezogenem Management sowie Wirtschaftslehre, mit Unterstützung von Tools für einen besser organisierten und flexibleren Ansatz der Entscheidungsfindung zur Erfüllung der öffentlichen Erwartungen.	OECD Organization for Economic Cooperation and Development –International, 2001, [21]
		A-11	Asset Management ist ein strategischer und holistischer Ansatz zur umfassenden und ergebnisorientierten Bewirtschaftung der Strassenverkehrsanlagen während ihres gesamten Lebenszyklus.	ISO 55000 Asset management — Overview, principles and terminology, 2013, [1]
		A-12	Asset Management wird als ein systematischer Weg betrachtet, Infrastruktur nachhaltig zu bewirtschaften.	A Strategic Blueprint to Create Communities of Best Asset Management Practice in the United States, FHWA, 2009, [30]
	Asset Management wird ersetzt durch: Integrales Infrastrukturmanagement	A	Integrales Infrastrukturmanagement ist ein strategisches Handlungs- und Entscheidungssystem zur Erreichung und nachhaltigen Aufrechterhaltung eines festgelegten Leistungsniveaus des Strassennetzes unter Einbezug sämtlicher Infrastrukturobjekte des Strassennetzes sowie sämtlicher Prozesse des Baus, Betriebs und Unterhalts dieser Objekte.	Forschungsstelle
B	Best Business Practice („Wegweisende Geschäftspraktiken“)	B-1	Best Business Practice ist die Gesamtheit aller vorbildlichen Lösungen oder Verfahrensweisen, die zu Spitzenleistungen führen. Es systematisiert vorhandene Erfahrungen erfolgreicher Organisationen oder Anwender usw., vergleicht unterschiedliche Lösungen, die in der Praxis eingesetzt werden, bewertet sie anhand betrieblicher Ziele und legt auf dieser Grundlage fest, welche Gestaltungen und Verfahrensweisen am besten zur Zielerreichung beitragen.	Krems,; Online-Verwaltungslexikon

³ Austroads ist der Verband der Australischen und Neuseeländischen Strassenverkehrsbehörden.

Nr.	Begriff	Nr.	Definitionen	Quelle
		B-2	Im Gegensatz zur bestmöglichen Lösung ist der Best Business Practice lediglich die beste realisierte Lösung. Innerhalb eines Benchmarkingprozesses wird nicht nach der theoretisch oder technisch besten Möglichkeit gesucht. Vielmehr werden die tatsächlich auf dem Markt angebotenen Produkte oder Dienstleistungen hinsichtlich einheitlicher Qualitätskriterien miteinander verglichen. Der Sieger wird dann "Best Business Practice" genannt.	„Projektmanagement- Glossar“, www.projektmagazin.de/glossar/gl-0401.html
	Best Business Practice	B	B-2 wird übernommen	Forschungsstelle
C	Erhaltungsmanagement	C-1	Das Erhaltungsmanagement umfasst alle Führungsaufgaben, die zur Erhaltung und Bewirtschaftung der Strassenverkehrsanlagen notwendig sind. Dabei werden bautechnische, ökologische und ökonomische Kriterien berücksichtigt. Dazu gehören u. a. Erhebung und Bewertung von Zustand und Beanspruchung, Massnahmenplanung, Massnahmenmanagement und Baustellenplanung.	SN 640 900a: "Erhaltungsmanagement- Grundnorm" [44]
	Erhaltungsmanagement	C	C-1 wird übernommen.	Forschungsstelle
D	Lebenszyklus	D-1	Der Lebenszyklus ist eine Zeitdauer, die alle Lebensphasen der Strasseninfrastruktur, nämlich: Neubau, Nutzung (inkl. Erhaltung), sowie Ersatz oder Rückbau umfasst. Wenn der Lebenszyklus mit Analysen verbunden ist, bedeutet er eine Zeitdauer, die ausreicht, um die langfristigen Auswirkungen unterschiedlicher Investitionsmöglichkeiten für die verschiedenen Lebensphasen der Strasseninfrastruktur, bzgl. Kosten, Nutzen und Leistung zu erfassen.	AASHTO Transportation Asset Management Guide Volume 2, 2010, [5]
	Lebenszyklus wird ersetzt durch: Lebensdauer	D	Für die Betrachtung von Verkehrsinfrastrukturen des Strassennetzes entspricht die Lebensdauer eines Objekts der Zeitspanne, in der dieses Objekt für den Strassenverkehr genutzt wird. Dabei spielt es keine Rolle, ob das Objekt zwischenzeitlich durch ein gleichwertiges Objekt ersetzt wird. Damit ist die Lebensdauer dieser Objekte im Allgemeinen als unendlich anzusehen, da in den wenigsten Fällen ein Strassenabschnitt mit seinen Objekten komplett aufgegeben wird.	Forschungsstelle
E	Lebenszykluskosten (LZK)	E-1	Die Lebenszykluskosten sind der Barwert („net present value“ oder äquivalente einheitliche jährliche Kosten) der Sequenz der Kosten und Nutzen in einem Tätigkeitsprofil während des Lebenszyklus der Strasseninfrastruktur. Für eine LZK-Analyse sollten die zu berücksichtigenden Kostenarten definiert werden, z.B. ob nicht geplante Erhaltungsmassnahmen und / oder Benutzerkosten zu berücksichtigen sind.	AASHTO Transportation Asset Management Guide Volume 2, 2010, [5]

Nr.	Begriff	Nr.	Definitionen	Quelle
	Lebenszykluskosten wird ersetzt durch: Lebensdauerkosten	E	Die Lebensdauerkosten sind der Barwert der Kosten, die für Bau und Unterhalt eines Objekts über dessen Lebensdauer anfallen. Bei der quasi unendlichen Lebensdauer vieler Objekte der Verkehrsinfrastruktur können die Lebensdauerkosten durch eine Ausdehnung des Betrachtungszeitraums soweit, dass aufgrund der Diskontierung weiter in der Zukunft liegende Kosten keinen nennenswerten Einfluss mehr haben oder mit einer Reihenentwicklung, die eine Strategie bis ins Unendliche fortsetzt, berechnet werden.	Forschungsstelle
F	Leistungsindikatoren	F	Leistungsindikatoren drückt den quantitativen oder qualitativen Erreichungsgrad der Leistungsziele im Integralen Infrastrukturmanagement.	Forschungsstelle
G	Leistungsziele	G	Leistungsziele sind aus den strategischen Zielen abgeleitete, konkretisierte Ziele zur Beschreibung des Soll-Zustandes, die sich auf die Leistungsindikatoren beziehen. Leistungsziele können die Maximierung oder Minimierung eines Leistungsindikators, die Über- oder Unterschreitung eines Grenzwerts oder die Erreichung eines Zielwerts sein.	Forschungsstelle
H	Level of Service	H-1	Levels of Service beschreiben die Qualität der zur Verfügung gestellten Dienstleistung durch die Strasseninfrastruktur zum Nutzen der Kunden (Verkehrsteilnehmer)	CSS (County Surveyor's Society) „Framework for Highway Asset Management“, UK, 2004, [17]
		H-2	Levels of Service sind nicht-technische Messgrößen der funktionalen Ziele oder Ergebnisse, die von unseren Kunden (Verkehrsteilnehmern) verstanden werden können und ihre Prioritäten und Interessen widerspiegeln.	Highway Asset Management- Quick Start Guidance Note, UK Roads Board, 2009, [53]
		H-3	Levels of Service sind die qualitativen Messgrößen für die öffentliche Wahrnehmung des Zustandes der Strasseninfrastrukturobjekte oder der Dienstleistung der Strassenverwaltung. Sie werden benutzt, um den aktuellen Zustand zu beschreiben und die Zielwerte (auch Leistungswerte genannt) für Tätigkeiten der Erhaltung und des Betriebes zu definieren.	AASHTO Transportation Asset Management Guide Volume 2: A Focus on Implementation, Federal Highway Administration USA, FHWA-HRT-11-008, November 2010, [5]
		H-4	Level of Service (LOS) ist ein von den Verkehrsingenieuren angewendeter Massstab zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Elemente der Verkehrsinfrastruktur. LOS gilt auch als Mass der angebotenen Qualität der Elemente der Verkehrsinfrastruktur. Beispielsweise werden in Publikationen von TRB und AASHTO zum Entwurf der Strassengeometrie verschiedene Levels of Service definiert, nämlich: A = Freier Verkehrsfluss B = Ziemlich freier Verkehrsfluss C = Stabiler Verkehrsfluss D = Annähernd instabiler Verkehrsfluss E = Instabiler Verkehrsfluss	Highway Capacity Manual, TRB, 2010 [54] Transportation Asset Management Guide, AASHTO, 2010 [5]

Nr.	Begriff	Nr.	Definitionen	Quelle
			F = Gezwungener oder reduzierter Verkehrsfluss.	
	Level of Service wird ersetzt durch: Leistungsniveau	H	Das Leistungsniveau beschreibt das Leistungsniveau, das der Strassenbetreiber den Strassennutzern zur Verfügung stellt. Es beinhaltet Zustand, Risikobeurteilung und Leistungsfähigkeit des Strassennetzes. Die einzelnen Komponenten des Leistungsniveaus werden durch Leistungsindikatoren beschrieben.	Forschungsstelle

2.5 Weiterer Forschungsbedarf im Integralen Infrastrukturmanagement

Aufbauend auf der Analyse des Stands der Forschung im nationalen und internationalen Bereich im Kapitel 1.6 wurden in den Kapiteln 2.1 bis 2.3 die Ziele, das betrachtete System sowie die Prozessschritte eines Integralen Infrastrukturmanagements in der Schweiz entworfen.

Im Rahmen der Analyse des Stands der Forschung hat sich gezeigt, dass international mit der ISO 55000 zwar ein einheitlicher Standard für das Integrale Infrastrukturmanagement bzw. Asset Management geschaffen wurde, dieser in der Praxis im Strassenwesen jedoch zumeist noch nicht so umgesetzt wurde. Vielmehr wurde eine Vielzahl verschiedener Systeme entwickelt und teilweise auch umgesetzt, die zwar auf denselben Grundprinzipien beruhen, sich aber in ihren Details durchaus unterscheiden.

Aufgrund der unterschiedlichen Auslegungen des Integralen Infrastrukturmanagements (bzw. Asset Managements) in verschiedenen Ländern, wäre auch für die Einführung in der Schweiz auf Basis der ISO 55000 ein spezifisches, an die individuellen Verhältnisse angepasstes Integrales Infrastrukturmanagementsystem zu entwickeln. Die Entwicklung eines solchen Systems würde sich zusammensetzen aus:

1. Integration von Komponenten bestehender Systeme
2. Anpassung vorhandener Lösungen an die lokalen Gegebenheiten
3. Entwicklung neuer Lösungen in Bereichen, in denen auch international noch Forschungslücken bestehen

Im Folgenden wird auf die einzelnen Punkte detailliert eingegangen.

1. Integration von Komponenten bestehender Systeme

Wie in der Literaturstudie dargelegt wurde, bestehen in verschiedenen Ländern bereits erfolgreich eingesetzte Integrale Infrastrukturmanagementsysteme. Ein Integrales Infrastrukturmanagement in der Schweiz müsste also nicht komplett neu entwickelt werden, sondern könnte auf vorhandenen Grundlagen aufbauen (insbesondere bieten sich hier der Ansatz des AASHTO [5, 9][1], [12] sowie die weit entwickelten Ansätze in Neuseeland und Australien [26], [8], [9] an). Die Problematik besteht hier darin, dass keine international angeglichenen Definitionen der Inhalte und Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements bestehen. Vielmehr wurden unter dem Sammelbegriff „Asset Management“ eine Vielzahl verschiedener Ansätze entwickelt, die auch unterschiedliche Systemabgrenzungen beinhalten und unterschiedliche Prozesse einbeziehen. Es ist also für jeden Teilbereich des Integralen Infrastrukturmanagements zu entscheiden, ob und wenn ja, welche bestehende Lösung übernommen werden kann.

Neben den international vorhandenen Ansätzen können auch in der Schweiz bereits bestehende Systeme, welche Teilbereiche des Integralen Infrastrukturmanagements umfassen (z.B. Kunstbautenmanagement), in ein Integrales Infrastrukturmanagement System integriert werden.

2. Anpassung vorhandener Lösungen an die lokalen Gegebenheiten

In einigen Bereichen des Integralen Infrastrukturmanagements bestehen international bereits Lösungen, die jedoch an die Randbedingungen in der Schweiz angepasst werden müssten. Dies betrifft insbesondere die folgenden Bereiche:

- Prozesse des Integralen Infrastrukturmanagements und Organisation des Strassenbetreibers

Grundlage jedes bestehenden Integralen Infrastrukturmanagementsystems ist die Definition eines generischen Prozessablaufs und die Definition der Anforderungen an die Organisation des Strassenbetreibers. Damit die Einführung eines solchen Systems realistisch möglich ist, müssen sich die Prozesse, wie auch die organisatorischen Anforderungen, an der vorhandenen Praxis und den vorhandenen Strukturen des jeweiligen Strassenbetreibers orientieren. Auf der Grundlage der groben Prozessbeschreibung in Kapitel 2.3 müssen also an die Situation in der Schweiz angepasste, detaillierte Prozessbeschreibungen für alle Prozesse des Integralen Infrastrukturmanagements sowie die sich daraus ergebenden organisatorischen Anforderungen entwickelt werden.

- Leistungsindikatoren

In fast allen Publikationen wird auf die Bedeutung der Bewertung des Ist-Zustands bzw. der Erreichungsgrad der Leistungsziele durch Leistungsindikatoren zur Steuerung des Integralen Infrastrukturmanagements verwiesen. Die herangezogenen Leistungsindikatoren hängen von den individuellen Zielen des Strassenbetreibers, insbesondere aber auch von der vorhandenen Datengrundlage ab. Es können jeweils nur solche Leistungsindikatoren herangezogen werden, für die eine ausreichende Datengrundlage vorhanden ist oder mit vertretbarem Aufwand erhoben werden kann. Es muss also definiert werden, was bewertet werden soll und welche geeigneten Messwerte hierfür in der Schweiz vorhanden sind oder erhoben werden können.

- Alternative Abwicklungsformen

International bestehen umfangreiche Erfahrungen im Bereich des Outsourcing, Outcontracting sowie PPP-Verträgen im Infrastrukturmanagement. Auf diese Erfahrungen kann zurückgegriffen werden und insbesondere die Erfolgsfaktoren für derartige Lösungen haben universelle Gültigkeit. Darüber hinaus, müssen aber in diesem Bereich die politischen und gesetzlichen Grundlagen in der Schweiz beachtet werden, was die Entwicklung individueller Lösungen erforderlich macht.

3. Entwicklung neuer Lösungen in Bereichen, in denen auch international noch Forschungslücken bestehen

In einigen Bereichen des Integralen Infrastrukturmanagements bestehen allgemein Forschungslücken, so dass hier grundsätzlich neue Lösungen entwickelt werden müssen. Auf Basis der Literaturstudie wurden die folgenden Bereiche identifiziert:

- Leistungsniveau

Ein zentrales Ziel des Integralen Infrastrukturmanagements ist die Bereitstellung einer Strasseninfrastruktur, die den Anforderungen der Nutzer und der Gesellschaft entspricht. Das anzustrebende Leistungsniveau beinhaltet also zum einen die Wünsche der Strassenutzer bezüglich des Zustands, des Sicherheitsniveaus und der Kapazität des Strassennetzes, zum anderen aber auch die Zahlungsbereitschaft für die Realisierung dieser Standards.

In diesem Zusammenhang sind die folgenden Punkte noch offen:

- Definition des Leistungsniveaus

Es muss definiert werden, welche Faktoren in die Beurteilung des Leistungsniveaus einbezogen werden und wie eine auf möglichst objektiven und messbaren Kriterien basierende Bewertung erfolgen soll. Es ist zu klären, ob sich das Leistungsniveau mit einer (oder wenigen) konsolidierten Bewertung beschreiben lässt oder ob es besser durch eine Vielzahl spezifischer Leistungsindikatoren beschrieben wird. In letzterem Fall ist zu klären, ob und wie Trade-Offs zwischen den Leistungsindikatoren sinnvoll sind.

- Festlegung eines angestrebten Leistungsniveaus

Als Zielvorgabe für das Integrale Infrastrukturmanagement ist ein Zielwert für das angestrebte Leistungsniveau zu definieren. Dies kann in Form einer Gesamtbewertung oder in Form von Leistungszielen für einzelne Leistungsindikatoren erfolgen.

Ziel der Forschung in diesem Bereich wäre nicht die konkrete Festlegung von Zielwerten, sondern vielmehr die Entwicklung von Verfahren und das Aufzeigen von Kriterien, mit denen der jeweilige Strassenbetreiber ein sinnvolles und gesellschaftlich akzeptiertes Leistungsniveau für sein Strassennetz bestimmen kann.

- **Integrales Risikomanagement**

Ein Kernpunkt des Integralen Infrastrukturmanagements stellt die konsequente Netzorientierung in allen Entscheidungsprozessen dar. Dies muss insbesondere auch für das Risikomanagement gelten. Bisherige Risikomanagementansätze beziehen sich meist nur auf einzelne Objekte des Strassennetzes. Für eine umfassende Netzorientierung sind die folgenden Fragestellungen entscheidend:

- Wie kann die Risikobewertung von einzelnen Objekten auf Verbindungsabschnitte oder ein ganzes Netz ausgeweitet werden?
- Wie lassen sich die für die Risikobewertung eines gesamten Strassennetzes entscheidende Einzelobjekte identifizieren? (insbesondere hinsichtlich der Leistungsfähigkeit des Strassennetzes)
- Wie sind in Entscheidungsprozessen Risiken, die nur einzelne Objekte betreffen gegenüber netzweit relevanten Risiken zu gewichten (wird z.B. an einem für das gesamte Netz unwichtigen Objekt eine höhere Risikoexposition akzeptiert als an einem Schlüsselobjekt)?

Die hier identifizierten wichtigsten Forschungslücken spiegeln sich auch in dem im Kapitel 3.2 vorgeschlagenen Forschungspaket zum Integralen Infrastrukturmanagement wieder.

3 Folgerungen und Empfehlungen

3.1 Folgerungen

In den vorherigen Kapiteln wurden die Inhalte und Ziele des Integralen Infrastrukturmanagements dargestellt. Es wurde ein grober Rahmen für die Einführung eines derartigen Handlungs- und Entscheidungssystems in der Schweiz entworfen. Insbesondere die Literaturstudie, in der zahlreiche erfolgreiche Beispiele des Integralen Infrastrukturmanagements (Asset Managements) im internationalen Bereich untersucht wurden, zeigt das Potential derartiger Systeme. Es zeigt sich aber auch in vielen Bereichen ein weiterer Forschungsbedarf, bevor ein solches System in der Schweiz übernommen werden kann.

In der Schweiz bestand und besteht aufgrund der allgemein guten wirtschaftlichen Lage ein geringerer Druck zur Einführung neuer effizienzsteigernder Handlungssysteme als in anderen Ländern, dennoch zeigt sich auch hier ein wachsender Leistungsdruck auf die Betreiber von Strasseninfrastrukturen bei gleichzeitiger Steigerung der Anforderungen. Um das gute Niveau der Strasseninfrastruktur in der Schweiz dauerhaft aufrechterhalten zu können, ist eine ständige Effizienzsteigerung in Bau-, Unterhalt und Betrieb des Strassennetzes erforderlich. Hierzu kann die schrittweise Erweiterung der derzeitigen Praxis hin zu einem Integralen Infrastrukturmanagement einen wichtigen Beitrag leisten.

International sind einige derartiger Systeme entwickelt und umgesetzt worden, ohne dass sich dabei jedoch ein einheitlicher Standard entwickelt hätte. Dies, sowie die individuellen Randbedingungen in der Schweiz, machen eine weitere Forschung im Bereich des Integralen Infrastrukturmanagements erforderlich, bevor eine Umsetzung in der Praxis möglich ist. Im Folgenden wird ein Vorschlag für ein umfassendes Forschungspaket dargestellt, mit dem die wichtigsten Forschungslücken geschlossen werden können.

3.2 Vorschlag Einzelprojekte des Forschungspakets «Integrales Infrastrukturmanagement»

Auf der Grundlage der Analyse des derzeitigen Stands der Praxis und Forschung sowie den Zielvorgaben für ein Integrales Infrastrukturmanagement wurde der weitere Forschungsbedarf evaluiert. Im Folgenden werden darauf aufbauend mögliche Einzelprojekte eines Forschungspakets vorgeschlagen. Diese Einzelprojekte sollen die wichtigsten Bereiche des Integralen Infrastrukturmanagements abdecken, auf die Verhältnisse in der Schweiz zugeschnittene Ergebnisse liefern und wichtige Forschungslücken schliessen.

Es wird ein Forschungspaket mit den folgenden fünf Einzelprojekten vorgeschlagen:

- A. Nutzerorientierte Bewertung des Leistungsniveaus eines Strassenabschnitts oder eines Strassennetzes
- B. Integrale Risikobewertung eines Strassenabschnitts oder eines Strassennetzes unter Einbezug aller Interessengruppen
- C. Definition des Prozessablaufs und der einzelnen Prozesse des Integralen Infrastrukturmanagements sowie Pilotanwendung des vorgeschlagenen Prozessablaufs
- D. Organisatorische Umsetzung und Qualitätsmanagement des Integralen Infrastrukturmanagements
- E. Möglichkeiten des Outsourcings und Outcontracting im Integralen Infrastrukturmanagement

Im Folgenden werden die fünf vorgeschlagenen Einzelprojekte detailliert beschrieben. Es wird jeweils dargestellt, weshalb das Thema für ein Integrales Infrastrukturmanagement relevant ist und welche Ziele erreicht werden sollen.

3.2.1 Einzelprojekt A – Nutzerorientierte Bewertung des Leistungsniveaus

Die Bewertung des Leistungsniveaus einer Strasse, eines Strassenabschnitts oder eines ganzen Netzes stellt eine wichtige Grundlage für das Infrastrukturmanagement dar. Dies gilt sowohl für das Erhaltungsmanagement der vorhandenen Infrastrukturen, als auch für den Neubau.

In der derzeitigen Praxis erfolgt die Beurteilung vorhandener Strassenabschnitte zumeist ausschliesslich zustandsbezogen. Andere Faktoren werden kaum berücksichtigt. Ein sinnvolles Infrastrukturmanagement sollte jedoch auf einer umfassenden Bewertung des Leistungsniveaus erfolgen, mit dem beurteilt wird, inwieweit ein Strassenabschnitt den Anforderungen der Nutzer entspricht.

In eine Bewertung des Leistungsniveaus sollten insbesondere die folgenden Faktoren einfließen:

- Physische und funktionale Bewertung des Zustands sowohl einzelner Objekte als auch objektübergreifend für Strassenabschnitte unter Berücksichtigung der Nutzeranforderungen an den Zustand. Es ist zu untersuchen, inwieweit der Zustand eines Objekts Auswirkungen auf seine Nutzung hat.
- Bewertung der Kapazität des Strassenabschnitts im Verhältnis zum Verkehrsaufkommen.
- Bewertung der Risiken für die Nutzer und Dritte auf einem Strassenabschnitt. Es ist zu unterscheiden zwischen zustandsabhängigen Risiken und Risiken durch andere Einflüsse wie z.B. Streckenführung, Naturgefahren, usw.
- Erweiterung der objektbezogenen Bewertung hin zu einer abschnittsbezogenen Bewertung.

Der Fokus der Bewertung des Leistungsniveaus sollte auf der Beurteilung aus Nutzersicht liegen. Während die rein physische Zustandsbeurteilung die Sichtweise des Betreibers widerspiegelt, für den die Substanz der Infrastruktur im Mittelpunkt steht, ist diese Beurteilung für den Nutzer nur dann relevant, wenn durch den physischen Zustand die Funktionalität oder die Sicherheit eines Strassenabschnitts beeinträchtigt wird. Daher muss hier eine neue Bewertungsmethodik entwickelt werden, welche insbesondere die für den Nutzer relevanten Faktoren einbezieht.

Ein weiterer Schwerpunkt des Projekts sollte die objektübergreifende, abschnittsbezogene Bewertung des Leistungsniveaus sein. Für den Nutzer steht zumeist nicht ein einzelnes Objekt, sondern vielmehr die Gesamtbeurteilung des genutzten Verbindungsabschnitts im Mittelpunkt. Diese Gesamtbeurteilung kann durch einzelne Objekte massgeblich beeinflusst werden, so dass andere Objekte kaum noch eine Rolle spielen oder aber sich aus der Gesamtheit aller Objekte ergeben.

Als Ergebnis des Einzelprojekts sind die folgenden Ziele zu erreichen:

- Zusammenstellung der Faktoren, die prinzipiell einen Einfluss auf das vom Nutzer wahrgenommene Leistungsniveau eines Streckenabschnitts haben.
- Evaluation von Grenzwerten ab denen einzelnen Faktoren für den Nutzer relevant werden.
- Entwicklung einer messbaren und objektiven Methodik zur nutzerorientierten Beurteilung des Leistungsniveaus. Es ist zu klären, ob dies als Gesamtbewertung in einem Bewertungsindex erfolgen kann oder ist eine umfassendere Beschreibung nötig ist.
- Entwicklung einer Gewichtung der einzelnen Faktoren in einer Gesamtbeurteilung. Diese Gewichtung sollte sinnvollerweise von der Ausprägung der Faktoren abhängig sein (z.B. erhöhte Gewichtung bei Überschreitung eines Grenzwerts).

Das so definierte Leistungsniveau sollte als Grundlage für eine objektive Bewertung eines Streckenabschnitts aus Nutzersicht herangezogen werden können.

Input aus anderen Einzelprojekten:

- Einzelprojekt B zur integralen Risikobewertung liefert eine umfassende Bewertung der Risikosituation für die Nutzer eines Strassenabschnitts (Abgrenzung: Die volkswirtschaftlichen Risiken spielen für die Bewertung des Leistungsniveaus keine Rolle)

Output in andere Einzelprojekte:

- Für die im Einzelprojekt C zu definierenden Prozesse spielt das Leistungsniveau eine zentrale Rolle:
- Bei Unterschreitung eines Minimums des Leistungsniveaus müssen entsprechende Gegenmassnahmen ausgelöst werden.
- Bei der Entscheidung über die Dringlichkeit von Massnahmen dient das Leistungsniveau zur Priorisierung.
- Das vom Strassenbetreiber angestrebte Leistungsniveau dient als Leistungsziel an der die Prozesse des Infrastrukturmanagements gemessen werden (siehe Einzelprojekt D).
- Für das im Einzelprojekt D zu entwickelnde Qualitätsmanagement stellt die Bewertung des Leistungsniveaus die zentrale Zielgrösse dar.

3.2.2 Einzelprojekt B - Integrale Risikobewertungen im Infrastrukturmanagement

Bisher vorhandene Ansätze zum Risikomanagement für Infrastrukturobjekte des Strassen-netzes fokussieren zumeist auf die Betrachtung einzelner Objekte. Derartige Ansätze stellen eine gute Grundlage für eine integrale Risikobewertung dar, müssen aber für die Anwendung im Integralen Infrastrukturmanagement entsprechend erweitert werden.

In einem Einzelprojekt zur integralen Risikobewertung sollten sowohl die Risiken für alle Interessensgruppen berücksichtigt und zusammengeführt werden, als auch der Fokus der Betrachtung von einem einzelnen Objekt auf alle Objekte eines Abschnitts oder eines ganzen Netzes erweitert werden.

Im Einzelnen sind die folgenden Risiken zu berücksichtigen:

- Risiko fürs Leib und Leben in Folge des Zustands der Infrastrukturobjekte.
- Hierzu liegen in der Literatur erste Ansätze vor, die zusammengetragen und eventuell erweitert werden müssen.
- Risiko durch Naturgefahren unter Berücksichtigung der Sicherheit der Infrastrukturobjekte gegenüber derartigen Einflüssen.
- Die Risikobeurteilung muss hier in zwei Schritten erfolgen: Zunächst muss analysiert werden, welchen Naturgefahren die einzelnen Infrastrukturobjekte ausgesetzt sind und welche Auswirkungen jeweils zu erwarten sind. Im nächsten Schritt ist dann zu beurteilen welche Risiken aus dieser Gefährdungslage fürs Leib und Leben entstehen und welche finanziellen Risiken für den Strassenbetreiber vorliegen.
- Aus volkswirtschaftlicher Sicht kann der Ausfall einzelner Schlüsselobjekte des Strassennetzes zu erheblichen Belastungen führen, wenn z.B. wichtige Verbindungen nicht mehr befahrbar sind oder abgelegene Gebiete von der Aussenwelt abgeschnitten werden. Dieser Punkt wird in der derzeitigen Praxis nur von wenigen Infrastrukturbetreibern berücksichtigt.

Insbesondere für die Betrachtung der volkswirtschaftlichen Risiken ist eine Betrachtung über einen gesamten Verbindungsabschnitt oder ein ganzes Netz unumgänglich. Es müssen auf dem jeweils betrachteten Abschnitt die Schlüsselbauwerke identifiziert werden und das Risiko eines Ausfalls beurteilt werden. Das Ziel ist es, durch geeignete Massnahmen an den Objekten, für welche sich die grössten Risiken für das gesamte Netz ergeben, die Sicherheit des gesamten Verkehrsflusses im Netz zu erhöhen.

Neben der Beurteilung der aktuellen Risikosituation sollten auch die zeitliche Veränderung der Risiken berücksichtigt werden. Hierzu sind die zeitlich veränderlichen Aspekte der Risikobewertung zusammenzustellen und Möglichkeiten zur Prognose der Veränderungen der Risikosituation zu evaluieren.

Input aus anderen Einzelprojekten:

- Kein direkter Input.

Output in andere Einzelprojekte:

- Die Risikobewertung fliesst in die Bewertung des Leistungsniveaus im Einzelprojekt A ein.

3.2.3 Einzelprojekt C - Prozesse des Integralen Infrastrukturmanagements / Pilotanwendung

Ziel des Integralen Infrastrukturmanagements ist es, in einer holistischen Betrachtung aller Objekte der Strasseninfrastruktur über lebensdauerorientierte Zeiträume die Anforderungen aller Interessensgruppen zu berücksichtigen. Hierfür werden in den Teilprojekten A, B und E wichtige Grundlagen entwickelt. Die konkrete Umsetzung eines solchen Ansatzes erfordert insbesondere auch eine Anpassung der Prozesse der Entscheidungsfindung im Management der Strasseninfrastruktur. Im Einzelprojekt C sollen die internen Entscheidungsprozesse in die Geschäftsprozesse des Strassenbetreibers eingebettet werden. Es ist jeweils zu definieren, wann, welche Entscheidungen zu treffen sind und auf Basis welcher Grundlagen eine Entscheidung getroffen werden sollte. Dazu gehören neben den Prozessen der Entscheidungsfindung auch das Monitoring des Ist-Zustands und die Identifizierung von Handlungsbedarf im Netz. Ausserdem sollte durch Auswertungen in Form von Audits und Reviews die Wirkung getroffener Entscheidungen überprüft werden und so ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess ermöglicht werden.

Es soll ein Prozessablauf definiert werden, in dem die Entscheidungsprozesse zum Bau, Ausbau und Unterhalt des Strassennetzes, unter Berücksichtigung der in den übrigen Einzelprojekten entwickelten Grundlagen zur Bewertung des Leistungsniveaus und der Risikobeurteilung zusammengeführt werden.

Der vorgeschlagene Prozessablauf sollte in einer Pilotanwendung an einem realen Beispiel getestet werden. Dabei sind mögliche Entscheidungen zu Bau, Ausbau oder Unterhaltmassnahmen an einem realen Streckenabschnitt durchzuspielen. Hierfür sollte ein Streckenabschnitt gewählt werden, an dem Handlungsbedarf besteht oder an dem in der jüngeren Vergangenheit Massnahmen durchgeführt wurden. Soweit am betrachteten Abschnitt schon Massnahmen vorgenommen wurden, sind diese den Ergebnissen der Pilotanwendung des Integralen Infrastrukturmanagements gegenüberzustellen.

Als Ergebnis des Einzelprojekts sollen die folgenden Ziele erreicht werden:

- Entwicklung eines idealen Gesamtprozessablaufs des Integralen Infrastrukturmanagements mit einer Beschreibung der einzelnen Teilprozesse. Insbesondere sind die Teilprozesse
 - Massnahmenbedarfsplanung (inkl. Bildung von Massnahmenpaketen aus Infrastruktur- und Verkehrsmanagement)
 - Mittelbedarfsplanung
 - Qualitätsmanagement (inkl. Controlling und Reporting)
 zu betrachten.
- Aufzeigen aller Beziehungen zwischen den Prozessen (Schnittstellen). Beschreibung der Interaktionen und des Informationsflusses.
- Vorschlag eines Mechanismus zur laufenden Prozessverbesserung im Rahmen des Qualitätsmanagements.
- Pilotanwendung des Prozessablaufs am Beispiel eines Nationalstrassenabschnitts.

Input aus anderen Einzelprojekten:

- Das in Einzelprojekt A definierte Leistungsniveau wird herangezogen um gewisse Prozesse auszulösen sowie um Massnahmen zu priorisieren und dient als Zielgrösse, die mit den Prozessen des Integralen Infrastrukturmanagements erreicht werden soll.
- Die im Einzelprojekt B entwickelte Bewertung der Risiken eines Streckenabschnitts fliesst als Komponente des Leistungsniveaus in den Prozessablauf des Integralen Infrastrukturmanagements ein.
- Die im Einzelprojekt E betrachteten alternativen Abwicklungsformen des Infrastrukturmanagements in Form von Outsourcing und Outcontracting, stellen Optionen dar, die im Prozessablauf zumindest optional berücksichtigt werden müssen.

Output in andere Einzelprojekte:

- Die im Einzelprojekt D betrachtete organisatorische Umsetzung des Integralen Infrastrukturmanagements baut direkt auf dem im Einzelprojekt C definierten Prozessablauf auf.
- Die im Einzelprojekt E zu erarbeitenden Möglichkeiten des Outsourcings und Outcontractings müssen auf den im Einzelprojekt C definierten Prozessen aufbauen.

3.2.4 Einzelprojekt D - Organisatorische Umsetzung und Qualitätsmanagement

Die Umsetzung eines Integralen Infrastrukturmanagements erfordert neben der Anpassung der Prozesse bei den Strassenbetreibern auch eine Anpassung der internen Organisation. Die im Einzelprojekt C beschriebenen Prozesse lassen sich nur teilweise mit der in der aktuellen Praxis vorhandenen Aufbauorganisation bei den Strassenbetreibern umsetzen. In diesem Forschungsprojekt sollen die nötigen organisatorischen Anpassungen zur Umsetzung eines Integralen Infrastrukturmanagements erarbeitet werden.

Aufbauend auf den organisatorischen Anforderungen sollte ein Leitfaden für die Einführung des Integralen Infrastrukturmanagements entwickelt werden, der eine einfache Übertragung der Ergebnisse des Forschungspakets in die Praxis unterstützt. In einigen Bereichen der Aufbauorganisation der Strassenbetreiber werden Anpassungen nötig sein, insbesondere sind wahrscheinlich zusätzliche koordinierende Stellen nötig.

Besonderer Fokus ist auf die Umsetzung eines geeigneten Qualitätsmanagements, mit dem die Zielerreichung des Integralen Infrastrukturmanagements überprüft wird, zu legen.

Als Ergebnis des Einzelprojekts sind die folgenden Ziele zu erreichen:

- Erarbeitung eines optimalen Organisationsaufbaus zur Umsetzung der im Einzelprojekt C definierten Prozessabläufe. Dieser ist den in der Praxis üblichen Organisationsformen gegenüber zu stellen.
- Ausgehend von der derzeitigen Praxis soll ermittelt werden, welche organisatorischen Anpassungen nötig sind, welche Stellen zwingend vorhanden sein müssen, welche Stellen optional die Prozessabwicklung unterstützen können.
- Darstellung der Zusammenarbeit und der Schnittstellen in der Organisation.
- Berücksichtigung von optionalen alternativen Ausführungsformen durch Outsourcing und Outcontracting und der sich daraus ergebenden Änderungen im Organisationsaufbau.
- Erarbeitung eines Leitfadens für die Einführung des Integralen Infrastrukturmanagements.
- Um die Qualität der erbrachten Dienstleistung seitens des Strassenbetreibers zu überwachen und zu verbessern, muss neben den entscheidenden Stellen auch ein umfassendes Qualitätsmanagement berücksichtigt werden.
- Erarbeitung der methodischen Grundlagen zur Durchführung von Audits, Reviews und Monitoring der realisierten Massnahmen im Sinne eines Exzellenzmodells zur kontinuierlichen System- und Prozessverbesserung.

Input aus anderen Einzelprojekten:

- Der zu entwickelnde Organisationsaufbau basiert auf den im Einzelprojekt C definierten Prozessen.
- Die im Einzelprojekt E entwickelnden Möglichkeiten des Outsourcings und Outcontractings beeinflussen die Anforderungen an den Organisationsaufbau.

Output in andere Einzelprojekte:

- Die im Einzelprojekt E zu entwickelnden Möglichkeiten des Outsourcings und Outcontractings bauen auf dem im Einzelprojekt D entwickelten Organisationsaufbau auf. Es ist dort zu untersuchen, welche Organisationseinheiten durch externe Dienstleistungen ersetzt werden könnten.

3.2.5 Einzelprojekt E - Möglichkeiten des Outsourcings und Outcontracting

Das Ziel des Integralen Infrastrukturmanagements ist eine möglichst effiziente Bewirtschaftung und Betrieb des Strassennetzes. Ein wichtiger Punkt der Effizienzsteigerung ist in diesem Zusammenhang Entscheidung, welche Arbeiten in Eigen- oder Fremdleistung realisiert werden sollten, welche Möglichkeiten eines Outcontractings bestehen oder ob gewisse Bereiche in einer PPP-Lösung ausgegliedert werden können.

Der derzeitige Stand der Praxis in der Schweiz zeigt eine weitgehend klassische Abwicklung, bei der lediglich die Durchführung von Massnahmen von privaten Anbietern übernommen wird, die langfristige und strategische Planung aber komplett in der Verantwortung der öffentlichen Hand liegt. In diesem Einzelprojekt soll geklärt werden, ob und inwieweit ein weiterer Einbezug privater Partner Sinn machen würde und wo mögliche Schnittstellen zwischen öffentlicher Hand und Privatwirtschaft liegen sollten.

Die aktuellen rechtlichen Grundlagen in der Schweiz sind zu evaluieren und im Projekt zu berücksichtigen. Die Zielrichtung des Projekts sollte aber langfristig sein und auch über aktuell direkt umsetzbare Ansätze hinausgehen. Es soll prinzipiell untersucht werden, welche Lösungen sinnvoll wären.

Als Ergebnis des Einzelprojekts sind die folgenden Ziele zu erreichen:

- Identifikation von Bereichen des Infrastrukturmanagements, die sinnvoll outgesourced oder in Form des Outcontractings abgewickelt werden könnten.
- Zusammenstellung möglicher alternativer Abwicklungsformen sowie deren jeweils denkbaren Anwendungsgebiets.
- Darstellung des Effizienzsteigerungspotentials durch alternative Abwicklungsformen.
- Evaluation der rechtlichen Rahmenbedingungen und der dadurch aktuell vorgegebenen Grenzen des Outsourcings und Outcontractings.
- Ausblick auf langfristig sinnvolle Lösungen und Zusammenstellung der dazu nötigen rechtlichen Anpassungen.

Input aus anderen Einzelprojekten:

- Der im Einzelprojekt C definierte Prozessablauf sowie der im Einzelprojekt D beschriebene Organisationsaufbau stellen die Grundlage für die Überlegungen zu alternativen Abwicklungsformen dar.

Output in andere Einzelprojekte:

- Die im Einzelprojekt E entwickelten alternativen Abwicklungsformen fliessen als optionale Anpassungen in die Definition des Prozessablaufs und des Organisationsaufbaus in die Einzelprojekte C und D ein.

3.2.6 Beziehungsschema und der Zeitplan der Realisierung der Einzelprojekte

Das Beziehungsschema in Abb.24 zeigt die Abhängigkeiten der Einzelprojekte und den Informationsfluss zwischen den Projekten auf. Es zeigt sich eine weitgehende Verflechtung der fünf Einzelprojekte, wobei insbesondere Projekt A und Projekt B Input für die anderen Projekte liefern. Dies spiegelt sich auch in dem in Abb.25 dargestellten Zeitplan für die Realisierung des Forschungspakets wieder.

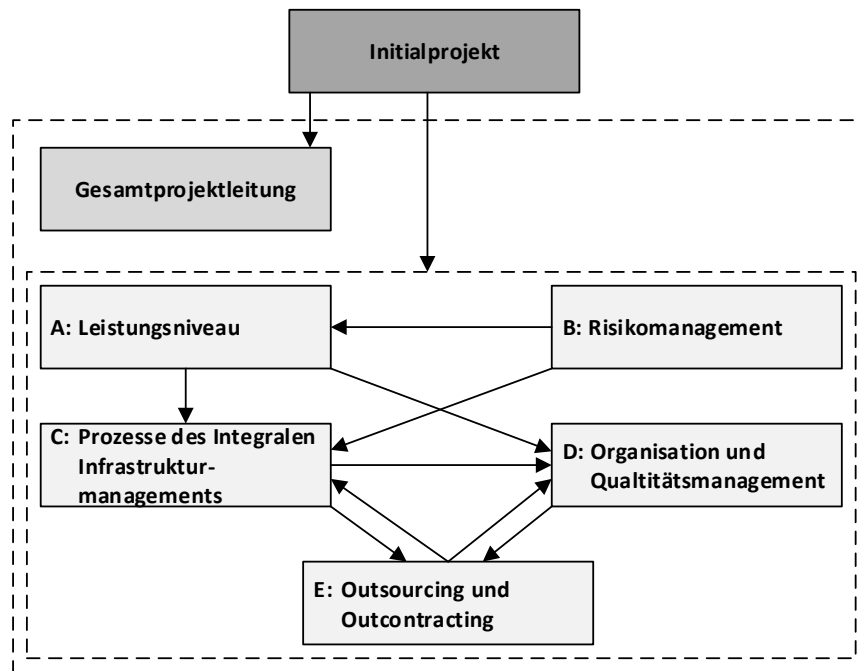


Abb.24 Beziehungsschemas der Einzelprojekte

Abb.25 zeigt einen Groben Terminplan für das Forschungspaket. Das „Projekt“ Gesamtprojektleitung muss vorgängig gestartet werden, um die Submission und Vergabe der Einzelprojekte einzuleiten. Die Abwicklung der Einzelprojekte sollte dann weitgehend synchron verlaufen, wobei die Einzelprojekte A und B, die wichtigen Input für die restlichen Projekte liefern etwas früher gestartet werden sollten. Nach Abschluss der Einzelprojekte ist für die Gesamtprojektleitung noch Zeit zur Fertigstellung eines Syntheseberichts einzuplanen.

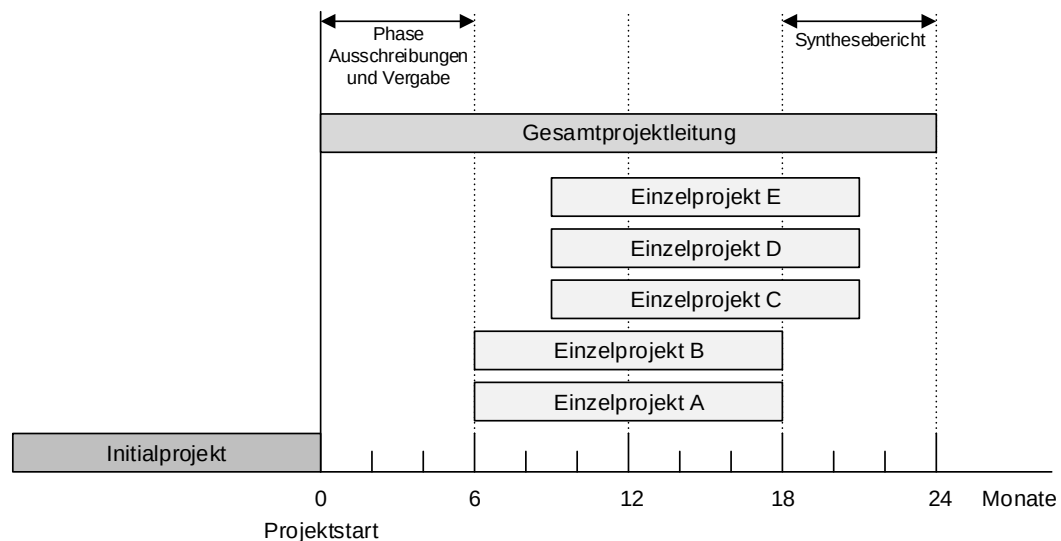


Abb.25 Zeitplan der Realisierung des Forschungspakets

Literaturverzeichnis

-
- [1] ISO 55000, **Asset management — Overview, principles and terminology**, 2014.
 - [2] Bundesamt für Raumentwicklung ARE, **Verkehrsperspektiven 2040**, 2016.
 - [3] Bundesamt für Raumentwicklung ARE und Bundesamt für Strassen ASTRA, **Der Nutzen des Verkehrs – Teilprojekt: Beitrag des Verkehrs zur Wertschöpfung in der Schweiz**, 2006.
 - [4] Utah Department of Transportation, **Strategic Direction & Performance Measures**, 2014.
 - [5] AASHTO Federal Highway Administration FHWA-HRT-11-008, **Transportation Asset Management Guide Volume 2: A Focus on Implementation**, 2010.
 - [6] Michigan Department of Transportation MDOT, **Transportation Asset Management**, 2007.
 - [7] Michigan Transportation Asset Management Council, **Asset Management Guide for Local Agencies in Michigan**, 2007.
 - [8] US Department of Transportation, **Performance and Accountability Report**, 2006.
 - [9] AASHTO National Cooperative Highway Research Program (NCHRP), **Transportation Asset Management Guide**, 2002.
 - [10] US Department of Transportation, **Asset Management Primer**, 1999.
 - [11] Ralf Haas et al, **Measurable Performance Indicators for Roads: Canadian and International Practice**, 2009.
 - [12] Transport Association of Canada, **Performance Measures for Road Networks: A Survey of Canadian Use**, 2006.
 - [13] Institute of Public Works Engineering Australia Limited; National Asset Management Strategy (NAMS AU), **A National Consistent Approach to Asset Management Planning**, 2009.
 - [14] Staffordshire County Council GB, **Transport Asset Management Plan 2011-2016**, 2010.
 - [15] Transport Scotland, **Road Asset Management Plan: April 2007 - March 2009**, 2007.
 - [16] Transportation Scotland, **Road Asset Management Plan for Scottish Trunk Roads**, 2016.
 - [17] County Surveyors' Society, **Framework for Highway Asset Management**, 2004.
 - [18] Association of Local Government Engineering NZ Inc (INGENIUM), **International Infrastructure Management Manual**, 2006.
 - [19] US Department of Transportation; Federal Highway Administration, **Transportation Asset Management in Australia, Canada, England and New Zealand**, 2005.
 - [20] British Standards Institution (BSI), **PAS 55-1: Asset Management**, 2008.
 - [21] OECD; Directorate For Science Technology And Industry (DSTI), **Asset Management for the Roads Sector, Rapport of Expert Group On Asset Management Systems (IM1)**, 2000.
 - [22] US Department of Transportation; Framework for Highway Asset Management, **Economic Analysis Primer**, 2003.
 - [23] US Department of Transportation; Federal Highway Administration; Office of Asset Management, **Life Cycle Cost Analysis Primer**, 2002.
 - [24] ASFINAG Österreich, **Asset Management System**, 2010.
 - [25] Montmain, J., C. Sanchez, and M. Vinches, **Multi Criteria analyses for managing motorway company facilities: The decision support system SINERGIE**, 2009.
 - [26] Sanchez, C., **Spécification et Implémentation du Système d'Aide à la Décision Multicritère pur la Maintenance Préventive et la Gestion du Patrimoine de la Société d'Autoroute ESCOTA: le projet SINERGIE**, 2007.
 - [27] Bundesministerium für Verkehr Innovation und Technologie Österreich, **Österreichisches Forschungskonzept 2007, Forschungsziele und Forschungsschwerpunkte**, 2007.
 - [28] ISO 55001, **Asset management — Management Systems - Requirements**, 2014.
 - [29] ISO 55002, **Asset management — Management Systems - Guidelines for the application of ISO 55001**, 2014.
 - [30] FHWA Offices of Asset Management and International Programs, **A Strategic Blueprint to Create Communities of Best Asset Management Practice in the United States**, 2009.
 - [31] US Department of Transportation; Federal Highway Administration; Office of Asset Management, **Asset Management Overview**, 2007.
-

-
- [32] Bundesamt für Strassen (ASTRA), **Berücksichtigung des Unterhalts bei der Projektierung und beim Bau der Nationalstrassen**, Ausgabe 18.10.2002, 2002.
-
- [33] Bundesamt für Strassen (ASTRA), **Unterhaltsplanung Nationalstrassen, Standortbestimmung per Ende 2002**, 2003.
-
- [34] Bundesamt für Strassen (ASTRA), **Unterhaltsplanung Nationalstrassen: Vorgaben des Bundes, Unterhaltsphilosophie des ASTRA, Vorteile der Unterhaltsplanung mit Erhaltungsprojekten**, [cited 2015; Available from: <http://www.astra.admin.ch/autobahnschweiz/01069/01095/index.html?lang=de>].
-
- [35] Scheiwiller, A., et al., **Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Methodik zur vergleichenden Risikobeurteilung**, 2009, Forschungsauftrag AGB 2005 / 102 auf Antrag der Arbeitsgruppe Brückenforschung (AGB), Bericht Nr. 618.
-
- [36] Ernst Basler + Partner AG, **Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Ermittlung des Netzzusammenhangs**, 2009: Forschungsauftrag AGB 2005 / 103 auf Antrag der Arbeitsgruppe Brückenforschung (AGB). Bericht Nr. 619.
-
- [37] Amstein + Walthert AG, Infrastructure Management Consultants GmbH, **Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Effektivität und Effizienz von Massnahmen**, 2009: Forschungsauftrag AGB 2005 / 104 auf Antrag der Arbeitsgruppe Brückenforschung (AGB), Bericht Nr. 620.
-
- [38] Basler & Hofmann AG, Infrastructure Consulting GmbH, ETH Zürich Institut für Baustatik und Konstruktion, **Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Szenarien der Gefahrenentwicklung**, 2009: Forschungsauftrag AGB 2005 / 105 auf Antrag der Arbeitsgruppe Brückenforschung (AGB), Bericht Nr. 621.
-
- [39] Kellerhals Anwälte, B+S AG, **Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Rechtliche Aspekte eines risiko- und effizienzorientierten Sicherheitskonzepts**, 2009: Forschungsauftrag AGB 2005 / 106 auf Antrag der Arbeitsgruppe Brückenforschung (AGB). Bericht Nr. 622.
-
- [40] Mahrer, T., C. Käser, and J.-P. Bolli, MISTRA Managementsystem Strasse und Verkehr, Gesamtsystem, Kurzbericht Projektauftrag. 2005.
-
- [41] Rafi, A., ASTRA 2008/008_015: **ERA-NET ROAD: Auswertung des europ. Projektes "Project Opportunity Project (PO3) "Methods of Calculation of Maintenance Backlog" mit Vorschlägen zur Weiterbehandlung des Themas**. 2009.
-
- [42] Bundesamt für Strassen (ASTRA), **Naturgefahren auf den Nationalstrassen: Risikokonzept**. 2009.
-
- [43] Bundesamt für Strassen (ASTRA), **ASTRA Richtlinie 15003, Verkehrsmanagement in der Schweiz (VM-CH)**. 2008.
-
- [44] Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS), **SN 640 900a Erhaltungsmanagement (EM), Grundnorm**, 2004.
-
- [45] Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS), **SN 640 901 Zielsystem**, 1990.
-
- [46] Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS), **SN 640 904 Erhaltungsmanagement (EM), Gesamtbewertung von Fahrbahnen, Kunstbauten und technischen Ausrüstungen: Substanz- und Gebrauchswerte**, 2003.
-
- [47] Rafi, A., **Gesamtkostensystem - Eine Entscheidungsgrundlage für das Management der Strassenerhaltung (MSE)**. 2001: Forschungsauftrag 21/99 auf Antrag des VSS.
-
- [48] Herrmann, T., et al., **Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen - Gesamtnutzen und Nutzen-Kosten-Verhältnis von standardisierten Erhaltungsmassnahmen**. 2008: Forschungsauftrag VSS 2004/714 Einzelprojekt 4, auf Antrag des VSS.
-
- [49] Herrmann, T., et al., **Validierung der Kosten-Nutzen-Bewertung von Fahrbahn-Erhaltungsmassnahmen**. 2012: Forschungsauftrag VSS 2009/707 auf Antrag des VSS.
-
- [50] Rafi, A., R. Hajdin, and U. Welte, **Optimierungsprozesse im Management der Strassenerhaltung (MSE)**. 2008: Forschungsauftrag VSS 1999/293 auf Antrag des VSS.
-
- [51] Austroads, **Strategy for Improving Asset Management Practice**. 1997.
-
- [52] VicRoads Victoria Australia, **Road Management Act, Regulations and Codes, Road Management Plan**. 2004.
-
- [53] County Surveyors' Society; Department for Transport and Roads - UK Roads Board, **Highway Asset Management- Quick Start Guidance Note: Getting Started**, 2009.
-
- [54] Transportation Research Board (TRB), **Highway Capacity Manual 2010**. 2010.
-

Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Version vom 09.10.2013

Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 01.11.2017

Grunddaten

Projekt-Nr.: VSS 2009 / 708
Projekttitel: Asset Management der Strassen aus der Sicht des Erhaltungsmanagements: Initialprojekt
Enddatum: 31.10.2017

Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Ziel des Forschungsprojekts war es, die Grundlagen zur Entwicklung eines Asset Managements der Strassen (im Projekt umbenannt in Integrales Infrastrukturmanagement) für die Schweiz zu legen. Mit dem Integralen Infrastrukturmanagement soll im Strassen- und Verkehrswesen ein umfassendes strategisches Handlungs- und Entscheidungssystem zur Erstellung, Nutzung und Bewirtschaftung der Strassennetze geschaffen werden.

Im Initialprojekt sollten Grundlagen des Integralen Infrastrukturmanagements erarbeitet und damit eine gemeinsame Basis für die Einzelprojekte eines anschliessenden Forschungspakets geschaffen werden.

Es wurden die verschiedenen Konzepte und Definitionen des Asset Managements, die in anderen Ländern entwickelt oder eingeführt worden sind, analysiert und eine für die Verhältnisse der Schweiz geeignete Definition des Integralen Infrastrukturmanagements, inkl. Systemabgrenzung, Ziele und Entscheidungsprozesse formuliert. Dabei wurden die folgenden Grundprinzipien des Integralen Infrastrukturmanagements identifiziert:

- Erreichung und nachhaltige Einhaltung von vorgegebenen Leistungsniveaus (bzw. "Levels of Service", zu beschreiben als Leistungsziele)
- Erweiterung des Leistungsumfanges der Strassenbetreiber (u.a. durch Umgestaltung, Ausbau und Aufrüstung der Strassennetze) unter Berücksichtigung aller Risiken
- Berücksichtigung der höheren Sensibilität der Gesellschaft gegenüber Immissionen des Verkehrs und baulicher Massnahmen
- Langfristige Optimierung der Erhaltungsstrategien für die Strasseninfrastruktur und damit langfristig niedrigere Kosten der Substanzerhaltung
- Erzielen von langfristig höchster Wirkung von Investitionen, d.h. Maximierung des Nettonutzens
- Bewirtschaftung der Strasseninfrastruktur nach best-practice Grundsätzen.

Darüber hinaus wurden die im Rahmen der Situationsanalyse aufgedeckten Wissenslücken als Themen für Einzelprojekte eines anschliessenden Forschungspakets identifiziert.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

Zielerreichung:

Es wurde der Stand der Praxis und Forschung im Asset Management international analysiert und darauf aufbauend eine Definition des Integralen Infrastrukturmanagements für die Schweiz definiert. Damit liefert das Initialprojekt, wie geplant, die Grundlagen für die detaillierte Entwicklung des Integralen Infrastrukturmanagements in einem nachfolgenden Forschungspaket. Für dieses Forschungspaket wurden fünf Einzelprojekte, in denen die identifizierten Forschungslücken geschlossen werden sollen, vorgeschlagen. Damit wurden die Projektziele erreicht.

Folgerungen und Empfehlungen:

Es wird empfohlen, das Integrale Infrastrukturmanagement in der Schweiz in einem Forschungspaket mit den folgenden Einzelprojekten weiter zu entwickeln:

- A. Nutzerorientierte Bewertung des Leistungsniveaus eines Strassenabschnitts oder eines Strassennetzes
- B. Integrale Risikobewertung eines Strassenabschnitts oder eines Strassennetzes unter Einbezug aller Interessengruppen
- C. Definition des Prozessablaufs und der einzelnen Prozesse des Integralen Infrastrukturmanagements sowie Pilotanwendung des vorgeschlagenen Prozessablaufs
- D. Organisatorische Umsetzung und Qualitätsmanagement des Integralen Infrastrukturmanagements
- E. Möglichkeiten des Outsourcings und Outcontracting im Integralen Infrastrukturmanagement

Publikationen:

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Rafi

Vorname: Ali-A.

Amt, Firma, Institut: RAFI Managementberatung (RMB)

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Formular Nr. 3: Projektabschluss

Beurteilung der Begleitkommission:

Beurteilung:

Die Forschungsarbeit erklärt Begriffe und Prozesse des Integralen Infrastrukturmanagements umfassend und zieht dafür Normen und Handlungsempfehlungen vor allem aus dem englischen Sprachraum heran. Auch mit Bezug auf die Schweiz werden überwiegend normative Grundlagen beschrieben. Die Herleitung eines deutschen Begriffssystems ist plausibel. Die vorgeschlagenen Themen für ein Forschungspaket mit fünf weiterführenden Forschungsarbeiten sind relevant und sollten in der VSS-Fachkommission 4 vertieft diskutiert werden.

Dem praktischen Infrastrukturmanagement bei Bund, Kantonen und Gemeinden sollte mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden. Es gibt in der Schweiz Beispiele für die in der vorliegenden Studie angesprochenen "Good Business Practices" (auch bei anderen Verkehrsinfrastrukturen), und die weiterführende Forschungsarbeit könnte mit mehr Praxisbezug besser auf bestehende Schwachstellen fokussiert werden.

Umsetzung:

Die weiterführende Forschungsarbeit soll Leistungs- und Risikokennzahlen, Prozesse und Organisationsformen für das Integrale Infrastrukturmanagement von schweizerischen Strassenabschnitten und Strassennetzen entwickeln.

weitergehender Forschungsbedarf:

Ist in der Forschungsarbeit definiert.

Einfluss auf Normenwerk:

Eine Abstimmung des Normenwerks und des in der Forschungsarbeit vorgeschlagenen Begriffssystems ist ratsam.

Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Lüking

Vorname: Jost

Amt, Firma, Institut: R+R Burger und Partner AG

Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:

Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Das Verzeichnis der in der letzten Zeit publizierten Schlussberichte kann unter www.astra.admin.ch (*Forschung im Strassenwesen --> Downloads --> Formulare*) heruntergeladen werden.